



COLEGIO DE POSTGRUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO

POSTGRADO DE FITOSANIDAD

ENTOMOLOGÍA Y ACAROLOGÍA

DIVERSIDAD DE SCOLYTINAE (COLEOPTERA:CURCULIONIDAE) EN BOSQUES PERTURBADOS DEL EJIDO ESTACIÓN OTINAPA Y SAN CARLOS, DURANGO, DGO.

JORGE ALBERTO FERNÁNDEZ GARCÍA

T E S I S
PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, ESTADO DE MÉXICO

2022



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

La presente tesis titulada: “Diversidad de Scolytinae (Coleoptera: Curculionidae) en bosques perturbados del Ejido Estación Otinapa y San Carlos Durango, Dgo.” realizada por el (la) estudiante: “Jorge Alberto Fernández García” bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS
FITOSANIDAD
ENTOMOLOGÍA Y ACAROLOGÍA

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO (A)

Armando Equihua Martínez

CO-DIRECTOR (A)

ASESOR (A)

Edith Guadalupe Estrada Venegas

ASESOR (A)

Héctor González Hernández

ASESOR (A)

Montecillo, Texcoco, Estado de México, noviembre de 2022

**DIVERSIDAD DE SCOLYTINAE (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) EN BOSQUES
PERTURBADOS DEL EJIDO ESTACIÓN OTINAPA Y SAN CARLOS DURANGO,
DGO.**

**Jorge Alberto Fernández García, M.C.
Colegio de Postgraduados, 2022**

RESUMEN

Los escarabajos descortezadores y ambrosiales de la subfamilia Scolytinae, son insectos de importancia económica, afectan árboles, arbustos, hierbas y lianas, de los que se alimenta del floema, xilema, ramas y semillas. Existen alrededor de 6,000 especies, de las cuales, 874 se han reportado en México y 115 en Durango. Pese a ser insectos con relevancia económica, el conocimiento del grupo en Durango es escaso. Por lo tanto, con la finalidad de conocer la diversidad del grupo y su comportamiento, se realizó un monitoreo en bosque templado con tres tipos de perturbación: ligera, media y alta. De diciembre 2019 a noviembre 2020, se usaron trampas ECO-IAPAR, cebadas con etanol de 96°. En el presente estudio, se registraron 231 individuos pertenecientes a 23 especies. En el sitio uno con perturbación ligera se colectaron 38 individuos de 13 especies; en el sitio tres con perturbación media se obtuvieron 119 especímenes de 11 especies; mientras que, en el sitio dos con perturbación alta, se obtuvieron 74 individuos de 12 especies. Del total de especies encontradas en los tres sitios, 12 son nuevos registros para Durango, además, *Pityophthorus infulatus* es nuevo registro para México. Así mismo, se registraron especies de escolitinos con hábitos alimenticios de xyломicetófago, floéfago y espermatófago, con 11, 11 y una especie, respectivamente. La fluctuación poblacional de los escolitinos en los tres sitios fue muy similar, con dos picos poblacionales, uno en febrero a finales de primavera y el segundo de junio a agosto 2020). Finalmente, se encontraron especies de cuatro familias de escarabajos depredadores de escolitinos: Trogossitidae, Cleridae, Histeridae y Staphylinidae.

Palabras clave: Scolytinae, diversidad, nuevos registros, perturbación

DIVERSITY OF SCOLYTINAE (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) IN DISTURBED FORESTS OF EJIDO ESTACION OTINAPA AND SAN CARLOS DURANGO, DGO.

**Jorge Alberto Fernández García, M.C.
Colegio de Postgraduados, 2022**

ABSTRACT

Bark beetles and ambrosial beetles of the Scolytinae subfamily are insects of economic importance, affecting trees, shrubs, herbs and lianas, feeding on the phloem, xylem, branches and seeds. There are about 6,000 species, of which 874 have been reported in Mexico and 115 in Durango. Despite being insects with economic relevance, knowledge of the group in Durango is scarce. Therefore, in order to know the diversity of the group and its behavior, a sampling was carried out in temperate forest with three types of disturbance: light, medium and high. From December 2019 to November 2020, a monitoring was established using ECO-IAPAR traps baited with 96° ethanol. A total of 231 individuals belonging to 23 species were recorded. At site one with slight disturbance 38 individuals of 13 species were collected; at site three with medium disturbance, 119 individuals of 11 species were obtained, while at site two with high disturbance, 74 individuals of 12 species were recorded. Of the total scolytine species found, 12 are new records for Durango and the specie *Pityophthorus infulatus* is a new record for Mexico. Likewise, scolytine species with xylomycetophagous, phlophagous and spermatophagous eating habits were recorded, with 11, 11 and one species, respectively. The population fluctuation of the scolytine was similarity in the three sites, and two peaks of population density were shown, one in February at the end of spring and the second from June, to August 2020. Finally also, four families of scolytine predators beetles were found: Trogossitidae, Cleridae, Histeridae and Staphylinidae

Key words: Scolytinae, diversity, new records, disturbance

AGRADECIMIENTOS

Agradezco mi hermosa patria, quien por medio del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), me brindaron una beca para continuar mis estudios de posgrado.

De igual forma enaltezco mi gratitud al Colegio de Postgraduados campus Montecillo; especialmente al programa de Fitosanidad Entomología y Acarología, profesores y personal. Por brindarme una formación y educación de calidad durante mi estancia en el Colegio.

Agradezco a mi consejero el Dr. Armando Equihua Martínez, por brindar su apoyo incondicional, su confianza, motivación, consejos, observaciones y aportaciones, que enriquecieron mi educación académica y personal durante todo mi proceso de formación.

A mi asesora la Dra. Edith Estrada Venegas, por su tiempo y dedicación, así como sus consejos, esfuerzo y observaciones que ayudaron a enriquecer mi formación profesional y personal.

A mi asesor el Dr. Héctor Hernández González por su esfuerzo, tiempo, dedicación, que contribuyeron de manera positiva a mi formación profesional.

Al Ing. José Luis Aguilar Vitela por sus consejos y asesorías, así como el tiempo brindado que permitieron establecer el experimento en campo.

Al Ing. Osvaldo Fernandez y el Ing. Roberto Montelongo de la Unión De Ejidos Y Comunidades Silvícolas de Durango (UNECOSID) por la logística y transporte brindados.

Al Dr. Mauricio Pérez Silva por orientarme y asesorarme en la toma de fotografías.

DEDICATORIA

A ti abuelo Santiago Fernández †, quien a través de tus fascinantes historias que día a día enriquecieron mi pensar, me inculcaste el amor por el campo. Si bien ya no nos acompañas en este plano físico, sé que aún estas ahí cuidando y guiando que mi camino sea el correcto. Sé que algún día volveré a escuchar esas bonitas historias. ¡Te extraño!

A mi madre María Catalina Carrillo Martínez, por tu apoyo en todos mis proyectos, por tus enseñanzas y por tu bendición a lo largo de mi vida, la cual me protege y me guía por el camino del bien. Es por eso que dedico este trabajo en ofrenda a tu esfuerzo, dedicación, paciencia y amor. ¡Te amo Mama!

A mi amada esposa Valeria Roldán Guzmán, infinitas gracias por estar siempre para mí en cualquier momento y situación. Por brindarme tú apoyo incondicional, por enseñarme que el amor, esfuerzo y dedicación son pilares fundamentales para el desarrollo personal. Gracias por tu paciencia, amor y comprensión; eres mi amor, mi fuerza y mi alegría. ¡Te amo!

CONTENIDO

RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
AGRADECIMIENTOS	vi
DEDICATORIA	vii
LISTAS DE CUADROS.....	x
LISTA DE FIGURAS.....	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS E HIPÓTESIS	4
Objetivo general:	4
Objetivos específicos:	4
Hipótesis	4
III. REVISIÓN DE LITERATURA	5
3.1 Antecedentes	5
3.2 Subfamilia Scolytinae	6
3.2 Características morfológicas de Scolytinae	6
3.3 Hábitos alimenticios de Scolytinae	7
Floeofagia (descortezadores).....	7
Xilomicetofagia (ambrosiales)	8
Xilofagia	8
Mielofagía.....	8
Espermatofagía	9
Herbifagia	9
Micofagia.....	9
Poligofagia.....	9
Oligofagia	10
3.4 Ciclo biológico	10
3.5 Sierra Madre Occidental	11
3.5.1 Ejido Estación Otinapa y San Carlos.....	11
3.6 Los sistemas de monitoreo en Scolytinae	12
3.7 Impactos de descortezadores en el estado de Durango	13

IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
4.1 Descripción del área de estudio 2019-2020	14
4.1.2 Descripción de los sitios de muestreo	15
4.2 Sistema de trapeo	18
4.3 Revisión de trampas	19
4.4 Identificación Taxonómica.....	19
4.5 Base de datos.....	20
4.6 Toma de fotografías	20
4.7 Análisis de datos	21
4.7.1 Determinación de riqueza y abundancia de escolitinos.....	21
4.7.2 Cuantificación de la diversidad alfa y beta.....	21
4.7.3 Curva de acumulación de especies	22
4.8 Fluctuación poblacional	22
4.9 Organismos asociados	22
V. RESULTADOS.....	23
5.1 Diversidad de especies	23
5.2 Hábitos alimenticios.....	38
5.3 Índices de diversidad.....	40
5.3.1 Diversidad alfa.....	40
5.3.2 Diversidad Beta	40
5.4 Curva de acumulación de especies.....	42
5.5 Fluctuación poblacional	44
5.5.1 Sitio uno.....	44
5.5.2 Sitio dos	44
5.5.3 Sitio tres.....	44
5.5.4 Fluctuación poblacional de especies representativas	45
5.6 Insectos asociados	48
6. DISCUSIÓN	49
7. CONCLUSIÓN.....	54

LISTAS DE CUADROS

Cuadro 1. Escolitinos colectados en trampas de etanol en el Ejido Otinapa y San Carlos, Durango.....	24
Cuadro 2. Índices de diversidad de escolitinos colectados en trampas de etanol en el Ejido Estación Otinapa y San Carlos, Durango.....	40
Cuadro 3. Matriz de similaridad según Jaccard, para los tres sitios del Ejido Estación Otinapa y San Carlos, Durango.	41
Cuadro 4. Matriz de reemplazo con el índice de Witaker, para Scolytinae en tres sitios del Ejido Estación Otinapa y San Carlos, Durango.	42

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del ejido Estación Otinapa y San Carlos, Durango, Durango.....	14
Figura 2. Ubicación de los sitios de muestreo en el Ejido Estación Otinapa y San Carlos, Durango.....	15
Figura 3. Vegetación característica del Sitio 1 “La Curva” Ejido Estación Otinapa y San Carlos, Durango.	16
Figura 4. Vegetación característica del Sitio 2 “La mesa de en medio”, Ejido Estación Otinapa y San Carlos, Durango.....	17
Figura 5. Vegetación característica del Sitio 3 “La barranca de la mesa”, Ejido Estación Otinapa y San Carlos, Durango.....	18
Figura 6. Establecimiento del sistema de trampeo para captura de Scolytinae. Ejido Estación Otinapa y San Carlos, Durango.....	19
Figura 7. Base de datos y resultados correspondientes a las recolectas de Scolytinae.	20
Figura 8. <i>Amphicranus rameus</i> Wood 1967; (A) vista dorsal, (B) lateral y (C) declive.	25
Figura 9. <i>Conophthorus ponderosae</i> Hopkins 1915; (A) vista dorsal, (B) lateral y (C) declive	26
Figura 10. <i>Corthylus detrimentosus</i> Schedl 1940; (A) vista dorsal, (B) lateral y (C) declive.	26
Figura 11. <i>Corthylus nudus</i> Schedl 1940; (A) vista dorsal, (B) lateral y (C) declive.....	27
Figura 12. <i>Corthylus burgosi</i> Atkinson 2020; (A) vista dorsal, (B) lateral y (C) declive.	27
Figura 13. <i>Gnathotrichus dentatus</i> Wood 1967; (A) vista dorsal, (B) lateral y (C) declive.	28
Figura 14. <i>Gnathotrichus sulcatus</i> LeConte 1868; (A) vista dorsal, (B) lateral y (C) declive.....	28
Figura 15. <i>Hylurgops longipennis</i> Blandford 1896; (A) vista dorsal, (B) lateral y (C) declive.	29
Figura 16. <i>Micracis incerta</i> Wood 1971; (A) vista dorsal, (B) lateral y (C) declive.	29
Figura 17. <i>Monarthrum huachucae</i> Wood 1959; (A) vista dorsal, (B) lateral y (C) declive.	30
Figura 18. <i>Monarthrum scutellare</i> LeConte 1857; (A) vista dorsal, (B) lateral y (C) declive.....	30
Figura 19. <i>Monarthrum tuberculatum</i> Wood 2007; (A) vista dorsal, (B) lateral y (C) declive.	31
Figura 20. <i>Monarthrum xalapensis</i> Wood 1987; (A) vista dorsal, (B) lateral y (C) declive.	31
Figura 21. <i>Pityoborus rubentis</i> Wood 1958; (A) vista dorsal, (B) lateral y (C) declive.	32

Figura 22. <i>Pityophthorus annectens</i> LeConte 1878; vista dorsal.....	33
Figura 23. <i>Pityophthorus ca. miniatus</i> Bright 1981; (A) vista dorsal, (B) lateral y (C) declive.	33
Figura 24. <i>Pityophthorus cacuminatus</i> Blandford 1904; (A) vista dorsal, (B) lateral y (C) declive.	34
Figura 25. <i>Pityophthorus confusus</i> Blandford 1904; (A) vista dorsal, (B) lateral y (C) declive.	35
Figura 26. <i>Pityophthorus infulatus</i> Blackman 1928; (A) vista dorsal, (B) lateral y (C) declive.	35
Figura 27. <i>Pityophthorus ingens</i> Blackman 1928; (A) vista dorsal, (B) lateral y (C) declive.....	36
Figura 28. <i>Pityophthorus virilis</i> Blackman 1928; (A) vista dorsal, (B) lateral y (C) declive.....	36
Figura 29. <i>Pseudopityophthorus granulatus</i> Blackman 1931; (A) vista dorsal, (B) lateral y (C) declive.....	37
Figura 30. <i>Pseudopityophthorus pruinosis</i> Eichhoff 1878; (A) vista dorsal, (B) lateral y (C) declive.	38
Figura 31. Hábitos alimenticios de Scolytinae recolectados en el Ejido Otinapa y San Carlos, Durango. A) Hábitos alimenticios en general; B) Hábitos alimenticios Sitio 1; C) Hábitos alimenticios Sitio 2; D) Hábitos alimenticios Sitio 3.	39
Figura 32. Dendograma de similaridad de Jaccard de escolitinos de los sitios uno, dos y tres del Ejido Estación Otinapa y Durango.....	41
Figura 33. Curva de acumulación de especies de los sitios de muestreo durante diciembre 2019- noviembre 2020. A) Sitio uno; B) Sitio dos; C) Sitio tres. Ejido Estación Otinapa y San Carlos, Durango.....	43
Figura 34. Fluctuación poblacional de escolitinos capturados con trampas de etanol durante el periodo noviembre 2019- noviembre 2020 en Otinapa Durango. En los ejes de cada figura usar marcadores para cada valor.	45
Figura 35. Fluctuación poblacional de <i>Amphicranus rameus</i> y <i>Corthylus nudus</i> capturados en el sitio uno, de diciembre 2019 a noviembre 2020 en ejido Estación Otinapa y San Carlos, Durango.	46

Figura 36. Fluctuación poblacional de <i>Monarthrum tuberculatum</i> capturados en el sitio dos, de diciembre 2019 a noviembre 2020 en ejido Estación Otinapa y San Carlos, Durango.....	47
Figura 37. Fluctuación poblacional de <i>Monarthrum tuberculatum</i> capturados en el sitio tres, de diciembre 2019 a noviembre 2020 en ejido Estación Otinapa y San Carlos, Durango.....	48

I. INTRODUCCIÓN

Los escarabajos descortezadores y ambrosiales pertenecientes a la subfamilia Scolytinae, atacan una extensa variedad de árboles, arbustos, hierbas y lianas, alimentándose del floema, xilema, ramas y semillas (Burgos-Solorio y Equihua, 2007). Las especies floeófagas se nutren del floema de plantas leñosas debajo de la corteza, por lo cual son comúnmente llamados descortezadores, mientras que, otros barrenan la albura, alimentándose de hongos ectosimbóticos, denominándolos “escarabajos ambrosiales” (Atkinson, 2017).

Los escolítinos son escarabajos con forma cilíndrica, con longitud de 1-3 mm, patas y antenas cortas en relación con su cuerpo, son de color café, desde amarillento hasta negro. Se estima que existen alrededor de 6,000 especies en el mundo, agrupadas en dos tribus y 26 subtribus. México cuenta con el registro de 1051 especies, agrupadas en 91 géneros y 19 subtribus (Atkinson, 2021).

La subfamilia Scolytinae es conocida por tener especies de importancia económica consideradas plagas (Pérez-Silva *et al.*, 2015). Sin embargo, de las más de 1051 especies registradas para México, solo 5% son consideradas de importancia económica. Especies de los géneros *Dendroctonus*, *Scolytus*, *Ips*, *Pityophthorus* y *Phloesinus*, son consideradas como plagas primarias, capaces de matar árboles sanos, mientras que, otras especies de los géneros como *Gnathotrichus*, *Xyleborus* y *Xylosandrus*, solo causan daño a la madera influyendo en su calidad (Cibrián *et al.* 1995; Cruz *et al.*, 2016; Atkinson, 2021).

Los escolítinos son atraídos por el etanol, procedente de individuos muertos y moribundos, producto de la fermentación de la madera, debido a que estos árboles funcionan como hospedadores adecuados para muchas especies (Moeck 1970). Esto permite monitorear las poblaciones en el bosque con el uso de diferentes modelos de trampas y el uso de compuestos atrayentes monoterpénicos o alcohólicos (Ruiz-Portero *et al.* 2004; Romero *et al.*, 2007).

Estos insectos mantienen una relación interespecífica con las comunidades vegetales, son parte fundamental del ecosistema, promoviendo la heterogeneidad y su resiliencia (Bentz *et al.*, 2019; Kulakowski *et al.*, 2017). Eliminan especies enfermas y moribundas, participan en el procesamiento de materia orgánica a través de la integración de la madera (Burgos-Solorio y Equihua, 2007), permitiendo la sucesión ecológica, la regulación de la estructura de comunidades

vegetales y contribuyendo a la biodiversidad y estructura del suelo (Morales-Rangel *et al.*, 2016; Raffa *et al.*, 2016; Seybold *et al.*, 2006).

Sin embargo, el aumento en la temperatura global, sequías e incendios generan estrés en el arbolado, favoreciendo el aumento poblacional de estos insectos, principalmente descortezadores (Raffa *et al.*, 2008; Rubin-Aguirre *et al.*, 2015; Soto-Correa *et al.*, 2019; Chen *et al.*, 2015). Aunado al aumento del comercio internacional, que puede facilitar la introducción de escarabajos ambrosiales, generando una seria amenaza a los ecosistemas (Eskalen y Stouthamer, 2013).

Si bien los escolítinos son bien conocidos en México, son necesarios más inventarios faunísticos de las especies mexicanas debido a su importancia económica y ecológica (Burgos-Solorio y Equihua, 2007). En el caso del estado de Durango, solamente existe un inventario faunístico para este grupo realizado por Wood (1982). Así mismo, otras investigaciones solo se han centrado en el estudio de escolítinos de importancia económica (*Dendroctonus* e *Ips*), generando un gran vacío de información taxonómica para esta subfamilia.

De igual manera, el Estado de Durango en el periodo 2011-2012, presentó graves sequías, que provocaron brotes epidémicos de especies de *Dendroctonus* e *Ips* (SEMARNAT, 2021). Lo anterior generó fuertes desequilibrios ecológicos, sumado al manejo inadecuado de los bosques, esto provocó una disminución en la superficie forestal (Morales-Rangel *et al.*, 2016). Esta disminución en la superficie de los bosques causa fragmentación, adicional a la alteración del medio ambiente, modifica la estructura del bosque, interrumpiendo procesos biológicos como la polinización, dispersión de semillas y reciclaje de nutrientes, lo que también dificulta mantener la biodiversidad y el óptimo funcionamiento del ecosistema (Murcia, 1995).

Esta situación pone en riesgo a la Sierra Madre Occidental, principalmente a los bosques de pino-encino, que es considerado el ecosistema con mayor biodiversidad florística de México (Rzedoski, 1978). En este ecosistema se desarrollan especies de tres géneros de árboles dominantes de la zona como son: *Pinus* (22 especies), que representa el 20 % del total mundial de especies; *Quercus* (44 especies) y *Arbutus* (siete especies) (González-Elizondo *et al.* 2012a, 2013a). Además, este ecosistema es considerado la segunda reserva forestal del país, al proporcionar servicios ambientales importantes para la región norte-centro de México (González-Elizondo, 1997).

Teniendo en cuenta la importancia del sector forestal para las diferentes comunidades rurales en Durango, su alta biodiversidad, así como los servicios ambientales que ofrece este ecosistema, es necesario realizar estudios que permitan conocer la riqueza y diversidad de las diferentes especies de Scolytinae (Curculionidae). De igual forma, es necesario conocer su biología y ecología, permitiendo entender el papel que juegan en la dinámica del hábitat en que se desarrollan (Wood, 1982). Este conocimiento permitirá tomar decisiones oportunas y adecuadas, que se verán reflejadas en un mejor manejo, evitando el deterioro de los ecosistemas forestales.

II. OBJETIVOS E HIPÓTESIS

Objetivo general:

Determinar la riqueza y abundancia de Scolytinae: Curculionidae en tres sitios de bosque templado, con perturbación leve, moderada y alta, en el Ejido Estación Otinapa y San Carlos, Durango, Durango.

Objetivos específicos:

- Conocer para cada sitio índices de diversidad, índices de similitud y disimilitud de Scolytinae.
- Establecer la fluctuación poblacional de Scolytinae, así como de las especies dominantes para cada uno de los sitios.
- Determinar la curva de acumulación de especies y el esfuerzo de muestreo.
- Conocer los insectos asociados a Scolytinae.

Pregunta: ¿Cuál es la diversidad de Scolytinae para Otinapa, Durango y qué diferencias hay entre los diferentes tipos de bosque según su estado de conservación y cómo afecta la dinámica poblacional?

Hipótesis

Se plantea que existen diferencias significativas en el número y cantidad de especies capturadas para cada uno de los sitios. Así mismo, se establece que las especies dominantes varían dependiendo del sitio. El número de insectos capturados y su periodo de vuelo, se ve influenciado por la estación del año.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Antecedentes

La diversidad de la subfamilia Scolytinae en México se encuentra registrada en diferentes estudios taxonómicos y faunísticos. Blandford, (1904) reporta 63 especies; Schedl (1940) 105; Wood (1982) 605; Romero-Nápoles *et al.*, (1997) 827, Equihua y Burgos (2002) 846, Atkinson (2013) 867 y (2017) 874.

Para el estado de Durango, existen reportes de 115 especies de Curculionidae: Scolytinae (Equihua y Burgos, 2002). Los principales estudios fueron realizados por Wood (1982), quien reporta 107 especies para el estado. Posteriormente Wood (1987; 2007) describió a *Pseudopityophthorus durangoensis* (Wood 1987) y *Monarthrum durangoensis* (Wood 2007) respectivamente. Adicionalmente, Atkinson (2012) reportó como especie invasora a *Scolytus multistriatus* (Marsham 1802), proveniente de una recolecta realizada por Equihua M., A. en 1996 (Atkinson, 2021).

Los sistemas de monitoreo de escolitinos en bosques templados, se han realizado principalmente por medio de la colecta directa, ejemplo de ello es el estudio realizado por Atkinson *et al.*, (1986), quien realizó colectas directas sobre distintos hospederos en el estado de Morelos. Por su parte Burgos-Solorio (1998) realizó un estudio de escarabajos barrenadores Platypodidae y Scolytidae, usando necro-trampas NTP-80 y como atrayente pulpo, calamar y alcohol etílico; este último usado como atrayente y conservador. Sin embargo, estudios más similares al actual, son el realizado por Castorena *et al.*, (2020), quienes usaron trampas de pegamento, al igual que recipientes plásticos con alcohol etílico al 70% como atrayente.

La dinámica poblacional de la subfamilia Scolytinae se encuentra con pocos estudios a lo largo del país, debido a que los estudios realizados en México se han enfocado solo en especies importancia económica, forestal y agrícola. Estrada *et al.*, (2022), que estudiaron la fluctuación poblacional de escolitinos y platipodinos asociados al cultivo de aguacate en Nayarit, México. Sáenz-Romero *et al.*, (2022) reportan la abundancia de *Dendroctonus frontalis* (Zimmerman 1868) y *D. mexicanus* (Hopkins 1909) en once estados de la República y su asociación a variables de temperatura, precipitación, evotranspiración y altitud. Para Durango son pocos los estudios en

este ámbito, enfocándose en especies de importancia forestal. Viveros-Guerrero (2016) estudió la distribución espacial de insectos descortezadores del género *Dendroctonus*, *Pseudoips* y *Pytiophthorus* para la región de El Salto, Pueblo Nuevo, Durango. Mientras que Sánchez-Martínez *et al.*, (2012) reportaron el periodo de vuelo de *D. pseudotsugae* (Furniss 2001) en rodales de *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) en Guanaceví, Dgo.

Respecto a los enemigos naturales de Scolytinae, Castorena *et al.*, (2020) reporta tres familias de escarabajos depredadores (Histeridae, Trogossitidae y Cleridae) asociadas a Scolytinae en trampas de alcohol en el bosque de la primavera de Jalisco. Por su parte Rodríguez-Ortega *et al.*, (2010) reporta *Enoclerus arachnoides* y *Cymatodera* sp., como principales depredadores de *Dendroctonus adjunctus* (Blandford 1897) en el Estado de México. Sin embargo, para Durango no existen estudios formales dedicados a los insectos asociados a Scolytinae, ni en especies de importancia económica, como *Dendroctonus* e *Ips*.

3.2 Subfamilia Scolytinae

Esta subfamilia consta con más de 6,000 especies, divididas en dos tribus y 26 subtribus, son conocidos comúnmente como escarabajos descortezadores y ambrosiales. Los descortezadores son todas aquellas especies que se encuentran debajo de la corteza de plantas leñosas alimentándose del floema; mientras que, las especies que barrenan la albura y se alimentan de hongos ectosimbióticos se denominan “ambrosiales” (Atkinson, 2017).

Hoy en día se conocen 247 géneros para esta subfamilia, los cuales tiene la peculiaridad de tener una reproducción predominante o completamente sobre angiospermas. Mas de un 86 % de estos géneros se pueden encontrar en los trópicos y subtrópicos, mientras que, el 59 % solo se encuentran en regiones más cálidas, representando el 79% del total de especies. Si bien se conocen más de 6,000 especies para esta subfamilia, solo menos del 1% provocan la muerte en árboles sanos y entre un 5% y 10% lo hace ocasionalmente (Kirkendall *et al.*, 2015).

3.2 Características morfológicas de Scolytinae

Las especies de esta subfamilia tienen cuerpo pequeño y cilíndrico que mide de 1-3 mm de longitud (Atkinson, 2017). Su cabeza es grande, facilitando el acomodo de músculos masticadores y

mandíbulas grandes. La parte posterior de la cabeza presenta inserciones musculares, las patas y antenas son cortas y se pueden retraerse o aplanar hacia el cuerpo del insecto, las tibias acoplan perfectamente los tarsos en posición plegada. Estas características morfológicas, son importantes adaptaciones que permiten a estos insectos construir y moverse en las galerías echas en diferentes plantas. Todos los tarsos constan de cuatro segmentos visibles, donde el último segmento es reducido y poco visible. Las antenas son acodadas debido a que el primer segmento es más grande a los demás, de igual manera es clavada pues los tres segmentos terminales están más o menos fusionados y son más anchos que los segmentos anteriores (Hulcr *et al.*, 2015).

3.3 Hábitos alimenticios de Scolytinae

La alimentación de los Scolytinae está basada en la colonización de árboles moribundos, muertos o débiles, ayudados por complejas comunidades de hongos, bacterias, levaduras y ácaros. Cuya función es comenzar la descomposición de los tejidos vegetales y el reciclaje de nutrientes. La alimentación de la subfamilia Scolytinae está basado en categorías, se clasifica según el sustrato del que se alimentan las larvas (Floefagia, Xilomicetofagia, Xilofagia, Mielofagia, Espermatofagia, Herbifagia, Micofagia, Polifagia y Oligofagia). Por su parte los adultos se alimentan del material de reproducción compuesto por tejidos fúngicos, donde las sustancias consumidas por estados inmaduros son también alimento para adultos (madera infestada por hongos) (Atkinson, 2017; Kirkendall *et al.*, 2015).

Floefagia (descortezadores)

Floefagia es el hábito alimenticio con mayor predominancia en el grupo, casi la mitad de los géneros de Scolytinae son completa o parcialmente fleófagos y 20 de las 26 tribus presentan al menos una especie con este hábito. Es la alimentación ancestral del grupo, pues son los escolítinos más primitivos los que presentan este hábito. La reproducción de estos escolítinos se da dentro de la corteza de troncos y ramas muertos, debido a la gran riqueza en nitrógeno que contienen (Atkinson, 2017; Cowling y Merrill, 1966; Kirkendall, 1983; Kirkendall *et al.*, 2015).

Los adultos penetran la corteza y barrenan una galería en el floema, donde ovipositan a lo largo de las galerías. Cada género presenta diferencias en la orientación de las galerías, estas pueden ser paralelas o perpendiculares a las fibras de madera, permitiendo algunas veces la identificación de

algunos grupos. Las larvas se alejan de la galería parental por medio de la barrenación de su propia galería, donde excavan una cámara pupal, para posteriormente crear un túnel de emergencia (Atkinson, 2017).

Xilomicetofagia (ambrosiales)

Este grupo de Scolytinae son conocidos comúnmente como “escarabajos ambrosiales” y se caracterizan por hacer galerías en el xilema, pasando la corteza y el floema. A lo largo de las galerías inoculan hongos ectosimbióticos, cuya función es concentrar los nutrientes en los túneles, a través de la penetración de las hifas en la madera, en pocos días esto se traduce en el crecimiento del hongo y la formación de capas nutritivas (Atkinson, 2017; Francke-Grosmann, 1967). Las estructuras fructíferas y el micelio se desarrollan en presencia de escarabajos ambrosiales guardianes. Generalmente el desarrollo está dado a una sola especie de hongo ascomiceto, el cual es usado por larvas y adultos como alimento (Batra, 1967; French y Roeper, 1972; Biedermann, 2012). La xilomicetofagia se presenta en 63 géneros y 10 tribus de Scolytinae, mientras que en otras subfamilias como Platypodinae, el hábito es común en todas las especies (Jordal y Cognato, 2012).

Xilofagia

Llamadas así todas las especies que se alimentan de la albura, están representados por 21 géneros distribuidos por 11 tribus. Micradini es la tribu considerada como el linaje con mayor número de representantes de la xilofagia, incluye 119 especies en tres géneros: *Hylocurus*, *Micracis* y *Thysanoes*. Otros géneros completamente xilófagos son, *Dactylipalpus*, *Hapalogenius*, *Phloeoborus* y *Rhopalopselion* pertenecientes a la tribu Hylesinini. Si bien la madera es un alimento pobre en nutrientes para los insectos (Haack y Slansky, 1987); existen diferentes beneficios, como la protección de sus depredadores y parásitos; además de proveer un entorno físico con temperatura, humedad y una fuente de recursos disponibles de manera estable (Kirkendall *et al.*, 2015).

Mielofagia

Llamados así por tener el hábito de hacer galerías para alimentarse de las medulas esponjosas de las ramas y ramitas (Atkinson, 2017). Es muy poco común en Scolytinae, solo se presenta en 14

géneros de seis tribus (Kirkendall *et al.*, 2015). Si bien la medula es pobre en nutrientes, con un contenido de nitrógeno similar a la albura joven, presenta facilidad para cavar los túneles (Cowling y Merrill, 1966; Kirkendall *et al.*, 2015).

Espermatofagia

Grupo caracterizado por abarcar especies que se reproducen en las semillas y/o en los tejidos circundantes a la semilla. Si bien el término de espermatófago ha sido aplicado para los verdaderos consumidores de semillas (Janzen, 1971). También aplica de manera general para especies que se alimentan de los tejidos carnosos circundantes a las semillas, vainas de semillas leñosas, propágulos de manglares o conos (Schedl, 1958; Browne, 1961; Wood, 1982, 2007; Kirkendall, 1983; Atkinson y Equihua-Martínez, 1986b).

Herbifagia

Este hábito se refiere a aquellas especies las cuales presenta la peculiaridad de reproducirse en los tejidos de herbáceas. Lo cual es sumamente raro, pues solo 17 géneros en nueve subtribus de Scolytinae presentan este hábito (Kirkendall *et al.*, 2015).

Micofagia

Llamadas así a las especies que se reproducen en los cuerpos fructíferos de hongos. Es el modo de alimentación más raro en los escolítinos, pues solo es conocido en dos géneros en dos tribus. Por ejemplo, algunas especies del género *Trischidias*, presentan este hábito reproductivo en especies de hongos ascomicetos que crecen en ramas y madera muerta (Deyrup, 1987).

Poligofagia

Especies que se caracterizan por no presentar discriminación por las especies que usan como hospedero, pues su reproducción se lleva a cabo en diferentes especies de plantas, las cuales suelen pertenecer a diferentes familias. Sin embargo, presentan prioridad por aspectos ecológicos y físicos de los hospederos como diámetro del tronco, humedad, árbol de pie o derribado. Ejemplo claro son los escarabajos ambrosiales, los cuales para su reproducción pueden usar la parte basal del tronco o bien ramas pequeñas de la copa (Atkinson *et al.*, 2017).

Oligofagia

Especies con especificidad intermedia, es decir que los hospedantes de estas especies son de varios generos dentro de una misma familia, lo cual es muy poco frecuente en Scolytinae (Atkinson *et al.*, 2017).

3.4 Ciclo biológico

Escarabajos descortezadores. El ciclo biológico de estos escolítinos presenta la peculiaridad de presentar tres fases: dispersión, colonización y desarrollo. Además de caracterizarse porque estos pasan la mayor parte de su vida dentro de la planta huésped o en los sitios de hibernación (Wood, 1972; Borden, 1982).

El ciclo comienza con la dispersión, es aquí donde los nuevos individuos procedentes de los sitios de hibernación o árboles de cría emergen en busca de nuevos hospederos. Posteriormente se inicia la selección del huésped y la barrenación del túnel en la corteza, iniciando la fase de colonización, la cual comprende desde que un escarabajo llega al huésped y entra en la corteza del árbol sin presentar ataque (Krokene, 2015). Estos escarabajos son llamados pioneros (Alcock, 1982; Latty y Reid, 2009) y tienen el trabajo de valorar las defensas y la capacidad nutricional del hospedero. Al ingresar a la corteza comienzan la atracción secundaria emitiendo feromonas de agregación para atraer a nuevos atacantes (Wood, 1982; Vanderwel y Oehlschlager, 1987).

Ya dentro de la corteza se inicia el apareamiento, posteriormente se hace la galería para la ovoposición y desarrollo de la cría, lo cual se denomina fase de desarrollo. En el caso del ataque de árboles vivos, es necesario que los escarabajos neutralicen las defensas del hospedero, lo cual destruirá la mayor parte del cámbium vascular, estresándolo irreversiblemente (Lieutier *et al.*, 2009). No obstante, la albura aún es funcional, el follaje es verde y el dosel está vivo, pudiendo tomar semanas o meses hasta que el árbol muera (Paine *et al.*, 1997). Si bien los escarabajos son pequeños en comparación con los árboles, estos pueden burlar las defensas del hospedero con ataques masivos, generando una reducción defensiva incluso en árboles vigorosos (Berryman, 1982; Mulock y Christiansen, 1986). La coordinación en los ataques está dada por las feromonas

de agregación, usando también precursores del árbol o bien fabricadas de novo por el insecto (Blomquist *et al.*, 2010).

3.5 Sierra Madre Occidental

El estado de Durango se encuentra ubicado en el noreste de la República Mexicana, tiene una superficie de 123,451.29 km². El estado tiene cuatro regiones fisiográficas: la Sierra Madre Occidental que representa el 71.3 % del territorio estatal, las Sierras y Llanuras del Norte 15.09 %, Sierra Madre Oriental 5.28% y La Mesa del Centro con 8.33% (Márquez-Linares, 2017).

La Sierra Madre Occidental se encuentra en altitudes desde los 2,000 hasta los 3,340 msnm. Su clima es variado, en la vertiente oriental es templado subhúmedo (C(w)) con baja humedad, mientras que en la vertiente occidental la humedad es media y alta. En partes elevadas el clima es semifrío subhúmedo (C(E)(w)), mientras que en una pequeña zona es semifrío húmedo (C(E)(m)) (González-Elizondo *et al.*, 2007). Los bosques de pino y/o encino, así como de abetos (*Abies* y *Pseudotsuga*), son característicos de la región. Debido a su alta biodiversidad y estado de conservación, los bosques de pino-encino son considerados como región prioritaria para México. Sin embargo, también se encuentran chaparrales de origen primario y secundario, así como pequeñas áreas de bosque mesófilo de montaña. Además, por la naturaleza somera de los suelos y la topografía accidentada, las actividades agrícolas y pecuarias no se ven favorecidas (CONABIO, 2008 citado por González-Elizondo *et al.*, 2017a). En los últimos años la intensidad del aprovechamiento de los bosques aumento la producción de madera, convirtiendo este sector en un pilar de la economía regional (González-Elizondo *et al.*, 2017a).

3.5.1 Ejido Estación Otinapa y San Carlos

El ejido se encuentra localizado a 57 km al oeste de la ciudad de Durango, enclavado en la Provincia fisiográfica de la Sierra Madre Occidental. El clima es templo subhúmedo, con temperatura media anual de 12-18°C con lluvias en verano C (w1); y templado semifrío subhúmedo, temperatura media anual 5-12°C, con lluvias en verano Cb (w2). La precipitación media es de 400 a 600 mm por año (García y CONABIO, 1998; SECOPE, 2003; Vidal-Zepeda, 1990). Los suelos son poco profundos y pobres (Cambisol eutrico, Cambisol cromico, Feozem haplico, Litosol y Ranquer). Estos suelos son ideales para la conformación de bosques de pino-

encino, encino y de encino-pino, donde se pueden encontrar *Pinus leiophylla* (Schltdl. & Cham.), *P. teocote* (Schltdl. & Cham.), *P. engelmannii* (Carriere), *P. chihuahuana* (Engelm), *Quercus durifolia* (Seemen ex Loes.), *Q. arizonica* (Sarg.), *Q. crassifolia* (Bonpl.), asociados con *Juniperus deppeana* (Steud.), *Arbutus* spp. y *Arctostaphylos pungens* (Kunth). No obstante, se pueden encontrar pastizales naturales (*Bauteloa* spp.) e inducidos, vegetación secundaria arbórea, agricultura de riego y temporal (SECOPE, 2003; González-Elizondo *et al.*, 2017; González-Elizondo com. per. 2022).

3.6 Los sistemas de monitoreo en Scolytinae

El monitoreo de escolitinos se basa en la atracción de insectos a trampas cebadas con distintas sustancias. Uno de los sistemas más utilizados es el uso de semioquímicos (compuestos con función fisiológica como feromonas y kairomonas) y atrayentes (compuestos químicos sin función fisiológica), que son generalmente empleados en insectos descortezadores. Los compuestos se pueden usar de manera aislada o bien en distintas combinaciones y proporciones. El sistema se basa en el principio de interacción ocurrida entre el árbol y el insecto en el proceso de ataque; cuando un árbol es colonizado por estos insectos, estos secretan feromonas de agregación que en conjunto con las kairomonas liberadas por el hospedero, producto de la barrenación ocasionada por los insectos; atraen más individuos de la misma especie que vuelan cerca al árbol atacado (Macías y Niño, 2016).

Al concluir la maduración de los insectos en el interior de la corteza, estos emergen y vuelan, buscando nuevos hospederos y ubicándolos con señales visuales, así como la detección de compuestos volátiles liberados por los árboles (Kairomonas) (Vité y Francke 1976; Wood 1982). Posteriormente, el insecto pionero perfora la corteza e inicia la construcción de la galería en el floema. Liberando feromonas de agregación en el interior de las galerías por medio de la defecación (Vité y Francke 1976; Sánchez *et al.*, 2020).

Algunos de los compuestos más comunes para el monitoreo de escolitinos de interés económico (*Dendroctonus*) son: *alfa*-pineno, *beta*-pineno, *delta*-3-careno, exobrevicomina, frontalina, mirceno y mezcla de moterpenos (Sánchez *et al.*, 2017).

De igual manera, se hace uso de etanol para el monitoreo de escolitinos, este compuesto actúa como un atrayente del grupo, principalmente de escarabajos ambrosiales (Graham, 1968). Este

alcohol se encuentra en los tejidos vegetales sanos, sin embargo, en árboles débiles aumenta por efecto anaeróbico, resultado del estrés fisiológico del árbol (Ranger *et al.*, 2018). Esto permite que algunas especies localicen y establezcan el cultivo de hongos a través de la detección del etanol que secretan sus hospedantes moribundos y débiles, así como los hongos simbioses de los cuales se alimentan (Kühnholz *et al.*, 2001; Ranger *et al.*, 2015; Ranger *et al.*, 2018).

Por otro lado, también la colecta directa de escolitinos, permite conocer la diversidad de especies (Atkinson, 1986). Otra herramienta útil para el monitoreo de escolitinos o bien su control, es el uso de troncos trampas, que son descortezados y deben colocarse colgados a 1.5 m de altura, para aumentar su atracción, se colocan en inmersión de alcohol por 1 min (Navarrete-Cedeño *et al.*, 2021)

3.7 Impactos de descortezadores en el estado de Durango

En el periodo comprendido de 2010 a 2012 una fuerte y prolongada sequía afectó los estados del norte y centro del país, facilitando el desarrollo de insectos descortezadores. Durango y Chihuahua fueron los estados más afectados, con más de un millón de metros cúbicos de madera, dañando 61,034 ha solo en el estado de Durango (Cibrián *et al.*, 2015; SEMARNAT, 2021).

Por otra parte, Pérez-Miranda *et al.* (2021) mencionan que durante 2009-2019 el estado de Durango fue uno de los estados con mayor presencia de *Dendroctonus mexicanus* ocasionando que fuera el estado con mayor superficie forestal y producción maderable afectado, deteriorando 25 % de los bosques del estado, lo que representó el 13.3 % de la afectación nacional, con 154,830 m³ de madera afectada. De igual manera SEMARNAT (2021), menciona que de 1990-2012 el estado de Durango fue uno de los más afectados por plagas y enfermedades forestales en el periodo, con más de 113,000 ha.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Descripción del área de estudio 2019-2020

El estudio se realizó en el ejido Estación Otinapa y San Carlos, ubicado al occidente del municipio de Durango, a 57 km de esta ciudad capital de Durango. Cuenta con 11,974 ha, enclavadas en la Región de la Sierra Madre Occidental, en las coordenadas geográficas 24.053889 N latitud y -105.008333 W de longitud, a una elevación de 2,380 msnm (Figura 1).

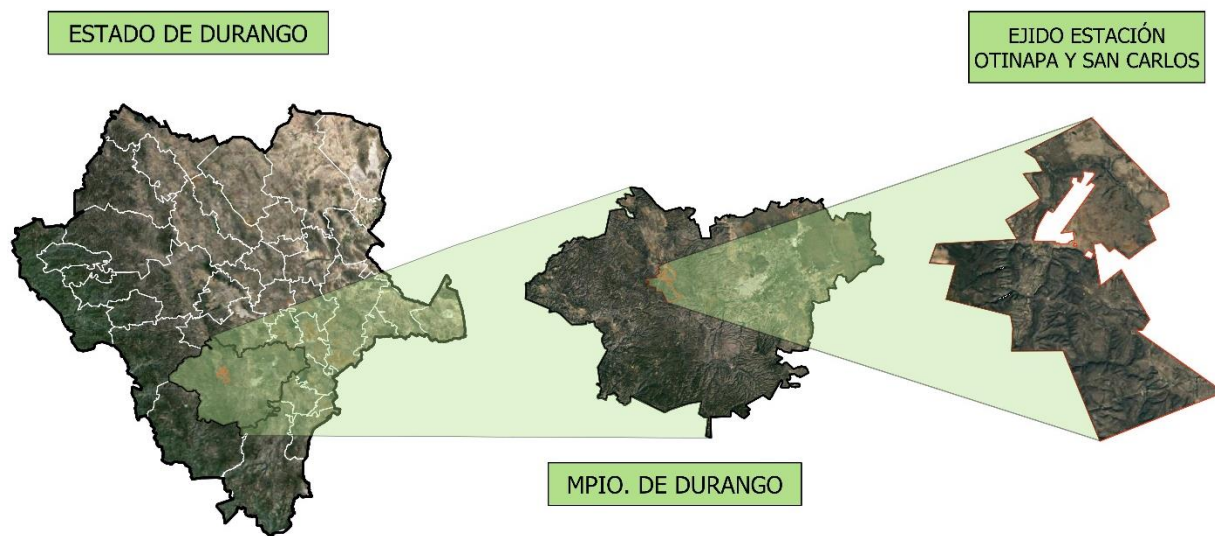


Figura 1. Ubicación del ejido Estación Otinapa y San Carlos, Durango, Durango.

La ubicación geográfica y su clima semifrío, es ideal para la conformación de bosques de Pino-Encino (*Pinus-Quercus*), donde se puede encontrar a *Pinus arizonica* (Engelm.), *P. cooperi* (Martínez), *P. durangensis* (Martínez), *P. engelmannii* (Carriere), *P. leiophylla* (Schltdl. & Cham.), *P. strobiformis* (Engelm.) y *P. teocote* (Schltdl. & Cham.) en asociación con *Quercus rugosa* (Née), *Q. sideroxyla* (Bonpl.) y *Q. crassifolia* (Benth.) así como algunas otras especies de cedro (*Juniperus deppeana* Steud) y madroño (*Arbutus arizonica* Sarg., *A. bicolor* S.González, M.González & P.D.Sørensen, *A. madrensis* S.González y *A. tessellata* P.D.Sørensen (González-Elizondo *et al.*, 2017b).

4.1.2 Descripción de los sitios de muestreo

En este ejido se seleccionaron tres sitios de muestreo con diferentes grados de perturbación: ligera, media y alta (Figura 2).

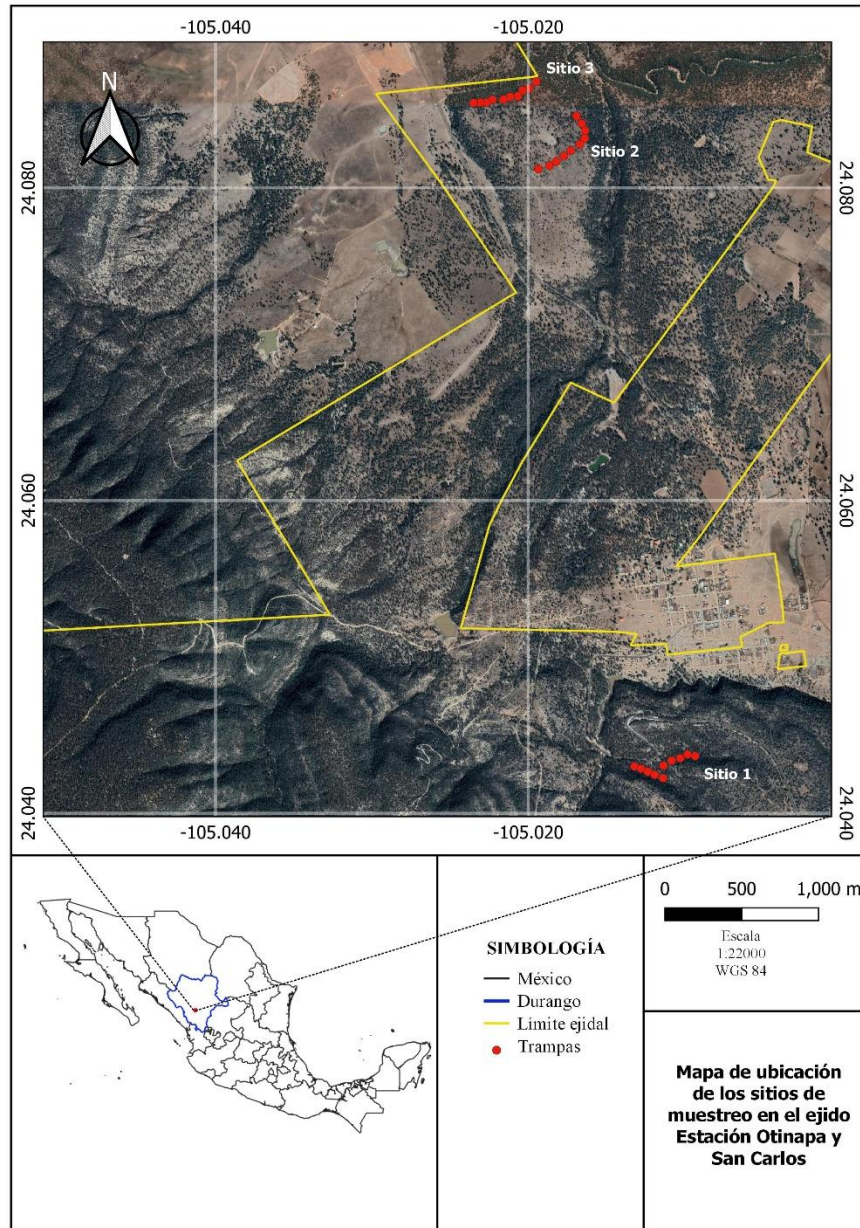


Figura 2. Ubicación de los sitios de muestreo en el Ejido Estación Otinapa y San Carlos, Durango.

El sitio 1 conocido como “Predio La curva”, se localiza en las coordenadas 24.042988 N y -105.013199 O, a 2,388 msnm. La vegetación es un bosque natural longevo de *Pinus-Quercus* con

perturbación ligera, presenta especies como *Pinus chihuahuana* y *P. cooperi* que superan los 20 m de altura, así como ejemplares de mediana y baja altura (3.0-10 m). De igual forma hay encinos (*Quercus* spp.) y madroños (*Arbutus* sp.), que miden de 1.0-5.0 m, tascates (*Juniperus deppeana*) y pequeños grupos de manzanita (*Arctostaphylos pungens*) (Figura 3).



Figura 3. Vegetación característica del Sitio 1 “La Curva” Ejido Estación Otinapa y San Carlos, Durango.

El sitio 2 “La Mesa de En Medio”, es una extensa llanura localizada a 2,381 msnm, en las coordenadas 24.081212 N y -105.019341 O. Presenta un alto grado de perturbación, ya que, en 2012, fue una de las principales zonas afectadas por escarabajos descortezadores, donde posteriormente se realizaron actividades de saneamiento que incluyeron derribo y descortezado de árboles. Actualmente la vegetación está representada por una plantación de *Pinus engelmannii* de entre 5.0 y 10 años, cuyos ejemplares no superan la altura de 1.5 m. Es posible encontrar árboles longevos aislados, vestigios de la vegetación originaria. Entre ellos hay *P. leiophylla* de 3.0 a 5.0 m, *P. chihuahuana* y *P. cooperi* de 15-20 m de altura, *Quercus* de 4.0-8.0 m y tascates (*Juniperus deppeana*) (Figura 4).



Figura 4. Vegetación característica del Sitio 2 “La mesa de en medio”, Ejido Estación Otinapa y San Carlos, Durango.

El sitio 3 “Barranca de la Mesa”, se localiza a un costado de “La Mesa de en medio” sitio 2, en las coordenadas 24.086794 N; -105.019480 O, a 2,376 msnm. El grado de perturbación es moderado, presenta árboles muertos y moribundos, así como estragos del brote epidémico ocurrido en 2012. La vegetación es bosque de *Pinus-Quercus* compuesto por pinos (*P. leiophylla*, *P. cooperi*, *P. chihuahuana*, *P. engelmani*), encinos (*Quercus* spp.), madroños (*Arbutus* sp.) y manzanita (*Arctostaphylos pungens*) (Figura 5).



Figura 5. Vegetación característica del Sitio 3 “La barranca de la mesa”, Ejido Estación Otinapa y San Carlos, Durango.

4.2 Sistema de trampeo

Por medio de recorridos en campo, se establecieron tres sitios de monitoreo para captura de Scolytinae, uno para cada sitio y con distinto grado de perturbación (ligera, moderada y alta). En cada sitio se estableció un transecto de 500 m, donde se colocaron 10 trampas de tipo Ecoiapar (Barrera *et al.*, 2003); suspendidas con cuerda a 1.5 m y con una separación entre cada trampa de 50 m. A cada una de las trampas se les colocó un cebo en la parte media, que consistía en tubos de centrifugado de 50 mL que contenían alcohol etílico puro de caña de 96° y cuya volatilización se dio por medio de cuatro perforaciones de 1.5 mm en la parte superior de cada tubo. En la base de la trampa se agregaron de 200 a 300 mL de anticongelante (Propilenglicol Bardahl®) diluido en agua en proporciones de 1:1, que permitió capturar y conservar los insectos. Finalmente, a cada trampa se le colocó un trozo de cinta donde se rotuló el no. de trampa y el sitio de colecta (Figura 6).



Figura 6. Establecimiento del sistema de trampeo para captura de Scolytinae. Ejido Estación Otinapa y San Carlos, Durango.

4.3 Revisión de trampas

Los insectos fueron recolectados al final de cada mes, de diciembre 2019 a noviembre del 2020. En cada revisión, con ayuda de una brocha de una pulgada, se removieron los insectos de la base de la trampa y se vaciaron con el anticongelante en un recipiente plástico sobre un colador que ayudo en la separación de los insectos. Posteriormente con un pincel los insectos se colocaron en frascos plásticos de 2.5 mL con alcohol al 70 % como conservador, para después rotular el recipiente con los datos del sitio, tratamiento y fecha.

4.4 Identificación Taxonómica

Los insectos fueron trasladados para su identificación al laboratorio de Fitosanidad Forestal, del Colegio de Posgraduados, Campus Montecillo, en Texcoco, Estado de México, para lo cual se

utilizaron claves taxonómicas de Wood (1982) y la corroboración taxonómica del material de Scolytinae fue hecha por el Dr. Armando Equihua Martínez del Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Texcoco, Estado de México.

4.5 Base de datos

Para el manejo de los datos del monitoreo se generó una tabla en Microsoft Office Excel®, donde previamente se estableció el no. de colecta y la fecha. Posteriormente en las filas se añadió cada uno de los sitios con sus diez trampas; mientras que las columnas correspondieron a los distintos órdenes, familias y subfamilias de insectos colectados, iniciando con Scolytinae como el más importante (Figura 7).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1																	
2	6a recolecta 31/05/20																
3																	
4	Sitio 1	Scolytinae	Bostrichidae	Hymenoptera	Chalcidoidea	Ichneumonidae	Diptera	Lepidoptera	Staphilynida	Trogositidae	Hemiptera	Homoptera	Coleoptera	Coleoptera	importancia	Acari	Neuropte
5	Trampa 1	1					1	1				2			2		
6	Trampa 2							90				2			3		
7	Trampa 3			3				12	3						2		
8	Trampa 4			10				6	2		1		1		3		
9	Trampa 5			1				28	8						3		
10	Trampa 6	1					2	1	2				1		1		
11	Trampa 7			3			2	42	3								
12	Trampa 8			1				10					1		1		
13	Trampa 9			8			5	15	1				1		2		
14	Trampa 10			5			3	16	8				7				
15																	
16	Sitio 2	Scolytinae	Bostrichidae	Hymenoptera	Chalcidoidea	Ichneumonidae	Diptera	Lepidoptera	Staphilynida	Trogositidae	Hemiptera	Homoptera	Coleoptera	Coleoptera	importancia	Acari	Neuropte
17	Trampa 1	1					1	6	1						2		
18	Trampa 2				6			5	2						1		
19	Trampa 3							3+2 Sirfidae	2						1		
20	Trampa 4			2				4	5								
21	Trampa 5	1						3	3						1		
22	Trampa 6	1						32 + 1 Sirfidi	7			1					
23	Trampa 7	3		2				7	2								
24	Trampa 8	2		10	2			1	4						1		
25	Trampa 9	2		1				2	1						2		
26	Trampa 10				1		1		4						1		

Figura 7. Base de datos y resultados correspondientes a las recolectas de Scolytinae.

4.6 Toma de fotografías

Para la toma de imágenes del material de Scolytinae colectado, se usó una cámara Canon EOS Rebel® T7, un microscopio estereoscópico y uno compuesto. Las fotografías correspondieron a los ejemplares mejor conservados para cada especie. Para cada ejemplar, se usaron tres vistas: dorsal, lateral y declive. Posteriormente con ayuda del Software Zerene Stacker versión 1.04 Zerene Systems, LL, las fotografías fueron alineadas y apiladas, generando una fotografía compuesta. Por último, se procedió a la edición de las imágenes por medio del uso de Photoshop®. Sumado al registro fotográfico se añadió información de las especies sobre su distribución y hospederos con información de la página del Dr. Thomas H. Aktinson (<https://www.barkbeetles.info/index.php>).

4.7 Análisis de datos

4.7.1 Determinación de riqueza y abundancia de escolitinos

Después de haber realizado la separación e identificación taxonómica de los ejemplares, la información fue ordenada, tomando en cuenta la especie, fecha de colecta y hábito alimenticio. Con esto se obtuvo el número de especies y organismos capturados, así como el porcentaje de los diferentes hábitos alimenticios en cada uno de los tres sitios.

4.7.2 Cuantificación de la diversidad alfa y beta

Para la diversidad alfa se tomaron en cuenta aspectos biológicos como riqueza específica y estructura de la comunidad. La primera, considerada como el número de especies presentes, fue determinada por medio del índice de Margalef (D_{MG}), basado en la relación entre el número de especies y el número total de individuos (Magurran, 1998). Para medir la estructura de la comunidad se usaron índices de abundancia proporcional e índices de equidad. La abundancia proporcional fue determinada con el índice de Simpson (S') que indica la probabilidad de que dos individuos tomados de una muestra al azar sean de la misma especie (Moreno, 2001). En cuanto a índices de equidad se tomó el de Shannon-Wiener (H') y el índice de equidad de Pielou (J'). El primero expresa la uniformidad de los valores de importancia por medio de todas las especies presentes en la muestra, mide el grado de incertidumbre en la predicción de la especie a la cual pertenece un individuo tomado al azar de una colección. Por otra parte, el índice de Pielou mide la proporción de la diversidad observada y su relación con la máxima diversidad esperada (Baev y Penev, 1995; Magurran, 1988; Moreno, 2001; Peet, 1974).

La diversidad Beta fue determinada con índices de similitud y disimilitud para datos cualitativos, basados en la presencia y ausencia de especies (Moreno, 2001). De esta forma, se usó el coeficiente de similitud de Jaccard (I), el cual es una relación entre las especies de cada sitio y las especies presentes en todos los sitios. También se calcularon los índices de reemplazo de especies por medio del índice de Whittaker. El análisis de los diferentes índices fue realizado con ayuda del software PAST3 version 3.20.

4.7.3 Curva de acumulación de especies

Para medir la eficacia del muestreo, se utilizó una curva de acumulación de especies, la cual se basa en el esfuerzo de muestreo realizado en función del número de especies encontradas para cada nivel de muestreo. Los resultados tomados de la curva fueron: riqueza observada (número de individuos), cobertura de abundancia y la riqueza esperada (número de organismo necesarios para llegar a la asíntota). Para realizar dicha curva, se usó el software EstimatesS versión 9.10, Robert K. Colwell, 2013.

4.8 Fluctuación poblacional

Para las gráficas de fluctuación poblacional se utilizó Microsoft Office Excel[®], en donde los datos fueron ordenados de acuerdo con la fecha de recolecta y el no. de individuos capturados para cada sitio. Basados en el método anterior, se realizaron graficas individuales para las especies más abundantes para cada uno de los sitios.

4.9 Organismos asociados

Con ayuda de claves taxonómicas y a de especialistas, se identificaron insectos asociados a la subfamilia Scolytinae, como depredadores (Coleoptera: Cleridae, Staphyllinidae, Hitiridae), parasitoides (Hymenoptera: Ichniumonidae) y algunos insectos cuya representatividad a lo largo del muestreo fue muy marcada (Lepidoptera).

V. RESULTADOS

5.1 Diversidad de especies

En el presente estudio, se recolectó un total de 231 individuos, pertenecientes a 10 géneros y 23 especies de la subfamilia Scolytinae. Los géneros con mayor riqueza fueron *Pityophthorus* con siete especies, *Monarthrum* con cuatro y *Corthylus* con tres. Por otro lado, los géneros más abundantes fueron: *Monarthrum* y *Corthylus*, con 149 y 25 individuos, respectivamente.

Las especies más abundantes fueron *Monarthrum tuberculatum* con 114 individuos, *Monarthrum huachucae* con 32, *Corthylus nudus* con 20, *Pseudopityophthorus granulatus* con 19 y *Amphricranus rameus* con 14. Del total de individuos recolectados, el sitio tres fue el más abundante con 119 individuos, seguido por el sitio dos con 74 organismos y por último el sitio uno con 38 organismos.

Para el estado de Durango se lograron 11 nuevos registros siguientes: *Corthylus nudus*, *C. burgosi*, *Hylurgops longipennis*, *Monarthrum ca. scutellare*, *M. huachucae*, *M. tuberculatum* *M. xalapensis*, *Pityophthorus ca. miniatus*, *P. cacuminatus*, *P. virilis*, y *Pseudopityophthorus granulatus*. Para México, se obtuvo a *Pityophthorus infulatus* como un nuevo registro y cuya distribución existía solo para Estados Unidos y Canadá.

En el sitio uno se encontraron 38 escolítinos, pertenecientes a 13 de las 23 especies reportadas, lo que representó más del 56% de la diversidad total del presente estudio. Las especies encontradas fueron: *Amphicranus rameus*, *Corthylus detrimmentosus*, *C. fuscus*, *C. burgosi*, *Gnathotrichus dentatus*, *G. sulcatus*, *Hylurgops longipennis*, *Monarthrum huachucae* *M. tuberculatum*, *Pityophthorus infulatus*, *P. ingens* y *Pseudopityophthorus granulatus*. Las especies más abundantes fueron: *A. rameus* y *C. nudus* con 10 individuos cada una, así como *M. huachucae* con cuatro individuos.

En el sitio dos se detectaron 74 escolitinos, pertenecientes a 12 especies siguientes: *Conophthorus ponderosae*, *Corthylus nudus*, *Gnathotrichus dentatus*, *Monarthrum huachucae*, *M. tuberculatum*, *Pityoborus rubentis*, *Pityophthorus annectens*, *P. ca. miniatus*, *P. confosus*, *P. virilis*,

Pseudopityophthorus granulatus y *P. pruinosus*. La especie más abundante fue *M. tuberculatum* con 48 individuos, lo que representó más del 64.86 % de la abundancia total del sitio.

El sitio tres registró 119 individuos de 11 especies siguientes: *Amphicranus rameus*, *Corthylus nudus*, *C. burgosi*, *Gnathotrichus dentatus*, *Micracis incerta*, *Monarthrum huachucae*, *M. tuberculatum*, *M. xalapensis*, *Pityophthorus confusus*, *P. cacuminatus* y *Pseudopityophthorus granulatus*. Las especies con mayor abundancia fueron *M. tuberculatum* con 64 individuos, representando el 53.78 % del total de individuos, *M. huachucae* con 24 y *C. nudus* con nueve individuos (Cuadro 1).

Cuadro 1. Escolitinos colectados en trampas de etanol en el Ejido Otinapa y San Carlos, Durango.

Especie	Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3	Total especie	Hábito alimenticio
<i>Amphicranus rameus</i>	10	-	4	14	Xilomicetófago
<i>Conophthorus ponderosae</i>	-	1	-	1	Espermatófago
<i>Corthylus detrimmentosus</i>	1	-	-	1	Xilomicetófago
<i>Corthylus nudus</i> *	10	1	9	20	Xilomicetófago
<i>Corthylus burgosi</i> *	1	-	3	4	Xilomicetófago
<i>Gnathotrichus dentatus</i>	2	3	3	8	Xilomicetófago
<i>Gnathotrichus sulcatus</i>	1	-	-	1	Xilomicetófago
<i>Hylurgops longipennis</i> *	1	-	-	1	Floéfago
<i>Micracis incerta</i>	-	-	1	1	Xilomicetófago
<i>Monarthrum tuberculatum</i> *	2	48	64	114	Xilomicetófago
<i>Monarthrum ca. scutellare</i> *	1	-	-	1	Xilomicetófago
<i>Monarthrum huachucae</i> *	4	4	24	32	Xilomicetófago
<i>Monarthrum xalapensis</i> *	-	-	2	2	Xilomicetófago
<i>Pityoborus rubentis</i>	-	1	-	1	Floéfago
<i>Pityophthorus annectens</i>	-	1	-	1	Floéfago
<i>Pityophthorus ca. Miniatus</i> *	-	2	-	2	Floéfago
<i>Pityophthorus cacuminatus</i> *	-	-	2	2	Floéfago
<i>Pityophthorus confusus</i>	-	1	1	2	Floéfago
<i>Pityophthorus infulatus</i> **	1	-	-	1	Floéfago
<i>Pityophthorus ingens</i>	1	-	-	1	Floéfago
<i>Pityophthorus virilis</i> *	-	1	-	1	Floéfago
<i>Pseudopityophthorus granulatus</i> *	3	10	6	19	Floéfago
<i>Pseudopityophthorus pruinosus</i>	-	1	-	1	Floéfago
No. de especies	13	12	11		
Total de individuos	38	74	119	231	

*Nuevos registros para Durango. **Nuevos registros para México.

***Amphicranus rameus* Wood 1967 (Figura 8)**

Distribución: México (Durango, México, Michoacán).

Reportes para Durango: El Salto, Pueblo Nuevo.

Sitios de captura y fecha: sitios uno y tres, en los meses de agosto y septiembre, 2020.

Hospederos: *Quercus* sp. También se ha colectado en trampas de feromonas y Lindgreen.



Figura 8. *Amphicranus rameus* Wood 1967; (A) vista dorsal, (B) lateral y (C) declive.

***Conophthorus ponderosae* Hopkins 1915 (Figura 9)**

Distribución: Canadá (British Columbia), Estados Unidos (Arizona, California, Colorado, Idaho, Montana, Nebraska, Nevada, New Mexico, Oregon, Utah, Washington, Wyoming), México (Baja California, Chihuahua, Coahuila, Distrito Federal, Durango, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Nuevo León, Puebla, Sonora, Tlaxcala, Veracruz).

Reportes para Durango: El Salto, Pueblo Nuevo.

Sitios de captura y fecha: sitio dos, septiembre 2020.

Hospederos: *Abies* sp., *Pinus aristata*, *P. arizonica*, *P. contorta*, *P. douglasiana*, *P. duranguensis*, *P. flexilis*, *P. hartwegii*, *P. jeffreyi*, *P. lambertiana*, *P. leiophylla*, *P. montezumae*, *P. monticola*, *P. ponderosa*, *P. ponderosa* var. *scopulorum*, *P. radiata*, *P. rudis*, *P. stobus*, *P. strobiformis*, *P. washoensis*. También se ha colectado en trampas de feromonas (alfa-pineno + etanol), trampas de luz, trampas Lindgren (α -Pineno + etanol, etanol y señuelo exótico de *Ips*).



Figura 9. *Conophthorus ponderosae* Hopkins 1915; (A) vista dorsal, (B) lateral y (C) declive

***Corthylus detrimentosus* Schedl 1940 (Figura 10)**

Distribución: México (Durango, Guerrero, Jalisco, México, Michoacán, Morelos).

Reportes para Durango: El Salto, Pueblo Nuevo; Durango, Dgo.

Sitios de captura y fecha: sitio uno, junio 2020.

Hospederos: *Spondias purpurea*, *Alnus* sp; *Baccharis conferta*, *Montanoa* sp; *Arbutus* sp; *Dodonea viscosa* y hospedero de la familia Lauraceae: no especificado. También se ha colectado con trampas de botella, luz ultravioleta, feromonas (sulcatol) y pitfall (etanol).



Figura 10. *Corthylus detrimentosus* Schedl 1940; (A) vista dorsal, (B) lateral y (C) declive.

***Corthylus nudus* Schedl 1940 (Figura 11)**

Distribución: México (Chiapas, Distrito Federal, Estado de México, Hidalgo, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla, Veracruz).

Sitios de captura y fecha: sitio uno, dos y tres; junio, julio, agosto, septiembre 2020.

Hospederos: *Alnus* sp., *Platanus occidentalis*, *Populus* sp. Asimismo, ha sido colectado con trampas de botella (etanol), luz ultravioleta y trampas Lindgren.

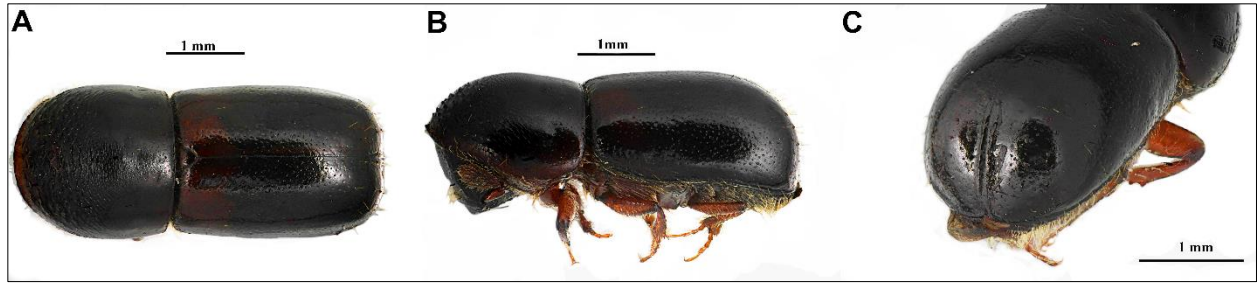


Figura 11. *Corthylus nudus* Schedl 1940; (A) vista dorsal, (B) lateral y (C) declive.

***Corthylus burgosi* Atkinson 2020 (Figura 12)**

Distribución: México (Michoacán y Morelos).

Sitios y mes de captura: sitio uno y tres, julio, agosto y septiembre 2020

Hospederos: No se conocen hospederos de la especie, sin embargo, se ha capturado con trampas alpha-scents 4 vane y de luz.

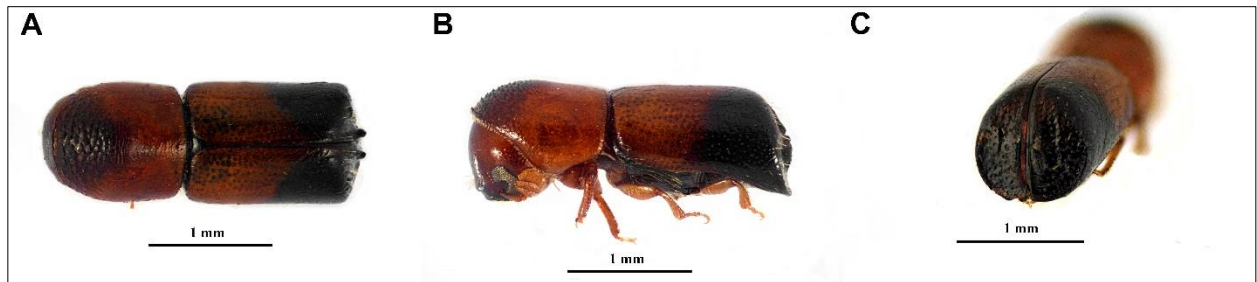


Figura 12. *Corthylus burgosi* Atkinson 2020; (A) vista dorsal, (B) lateral y (C) declive.

***Gnathotrichus dentatus* Wood 1967 (Figura 13)**

Distribución: México (Durango, México, Michoacán, Morelos, Querétaro, Tlaxcala).

Reportes para Durango: El Salto, Pueblo Nuevo.

Sitios y mes de captura: sitio uno, dos y tres; enero, mayo, agosto, 2020.

Hospederos: *Alnus* sp., *Quercus rugosa*, *Abies religiosa*. También se ha colectado con trampas de botella.



Figura 13. *Gnathotrichus dentatus* Wood 1967; (A) vista dorsal, (B) lateral y (C) declive.

***Gnathotrichus sulcatus* LeConte 1868 (Figura 14)**

Distribución: El Salvador; Guatemala (Guatemala, Huehuetenango, Totonicapán); Honduras (Francisco Morazán); Canadá (British Columbia); Estados Unidos (Alaska, Arizona, California, Colorado, Idaho, Nevada, Nuevo México, Oregón, Dakota del Sur, Utha, Washington); México (Chiapas, Chihuahua, Coahuila, Distrito Federal, Durango, Guerrero, Hidalgo, México, Michoacán, Morelos, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luís Potosí, Sinaloa, Tlaxcala, Veracruz

Reportes para Durango: El Salto, Pueblo Nuevo; Durango, Dgo.

Sitios y mes de captura: sitio uno; febrero 2020.

Hospederos: *Abies concolor*, *A. magnifica*, *A. religiosa*, *Pinus ayacahuite*, *P. duranguensis*, *P. engelmannii*, *P. gregii*, *P. hartwegii*, *P. leiophylla*, *P. montezumae*, *P. patula*, *P. ponderosa*, *P. pseudostrobus*, *P. rudis*, *Pinus* sp; *Pseudotsuga menziesii*; *Tsuga heterophylla*. Asimismo, se ha colectado con trampas de feromonas (alfa-pineno + etanol, etanol, atrayente para *Ips*).



Figura 14. *Gnathotrichus sulcatus* LeConte 1868; (A) vista dorsal, (B) lateral y (C) declive.

***Hylurgops longipennis* (Blandford 1896) (Figura 15)**

Distribución: Russia (Khabarovsk); Guatemala (Quiché); México: (Chiapas, Distrito Federal, Hidalgo, México, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Veracruz).

Sitios y mes de captura: sitio uno; febrero, 2020.

Hospederos: *Pinus hartwegii*, *P. leiophylla*, *P. patula*, *P. pseudostrobus*. De igual manera se ha recolectado en hojarasca y trampas de feromonas.

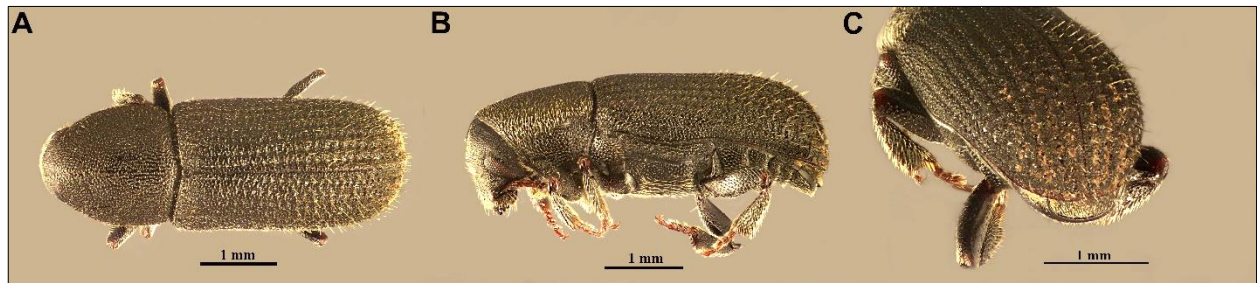


Figura 15. *Hylurgops longipennis* Blandford 1896; (A) vista dorsal, (B) lateral y (C) declive.

***Micracis incerta* Wood 1971 (Figura 16)**

Distribución: México (Durango).

Reportes para Durango: El Salto, Pueblo Nuevo; Durango, Dgo.

Sitios y mes de captura: sitio tres; junio 2020.

Hopederos: *Quercus* sp.



Figura 16. *Micracis incerta* Wood 1971; (A) vista dorsal, (B) lateral y (C) declive.

***Monarthrum huachucae* Wood 1959 (Figura 17)**

Distribución: Estados Unidos (Nuevo México, Arizona), México (Nuevo León, Sonora).

Sitios y mes de captura: todos los sitios; febrero, marzo, abril, mayo, junio, julio, 2020.

Hospederos: *Quercus cupreata* y *Q. hypoleucoides*. Se ha colectado con el uso de trampas de luz ultravioleta, trampas Lindgren.



Figura 17. *Monarthrum huachucae* Wood 1959; (A) vista dorsal, (B) lateral y (C) declive.

***Monarthrum scutellare* LeConte 1857 (Figura 18)**

Distribución: Canadá (British Columbia), Estados Unidos (California, Oregón, Washington), México (Baja California).

Sitios y mes de captura: sitio uno; octubre 2020.

Hospedero: *Chrysolepsis* sp; *Lithocarpus densiflora*, *L. densiflorus*, *Quercus agrifolia*, *Q. kelloggii*, *Quercus* sp; *Umbellularia californica*. También se ha colectado en trampas de feromonas (alfa-pineno + etanol), embudo de Berlese en hojarasca de roble, trampa de luz ultravioleta, trampa Lindgren (alfa-pineno + etanol y etanol) y trampa malaise.



Figura 18. *Monarthrum scutellare* LeConte 1857; (A) vista dorsal, (B) lateral y (C) declive.

***Monarthrum tuberculatum* Wood 2007 (Figura 19)**

Distribución: México (Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Tlaxcala).

Sitios y mes de captura: todos los sitios; todos los meses 2020.

Hospederos: Desconocidos, se ha reportado atraído a trampas de luz ultravioleta, trampas Lindgren, trampas de feromonas y trampas pitfall con etanol.



Figura 19. *Monarthrum tuberculatum* Wood 2007; (A) vista dorsal, (B) lateral y (C) declive.

***Monarthrum xalapensis* Wood 1987 (Figura 20)**

Distribución: México (Hidalgo, México, Veracruz).

Sitios y mes de captura: sitio tres; febrero, marzo, 2020.

Hospederos: *Quercus* sp., de igual manera se ha colectado con trampas de luz.



Figura 20. *Monarthrum xalapensis* Wood 1987; (A) vista dorsal, (B) lateral y (C) declive.

***Pityoborus rubentis* Wood 1958 (Figura 21)**

Distribución: México (Chihuahua, Durango, Jalisco, México, Michoacán, Puebla, Sonora).

Reportes para Durango: El Salto, Pueblo Nuevo, Durango.

Sitios y mes de captura: sitio dos; junio 2020.

Hospederos: *Pinus engelmannii*, *P. oocarpa*, *Pinus* sp.

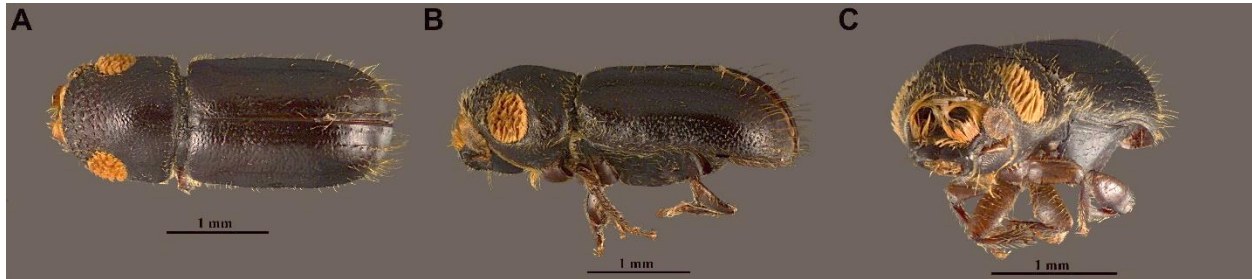


Figura 21. *Pityoborus rubentis* Wood 1958; (A) vista dorsal, (B) lateral y (C) declive.

***Pityophthorus annectens* LeConte 1878 (Figura 22)**

Distribución: Belice, Bahamas, México (Chiapas, Durango, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Oaxaca), Estados Unidos (Alabama, ARIZONA, Arkansas, Florida, Georgia, Illinois, Louisiana, Mississippi, Nuevo México, Carolina del Norte, Carolina del Sur, Texas, Virginia).

Reportes para Durango: El Salto, Pueblo Nuevo; Durango.

Sitios y mes de captura: sitio dos; junio 2020.

Hospederos: *Pinus ayacahuite*, *P. caribea*, *P. clausa*, *P. edulis*, *P. elliottii*, *P. elliottii elliottii*, *P. engelmannii*, *P. lawsoni*, *P. leiophylla*, *P. palustris*, *P. ponderosa*, *P. resinosa*, *P. taeda*, *Pinus* sp. También se capturo con el uso de trampas de feromonas (alfa-pineno + etanol), trampas de aroma alfa de cuatro paletas (etanol), trampas de luz fluorescente, vapor de mercurio + ultravioleta, trampas de rayos UV, Lindgren (ipsdienol) y trampas de ventana.

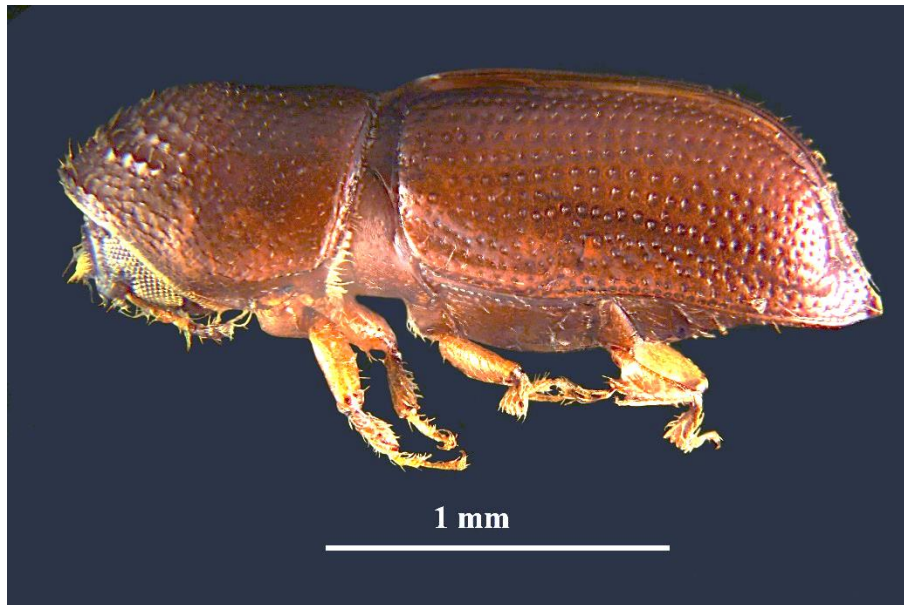


Figura 22. *Pityophthorus annectens* LeConte 1878; vista dorsal.

***Pityophthorus ca. miniatus* Bright 1981 (Figura 23)**

Distribución: Guatemala (Sololá); Honduras (Francisco Morzán); Nicaragua (Estelí); México (Oaxaca).

Sitios y mes de captura: sitio dos; octubre, noviembre, 2020.

Hospederos: *Pinus lawsoni*, *P. oocarpa*, *P. pseudostrobus*, *Pinus* sp.

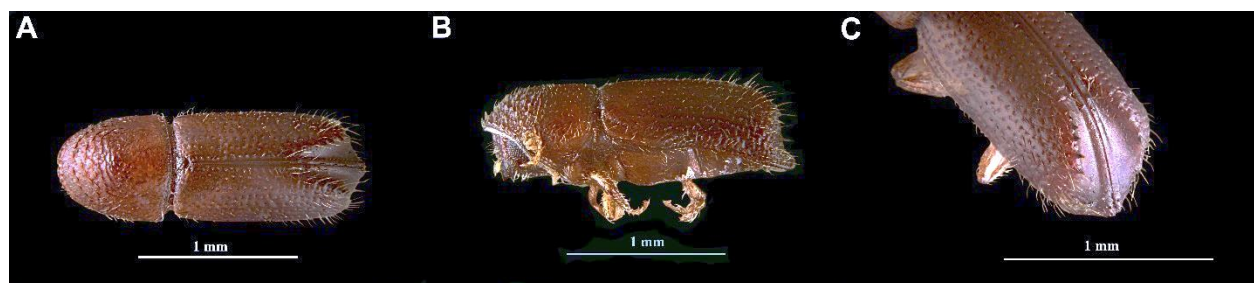


Figura 23. *Pityophthorus ca. miniatus* Bright 1981; (A) vista dorsal, (B) lateral y (C) declive.

***Pityophthorus cacuminatus* Blandford 1904 (Figura 24)**

Distribución: Guatemala (Baja Verapaz), Honduras (El Paraíso, Francisco Morzán), México (Chiapas, Durango, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Morelos).

Reportes para Durango: La Capilla del Taxte.

Sitios y mes de captura: sitio tres; enero, julio, 2020.

Hospederos: *Pinus gregii*, *P. michoacana*, *P. montezumae*, *P. oocarpa*, *P. patula*, *P. pseudostrobus*, *P. tenuifolia*, *Pinus* sp.



Figura 24. *Pityophthorus cacuminatus* Blandford 1904; (A) vista dorsal, (B) lateral y (C) declive.

***Pityophthorus confusus* Blandford 1904 (Figura 25)**

Distribución: El Salvador (Santa Ana), Guatemala (Baja Verapaz), Honduras (El paraíso y Francisco Morzán), Nicaragua (Estelí, Nuevo Segovia), Bahamas, Estados Unidos (Alabama, Arkansas, Delaware, Florida, Georgia, Kentucky, Louisiana, Maryland, Mississippi, Missouri, Nuevo México, Carolina del Norte, Pennsylvania, Carolina del Sur, Texas, Virginia Oeste Virginia), México (Chiapas, Durango, Guerrero, Jalisco, México).

Reportes para Durango: El Salto, Pueblo Nuevo.

Sitios y mes de captura: sitio dos y tres; marzo 2020, diciembre 2019.

Hospederos: *Pinus clausa*, *P. echinata*, *P. elliottii*, *P. michoacana*, *P. ochoterenai*, *P. oocarpa*, *P. palustris*, *P. remota*, *Pinus* sp., *P. taeda*, *P. tenuifolia*, *P. teocote*, *P. virginiana*. Otros métodos de captura han incluido trampas de feromonas (alfa-pineno + etanol), trampas de luz ultravioleta, trampas lindgren (alfa-pineno + etanol, etanol, cebo para *Ips*).

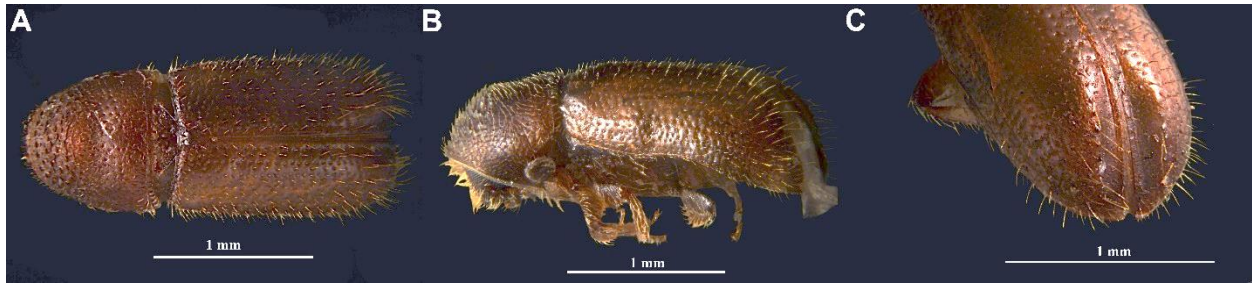


Figura 25. *Pityophthorus confusus* Blandford 1904; (A) vista dorsal, (B) lateral y (C) declive.

***Pityophthorus infulatus* Blackman 1928 (Figura 26)**

Distribución: Estados Unidos (Arizona, California, Nuevo México)

Sítios y mes de captura: sitio uno; mayo, 2020.

Hospederos: *Abies concolor*, *Pinus edulis*, *P. ponderosa*, *P. strobiformis*.

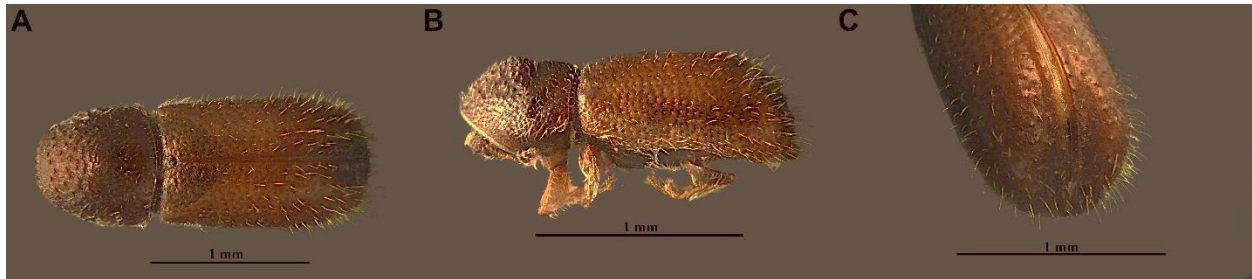


Figura 26. *Pityophthorus infulatus* Blackman 1928; (A) vista dorsal, (B) lateral y (C) declive.

***Pityophthorus ingens* Blackman 1928 (Figura 27)**

Distribución: Estados Unidos (Arizona), México (Chihuahua, Durango).

Reportes para Durango: Durango.

Sitio y mes de captura: sitio uno; enero, 2020.

Hospederos: *Pinus ponderosa*, *Pinus* sp.



Figura 27. *Pityophthorus ingens* Blackman 1928; (A) vista dorsal, (B) lateral y (C) declive.

***Pityophthorus virilis* Blackman 1928 (Figura 28)**

Distribución: Estados Unidos (Arizona, Colorado, Indiana, Missouri, Nuevo México, Texas, Uta, Wyoming), México (Chihuahua).

Sitios y mes de captura: sitio dos; junio, 2020.

Hospederos: *Rhus aromatica*, *R. choriophylla*, *R. copallina*, *R. microphylla*, *Rhus* sp., *R. triloba*, *R. trilobata*, *R. virens*. Otros métodos de captura han sido trampas de luz ultravioleta.



Figura 28. *Pityophthorus virilis* Blackman 1928; (A) vista dorsal, (B) lateral y (C) declive.

***Pseudopityophthorus granulatus* Blackman 1931 (Figura 29)**

Distribución: Estados Unidos (Arizona), México (Sonora)

Sitios y mes de captura: todos los sitios; enero, julio, agosto, septiembre, noviembre, 2020.

Hospederos: *Quercus griseus*, *Q. hypoleuca*, *Q. hypoleuoides*, *Q. mcvaughii*, *Quercus* sp. Se ha capturado también con el uso de trampas de luz ultravioleta.

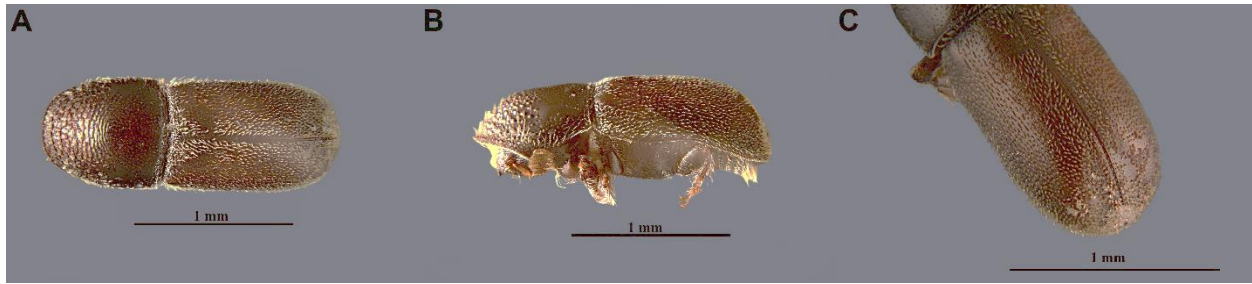


Figura 29. *Pseudopityophthorus granulatus* Blackman 1931; (A) vista dorsal, (B) lateral y (C) declive.

***Pseudopityophthorus pruinosus* Eichhoff 1878 (Figura 30)**

Distribución: Guatemala (Escuintla), Honduras (Francisco Morzán), Nicaragua (Estelí), Estados Unidos (Arizona, Arkansas, California, Connecticut, Distrito de Columbia, Florida, Georgia, Indiana, Kansas, Louisiana, Maryland, Michigan, Mississippi, Missouri, Nueva Jersey, Nueva York, Carolina del Norte, Oklahoma, Pensylvania, Carolina del Sur, Tennessee, Texas, Virginia, Oeste Virginia), México (Chiapas, Durango, Guerrero, Michoacán, Morelos, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Sinaloa, Veracruz).

Reportes para Durango: El Salto, Pueblo Nuevo; Durango.

Sitios y mes de colecta: sitio dos; mayo 2020.

Hospedero: *Alnus* sp; *Persea* sp; *Prunus angustifolia*, *P. serótina*, *Castanea floridana*; *Fagus grandifolia*; *Quercus buckleyi*, *Q. coccinea*, *Q. falcata*, *Q. hondurensis*, *Q. hypoleucoides*, *Q. laevis*, *Q. laurifolia*, *Q. laurina*, *Q. marylandica*, *Q. nigra*, *Q. palustris*, *Q. sapotaefolia*, *Quercus* sp., *Q. stellata*, *Q. texana*, *Q. velutina*, *Q. virginiana*. Otros métodos han sido trampas de feromonas (alfa-pineno + etanol), trampas de aroma alfa de cuatro paletas “alpha-scents 4 vane” (etanol), interceptores de vuelo, trampas de luz (fluorescente, vapor de mercurio + luz ultravioleta), trampas Lindgren (alfa-pineno + etanol, etanol, cebo para *Ips*, feroprax), trampas de pegamento y trampas de ventana.

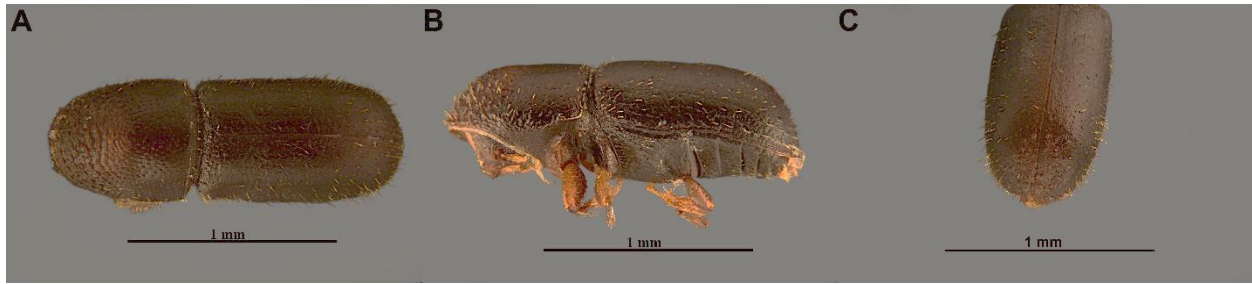


Figura 30. *Pseudopityophthorus pruinosus* Eichhoff 1878; (A) vista dorsal, (B) lateral y (C) declive.

5.2 Hábitos alimenticios

Los Scolytinae recolectados en el Ejido Otinapa y San Carlos, Durango, son de hábitos alimenticios xilomicetófagos, floeófagos y espermatófagos, los más abundantes fueron el floeófago y el xilomicetófago con 11 especies cada uno, mientras que el menos abundante fue el espermatófago con una especie (Figura 31-A). En el sitio uno, las especies de Scolytinae de hábitos xilomicetofagos con nueve fueron las más comunes, seguidas de las especies con fleofagia con cuatro (Figura 31-B). Por su parte el sitio dos presento especies con los tres hábitos alimenticios, Xilomicetofagia, Floeofagia y Espermatofagia, los cuales tuvieron cuatro, siete y una especie de Scolytinae, respectivamente (Figura 31-C). El sitio tres tuvo especies con los hábitos alimenticios Xilomicetofagia y Floeofagia, donde los escarabajos ambrosiales fueron los más abundantes con ocho especies y los descortezadores con tres (Figura 31-D).

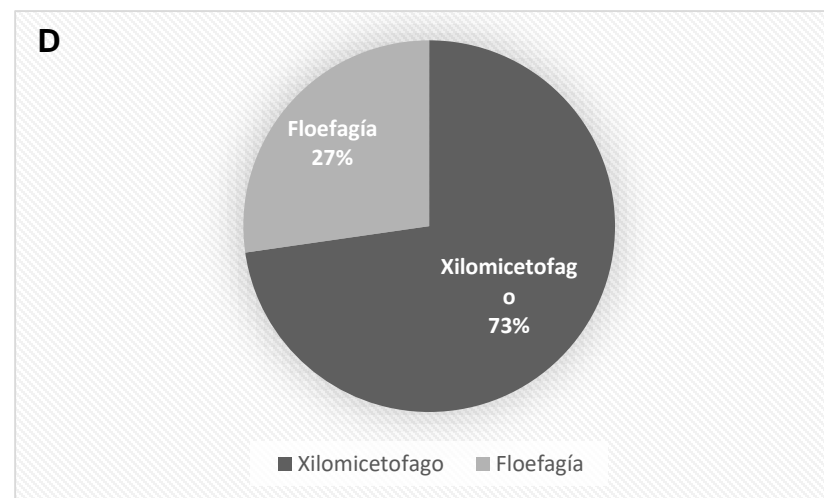
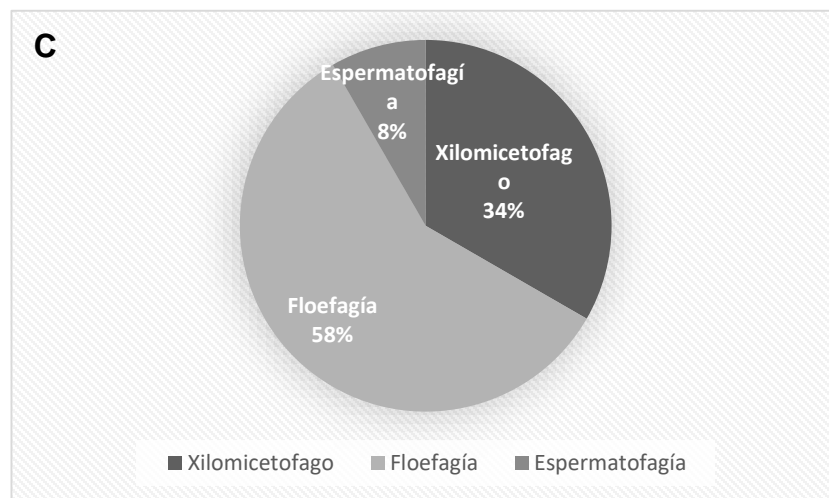
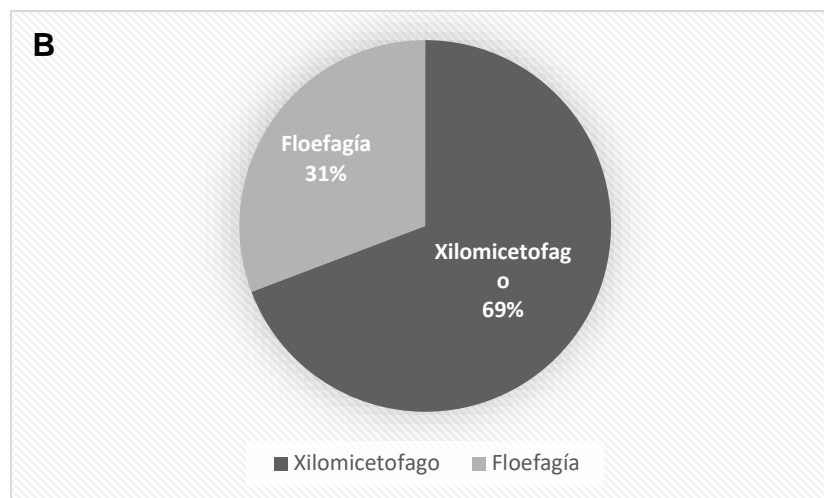
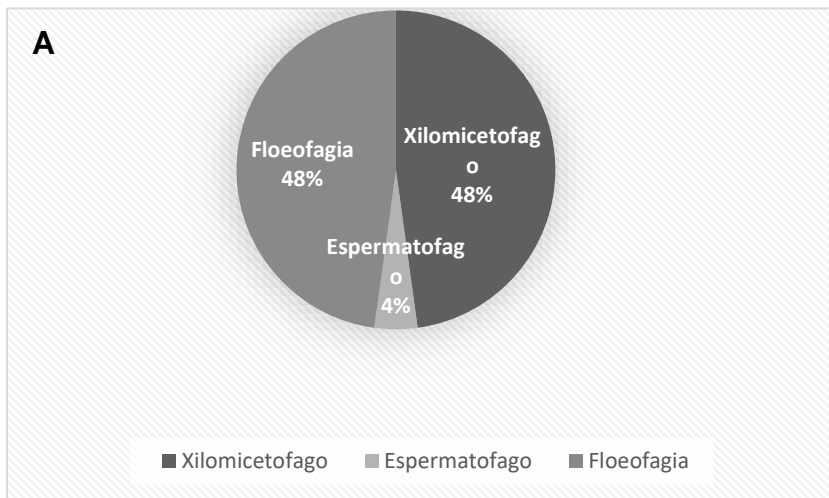


Figura 31. Hábitos alimenticios de Scolytinae recolectados en el Ejido Otinapa y San Carlos, Durango. A) Hábitos alimenticios en general; B) Hábitos alimenticios Sitio 1; C) Hábitos alimenticios Sitio 2; D) Hábitos alimenticios Sitio 3.

5.3 Índices de diversidad

5.3.1 Diversidad alfa

Según el índice de Margalef el sitio con mayor riqueza específica fue el sitio uno con 3.299, seguido por el sitio dos con 2.556 y el sitio tres con 2.092 (Cuadro 2). Para los tres sitios, la riqueza específica mostrada es media, pues valores menores a 2.00 representan baja riqueza y valores cercanos o mayores a 5.00 denotan una alta riqueza específica (Margalef, 1951).

La estructura de la comunidad a través del índice de Simpson 1-D mostró que el sitio uno es el que mayor abundancia proporcional con 0.8338, seguido con 0.6587 por el sitio tres, mientras que el sitio dos fue el que mostró menor abundancia proporcional con 0.5544. Al igual que en el anterior, Shannon-Wiener (H') mostro como más diverso el sitio uno con 2.12, por su parte el sitio dos fue el menos diverso con 1.344, mientras que el sitio tres quedo intermedio con 1.52. Por su parte el índice de equidad de equidad de Pielou J' señala que existe una mayor diversidad y uniformidad en el sitio uno (0.8266), seguido por el sitio tres (0.6337) y por último el sitio dos (0.5407), (Cuadro 2).

Cuadro 2. Índices de diversidad de escolitinos colectados en trampas de etanol en el Ejido Estación Otinapa y San Carlos, Durango.

Índice	Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3
Riqueza (s)	13	12	11
Individuos	38	74	119
Simpson_1-D	0.8338	0.5544	0.6587
Shannon_H	2.12	1.344	1.52
Margalef	3.299	2.556	2.092
Equitability_J	0.8266	0.5407	0.6337

5.3.2 Diversidad Beta

El índice de similaridad de Jaccard, muestra que existe una mayor similitud entre los sitios uno y tres, mientras que el sitio dos es el que tiene menor similaridad de especies (Figura 32).

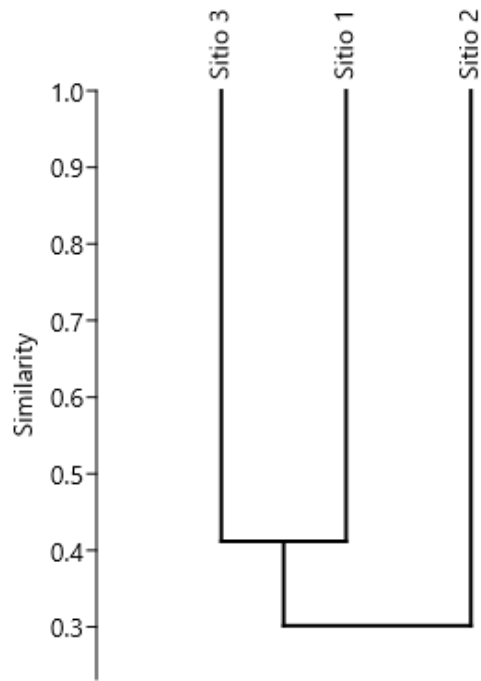


Figura 32. Dendrograma de similaridad de Jaccard de escolitinos de los sitios uno, dos y tres del Ejido Estación Otinapa y Durango.

Los resultados de este índice, muestran la más baja similitud para los sitios uno y dos con 25 %, por su parte el sitio uno y tres son los más semejantes con 41.17 %, mientras que los sitio dos y el tres son 35.29 % iguales (Cuadro 3).

Cuadro 3. Matriz de similaridad según Jaccard, para los tres sitios del Ejido Estación Otinapa y San Carlos, Durango.

	Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3
Sitio 1	1	0.25	0.41176471
Sitio 2	0.25	1	0.35294118
Sitio 3	0.41176471	0.35294118	1

El reemplazo de especies medido por el índice de Witaker mostro que la mayor diferencia es 0.5833 correspondiente a los sitios uno y dos, mientras que los sitios que mostraron mayor similitud son el sitio tres y uno con más del 41% (Cuadro 4).

Cuadro 4. Matriz de reemplazo con el índice de Witaker, para Scolytinae en tres sitios del Ejido Estación Otinapa y San Carlos, Durango.

	Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3
Sitio 1	0	0.58333	0.41667
Sitio 2	0.58333	0	0.45455
Sitio 3	0.41667	0.45455	0

5.4 Curva de acumulación de especies

La curva de acumulación de especies para los tres sitios mostro tendencia en su crecimiento. Sin embargo, en ninguno de los sitios se conoció la totalidad de especies de escolitinos, pues no se llegó a la asíntota, indicando que el esfuerzo de muestreo fue insuficiente. En el sitio uno, la eficiencia del muestreo fue de 52.14 %, por lo cual el estimador Chao 1 indica que es posible encontrar hasta 25 especies. Por su parte, el sitio dos mostro la eficiencia de muestreo más baja del estudio con 33.17 %, indicando que en el sitio es posible encontrar hasta 36 especies. En cuanto al sitio tres, este obtuvo la eficiencia de muestreo más alta, con un 91.74 %, indicando que es posible encontrar solo una especie más (Figura 33).

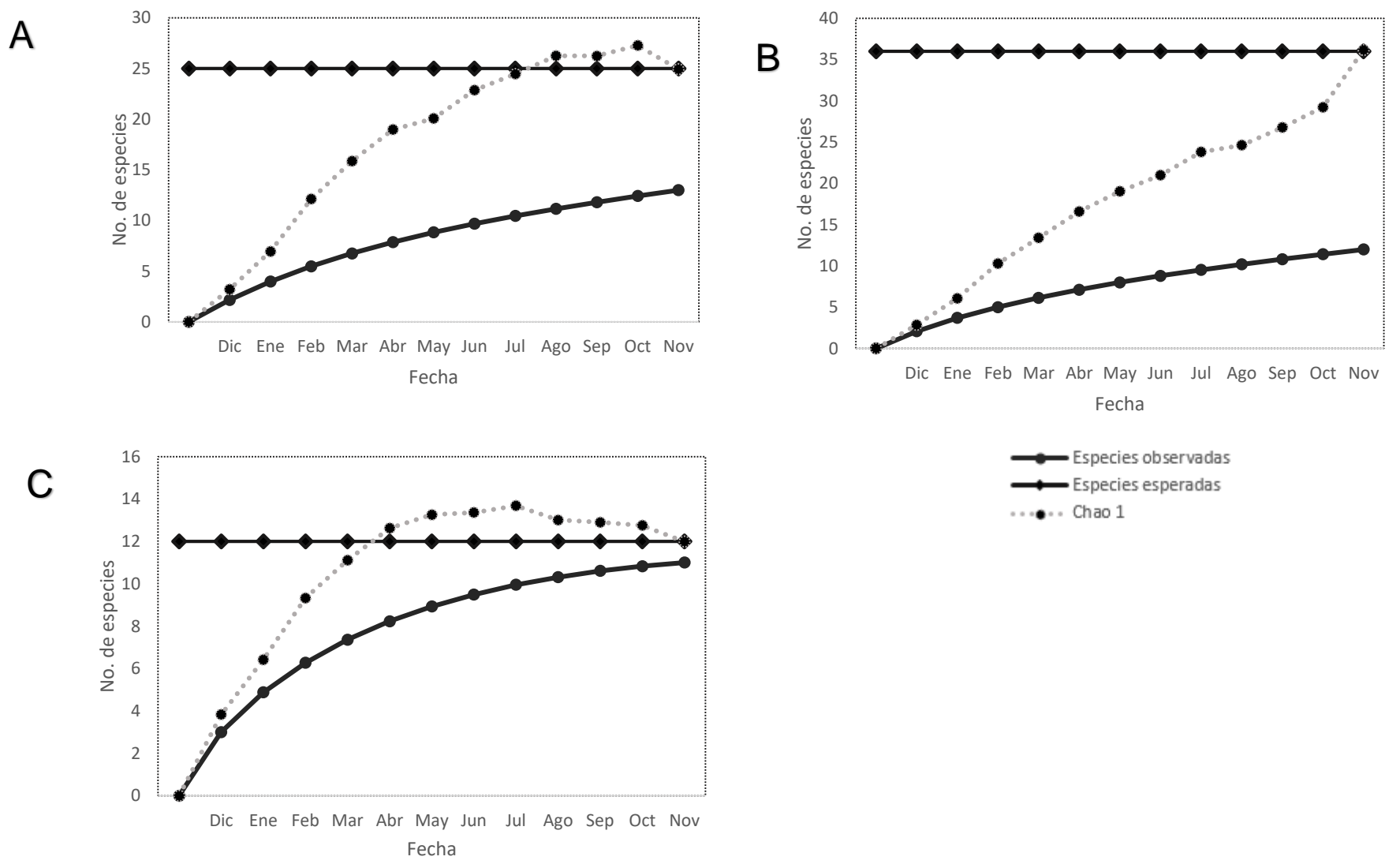


Figura 33. Curva de acumulación de especies de los sitios de muestreo durante diciembre 2019- noviembre 2020. A) Sitio uno; B) Sitio dos; C) Sitio tres. Ejido Estación Otinapa y San Carlos, Durango.

5.5 Fluctuación poblacional

En general, en cada uno de los tres sitios para 2020 se observaron dos picos de densidad poblacional de Scolytinae colectados en trampas, uno en febrero para los tres sitios y otros picos entre junio y agosto para los tres sitios, con picos de mayor densidad poblacional de Scolytinae en el sitio tres, que presentaba perturbación media en el ecosistema (Figura 34).

5.5.1 Sitio uno

La fluctuación poblacional de Scolytinae comienza en enero con dos individuos, posteriormente en febrero se ve un aumento poblacional con cuatro individuos. Cambiando en marzo hacia una reducción de un individuo. La densidad poblacional llega a su límite máximo en agosto con 10 individuos. Después comienza un descenso gradual, en septiembre, octubre y noviembre, se colectaron seis, tres y un individuo respectivamente (Figura 34).

5.5.2 Sitio dos

Las primeras capturas comienzan en enero con tres individuos, aumentando en febrero y disminuyendo en marzo con tres y una captura, respectivamente. En abril comienza nuevamente el aumento de la población registrándose 10 individuos, lo cual se ve también en junio con 11 capturas y julio con 22 capturas, siendo este último el mes con el mayor número de capturas. En agosto se observó un descenso gradual con 12 individuos y septiembre y octubre con dos capturas. Por último, se ve un último ascenso poblacional en noviembre con cuatro capturas (Figura 34).

5.5.3 Sitio tres

En diciembre 2019 se ven las primeras tres capturas, sin embargo, en enero 2020 la población muestra una reducción a dos individuos. En febrero y marzo la población aumenta, registrándose ocho y nueve individuos, respectivamente. Aun así, en abril no se registra ningún individuo, mientras que mayo se registran nueve individuos y continuando en aumento hasta junio, siendo este último el mes con más capturas, con un total de 27. Seguidamente la población comienza a descender gradualmente, en julio se registran 20 individuos, agosto 17, septiembre 11 y octubre cero capturas. Por último, finaliza con un aumento de cuatro individuos en noviembre (Figura 34).

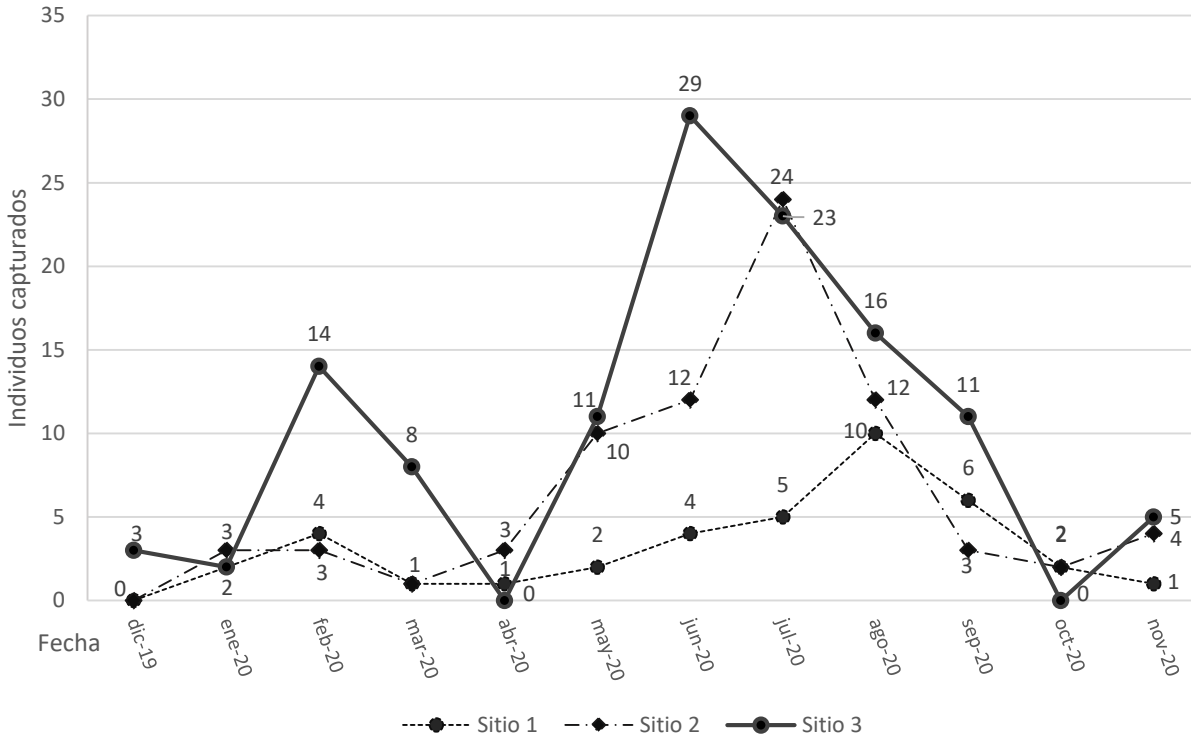


Figura 34. Fluctuación poblacional de escolitinos capturados con trampas de etanol durante el periodo noviembre 2019- noviembre 2020 en Otinapa Durango. En los ejes de cada figura usar marcadores para cada valor.

5.5.4 Fluctuación poblacional de especies representativas

En el sitio uno *Amphicranus rameus* y *Corthylus nudus* fueron las especies con mayor representatividad. La primera de ellas, comenzó su fluctuación en febrero con un individuo, posteriormente en agosto y septiembre ascendió a seis y tres individuos respectivamente, indicando la mayor población en verano. Por su parte *C. nudus* presentó una fluctuación más discreta y continua, comenzando en junio con dos individuos e incrementándose a tres en julio. Posteriormente descendió a dos individuos en agosto y septiembre, continuando hasta octubre donde solo se tiene un registro, mientras que en noviembre no hay presencia de la especie (Figura 35).

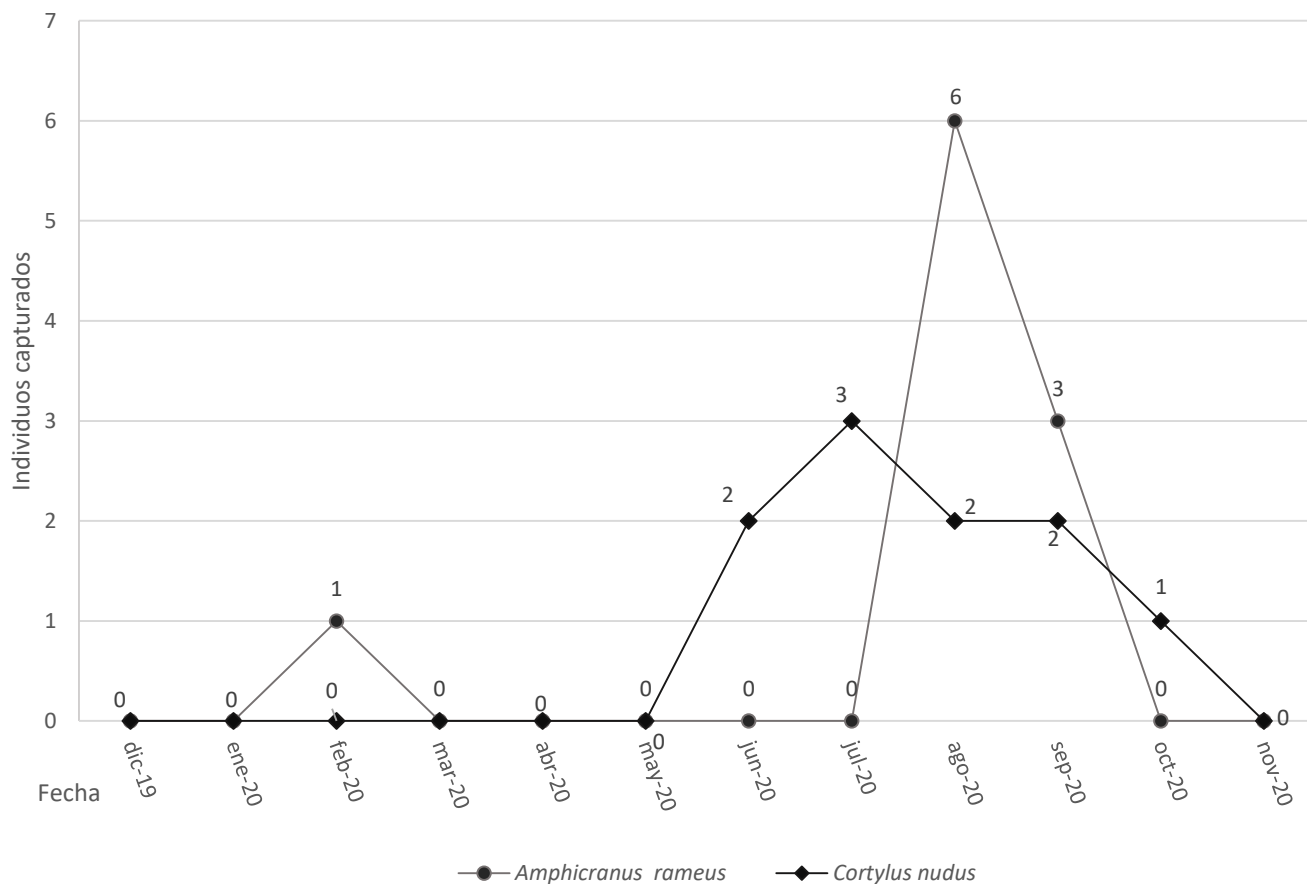


Figura 35. Fluctuación poblacional de *Amphicranus rameus* y *Cortylus nudus* capturados en el sitio uno, de diciembre 2019 a noviembre 2020 en ejido Estación Otinapa y San Carlos, Durango.

Para el sitio dos *M. tuberculatum* es la especie con mayor abundancia, su fluctuación comenzó en marzo con dos individuos, posteriormente se incrementó a siete en abril y en junio alcanzó nueve individuos. Para junio el registro fue de 18 individuos, siendo la fecha con más capturas. Seguidamente la población comenzó a descender, registrándose 10 capturas en julio, posteriormente se registró una sola captura para agosto y septiembre finalizando la fluctuación de la especie en este sitio (Figura 36).

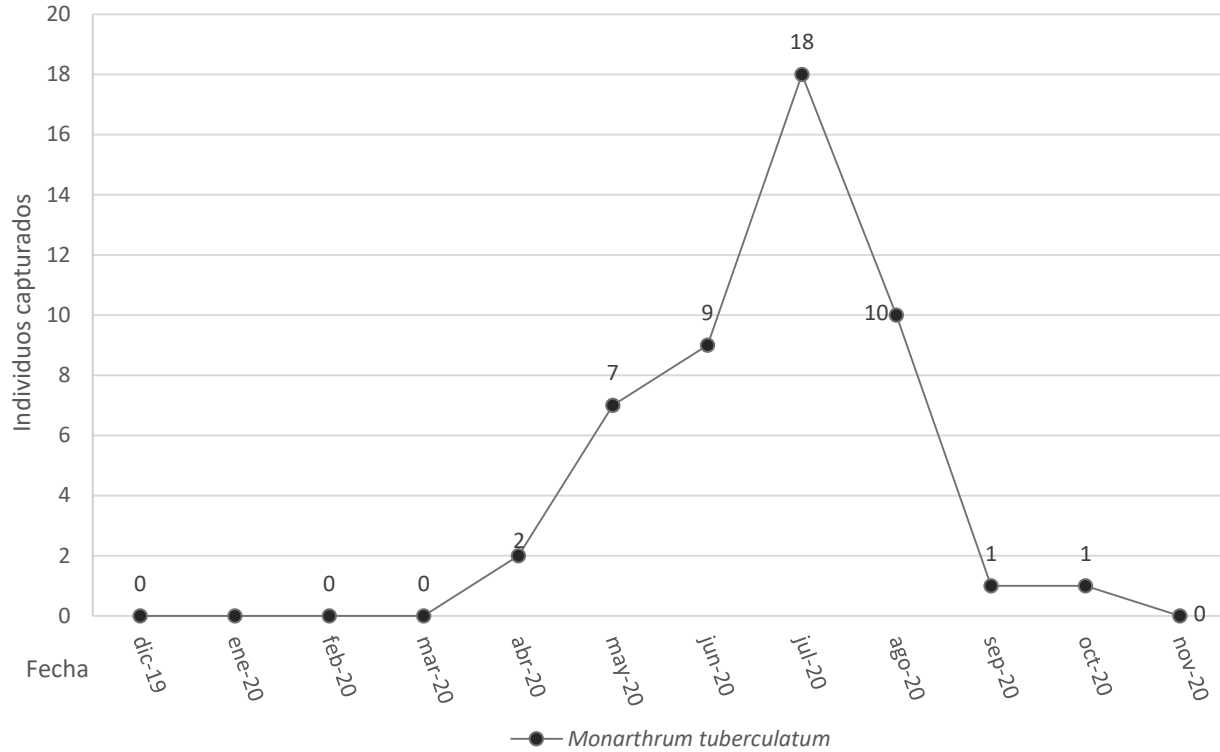


Figura 36. Fluctuación poblacional de *Monarthrum tuberculatum* capturados en el sitio dos, de diciembre 2019 a noviembre 2020 en ejido Estación Otinapa y San Carlos, Durango.

El sitio tres al igual que el anterior, tuvo como especie dominante a *M. tuberculatum*, sin embargo, en este sitio fue posible registrar su presencia a lo largo de todo el muestreo. Comenzó en diciembre de 2019 con dos individuos, posteriormente se registró un solo individuo en enero, febrero, marzo y abril registraron dos individuos cada uno, mientras que mayo incremento a ocho registros. El ascenso en la población continuó hasta junio con 16 capturas y julio con 18, siendo este último la fecha con más capturas para esta especie. Subsiguientemente en agosto se registran nueve individuos, mientras que en septiembre solo tres. Octubre presenta un solo organismo y finalmente noviembre tiene dos registros para la especie (Figura 37).

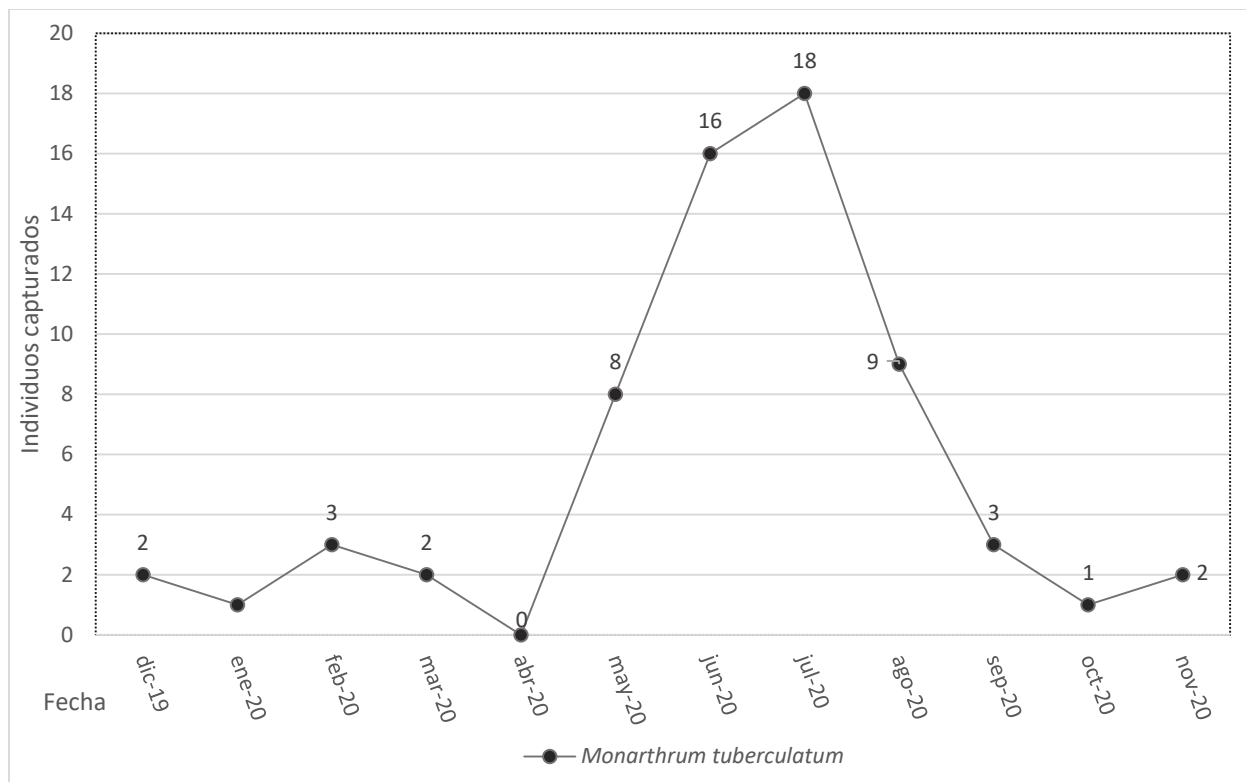


Figura 37. Fluctuación poblacional de *Monarthrum tuberculatum* capturados en el sitio tres, de diciembre 2019 a noviembre 2020 en ejido Estación Otinapa y San Carlos, Durango.

5.6 Insectos asociados

Los insectos asociados al sistema de trampeo de escolitinos atraídos por alcohol etílico puro de caña con 96° de destilación, fueron los siguientes: Coleoptera 12 familias (Bostrichidae, Cleridae, Staphylinidae, Trogossitidae, Salpingidae, Curculionidae, Carabidae, Chrysomelydae, Buprestidae, Histeridae, Elateridae y Nitidulidae); Hymenoptera cuatro familias (Ichneumonidae, Vespidae, Torymidae, Braconidae); Diptera tres familias (Culicidae, Tachinidae y Tabanidae); Hemiptera; Lepidoptera; Neuroptera.

6. DISCUSIÓN

Diversidad de especies

Según estudios previos, de las 23 especies registradas 11, *Corthylus nudus*, *C. burgosi*, *Hylurgops longipennis*, *Monarthrum ca scutellare*, *M. huachucae*, *M. tuberculatum*, *M. xalapensis*, *Pityophthorus cacuminiatus*, *P. virilis* y *Pseudopityophthorus granulatus*, son nuevos registros para Durango: así como *Pityophthorus infulatus* que es nuevo registro para México: (Wood 1982; 1987; 2007; Equihua y Burgos 2002, Atkinson 2021). No obstante que, *P. cacuminatus* está reportado para Durango, la localidad en la cual fue colectado (La Capilla del Taxte), pertenece a Sinaloa, lo cual hace suponer el registro de la especie por primera vez en el Estado. El número elevado de nuevos registros, supone un gran potencial para la realización de más inventarios faunísticos en el área, pues estudios de esta índole en la región son escasos o nulos. Siendo El Salto, Pueblo Nuevo, a 63 km, el área con estudios más cercana (Wood, 1982; Atkinson, 2021).

Al igual que en el actual estudio, Castorena *et al.* (2020) registraron en bosque templado de la Reserva de la Biosfera de la Sierra de Manantlán Jalisco: *Amphricanus rameus*, *Gnathotrichus sulcatus*, *Corthylus detrimentosus*, *C. nudus* y los géneros *Monarthrum*, *Hylurgops* y *Pityophthorus*. Por otra parte, Atkinson *et al.*, (1986), reportaron 130 especies en bosques templados del norte de Morelos, de las cuales tan solo siete especies (*C. detrimentosus*, *C. fuscus*, *Conophthorus ponderosae*, *G. sulcatus*, *Pityophthorus annectens*, *P. cacuminatus* y *Pseudopityophthorus pruinosus*) se registraron en el actual estudio. El registro de especies y géneros del presente estudio en otras regiones de bosque templado, suponen que las condiciones climáticas similares, así como la vegetación de bosque de pino-encino, permiten el establecimiento de estas especies (Burgos-Solorio y Equihua, 2007). Por otra parte, aunque existe diferencia en abundancia y diversidad que presentan las investigaciones enunciadas anteriormente, esta radica en el método de colecta y el tiempo. Atkinson *et al.*, (1986), utiliza colecta directa sobre hospederos durante cinco años, mientras que Castorena *et al.*, (2020) además de usar trampas con alcohol etílico al 70%, usó trampas de pegamento.

La especie dominante en el estudio fue *Monarthrum tuberculatum*, cuyo elevado número de capturas puede deberse a la respuesta que este presenta al etanol como atrayente. Evidencia de esto

queda establecido en las colectas realizadas por Bustamante, O. F. (1983), en Ocoxaltepec, Morelos; donde utilizo trampas pitfall con etanol como atrayente (Atkinson, 2021).

Los altos números de capturas de *Monarthrum tuberculatum* en el sitio dos y tres, así como *M. huachucae* en el sitio tres. Puede estar relacionado con el alto grado de disturbio que muestran los sitios, presentando plantaciones de jóvenes de *Pinus*, arboles moribundos y muertos. Los cuales son una buena fuente asequible de alimento y refugio para estas especies. Pues el género *Monarthrum* presenta una preferencia alimenticia y de reproducción hacia ramas y ramillas de cinco a 30 cm, así como troncos y ramas talados o heridos de más de 50 cm (Ángel-Restrepo *et al.*, 2019; Wood, 1982).

Hábitos alimenticios

La presencia especies de Scolytinae con hábitos alimenticios dominantes (floéfago y xylomicetófago), hacen suponer que se debe a la vegetación del bosque templado de *Pinus-Quercus* y especies asociadas como *Acacia* spp. *Arbutus* spp; *Arctostaphylos pungens*, *Juniperus deppeana*, *Mimosa biuncifera* y *Prosopis juliflora* (SECOPE, 2003; González-Elizondo *et al.*, 2017; González-Elizondo com. per. 2022), especies que representan una buena fuente de alimento y refugio, pues las especies floéfagas reportadas en este estudio como *Hylurgops longipennis*, *Pityoborus rubentis*, *Pityophthorus annectens*, *P. ca miniatus*, *P. cacuminatus*, *P. confosus*, *P. infulatus*, *P. ingens*, *P. virilis*, han sido citadas afectando árboles de *Pinus*; así como *Pseudopityophthorus granulatus* y *P. pruinosus*, en *Quercus*. Mientras que, las especies xylomicetófagas como *A. rameus*, *C. burgosi*, *Gnathotrichus dentatus*, *G. sulcatus*, *Micracis incerta*, *M. ca scutellare*, *M. huachucae*, *M. xalapensis*, se reportan atacando a *Quercus*, y las especies *Corthylus detrimentosus* y *C. nudus*, se reportan sobre *Arbutus* sp. (Atkinson, 2022).

La especie *C. ponderosae* con hábito alimenticio espermatófago, solo se presentó en el sitio dos. Esto puede deberse a la alta diversidad de *Pinus* en el sitio dos, con cuatro especies. De las cuales tres son hospederas de *C. ponderosae*: *P. arizonica*, *P. cooperi* y *P. leiophylla* (Cibrián-Tovar *et al.*, 1986). Así mismo, el sitio dos presenta un grado de perturbación elevado, producto de la contingencia fitosanitaria causada por insectos descortezadores en 2011-2012 (SEMARNAT, 2021), sustituyendo la vegetación original dañada por una plantación de *P. engelmannii*, lo que pudo haber permitido el establecimiento de esta especie, pues el género *Conophthorus* presenta

afinidad por lugares reforestados y aquellos perturbados por incendios forestales o plagas epidémicas (Cibrián-Tovar *et al.*, 1986; Hedlin *et al.*, 1980; Rappaport, 1995).

Diversidad alfa

De acuerdo a la abundancia, donde el sitio tres presentó el mayor número de organismos de Scolytinae, seguido por el sitio dos y por último el sitio uno. Lo anterior pudo ser causado por la influencia en la dispersión y atracción del atrayente respecto a las especies colectadas. En el sitio dos y sitio tres por la naturaleza degradada de su estructura vegetal, facilita el vuelo de los insectos de manera más sencilla a través de las corrientes de aire, implicando un menor esfuerzo y gasto energético. Además de permitir una mejor dispersión del atrayente por el viento.

El índice de Martgalef D_{MG} , muestra que la mayor riqueza específica es del sitio uno, debido a la baja cantidad de individuos capturados y la obtención de un mayor número de especies. Mientras que la menor riqueza específica mostrada por el sitio tres, es debido al alto número de individuos y el bajo número de especies encontradas. Ya que la riqueza específica del índice de Martgalef D_{MG} , es la relación entre el número de especies y el número total de individuos (Magurran, 1988). Lo cual queda demostrado con las 64 capturas de *Monarthrum tuberculatum*, que representan más del 53 % del total para el sitio tres.

En cuanto a los índices de diversidad, se determinó que el sitio uno fue el más diverso, el sitio tres intermedio y el sitio dos el menos diverso. Esto puede estar relacionado con el grado de conservación del ecosistema y la diversidad de escolitinos de cada sitio. Puesto que, la pérdida de vegetación está ampliamente relacionada con bajos niveles diversidad de escolitinos, además de beneficiar el hábitat de especies generalistas (Falcón-Brindis *et al.*, 2018). Tal y como sucedió con *M. tuberculatum*, la especie más abundante para los sitios dos y tres, los cuales presentaron la estructura vegetal menos conservada.

Si bien en los sitios uno y dos, el número de especies encontradas fue 13 y 12 respectivamente, y en el sitio tres fue de 11; el índice de diversidad de Simpson 1-D demostró que el sitio uno fue el más diverso, seguido por el sitio tres y por último el sitio dos. Esto se debe a que el índice de Simpson 1-D se basa en la probabilidad de que dos individuos tomados al azar en una muestra correspondan a la misma especie, lo cual esta mediado por las especies dominantes (Magurran, 1988; Peet, 1974). Esto corresponde a las abundancias más discretas y homogéneas encontradas

en el sitio uno, que difieren de las altas abundancias de *Monarthrum tuberculatum* del sitio dos que le confieren la más baja diversidad del estudio. Sin embargo, en el sitio tres también existen altas abundancias para *M. tuberculatum*, estas son distintas al sitio dos porque también se encuentra *Monarthrum huachucae* con buena representación en el sitio.

Por otro lado, el índice de similitud de Jaccard mostro que existe una mayor semejanza de especies entre los sitios uno y tres. Estableciendo el sitio dos como el que más difiere, tal vez porque presenta un grado de perturbación mayor. Pues de acuerdo a lo que menciona Pérez-De la Cruz *et al.*, 2009; Rudinsky, (1962) y Wood, (1982), factores como diversidad vegetal, alimento disponible, edad de las plantaciones, competidores y depredadores, determinan la distribución y abundancia de escolitinos.

Fluctuación poblacional

De acuerdo a los resultados del presente estudio, los escolitinos se presentaron durante todo el año de estudio, siendo junio, julio y agosto fueron los meses con mayor actividad poblacional. Para cada sitio, los meses con mayor actividad fueron agosto, julio y junio para el sitio uno, dos y tres, respectivamente. La especie representativa *M. tuberculatum*, comenzó a incrementar su población en abril, aumentando paulatinamente hasta julio cuando alcanza el pico más alto, para posteriormente comenzar a descender. Esto concuerda con lo expuesto por Sánchez-Martínez *et al.*, (2018), quienes menciona que el periodo de vuelo de *Dendroctonus pseudotsugae* en rodales de *P. menziesii* del municipio de Guanaceví, Durango; inicia en mayo y alcanza su pico máximo a mediados de junio.

Estos picos máximos de abundancia, concuerdan claramente con la época de lluvias, debido a que la zona presenta precipitaciones en verano (García y CONABIO, 1998), lo que permite el aumento en la disponibilidad de alimento proveniente de recursos vegetales, logrando obtener las condiciones adecuadas de humedad y temperatura para el cultivo de hongos ectosimbióticos, que fungen como alimento (Pérez-de la Cruz *et al.*, 2011).

Sin embargo, en otros ecosistemas como selva tropical, diversos autores concuerdan con que la mayor abundancia de escolitinos se presenta a principios y finales de año, es decir época seca (Gerónimo-Torres *et al.*, 2019; Pérez-De la Cruz *et al.*, 2009; Pérez-De la Cruz *et al.*, 2015). Si bien, la lluvia afecta la dinámica poblacional de los escarabajos, incapacitando el vuelo y con ello

la colonización de nuevos hospederos (Gerónimo-Torres *et al.*, 2019; Marini *et al.*, 2013; Stadelmann *et al.*, 2013). Debemos tomar en cuenta las diferencias de precipitación para ambos ecosistemas, en Otinapa la precipitación anual es de 400-600 mm; mientras que en las selvas de Tabasco ronda los 2500-5000 mm al año. Evidenciando la diferencia de precipitación entre ambos ecosistemas, en el bosque templado pueden existir periodos esporádicos e intermitentes carentes de lluvia durante la época de precipitaciones, permitiendo el vuelo de los escarabajos. Ayudando a que las poblaciones de escolitinos en bosque templado, respondan positivamente en abundancia al régimen de lluvias. Contrario a lo que sucede en las selvas, donde las altas precipitaciones interfieren con el vuelo de los insectos.

Insectos asociados

Los escarabajos depredadores de escolitinos como Trogossitidae, Cleridae, Histeridae y Staphylinidae, representan una fuente viable de control natural de escolitinos. Esto concuerda con los resultados mostrados por Castorena *et al.*, (2020) quienes reportan la presencia especies de Histeridae, Cleridae y Trogossitidae, atraídos a trampas de alcohol etílico.

Sánchez-Martínez *et al.*, 2007 mencionan que especies de Cleridae representa a los depredadores más importantes de escolitinos. Estos escarabajos son considerados buenos reguladores de plagas forestales de importancia económica, alimentándose de insectos descortezadores de los géneros *Dendroctonus*, *Ips* y *Scolytus* (Burke, 2017). Si bien, en el presente estudio no se registró ninguno de estos géneros de Scolytinae, la presencia de Cleridae puede estar en función de otras familias de escarabajos. Wegensteiner *et al.*, (2015) mencionan que especies de Cleridae también se alimentan de especies de Buprestidae, Bostrichidae y Curculionidae, familias que también se reportaron en el presente estudio. Por otra parte, géneros de Trogossitidae como *Temnochila*, han sido reportados en atracción hacia cebos diseñados específicamente para *Dendroctonus* (Vega y Hofstetter, 2015), así como para *Ips* (Billings y Cameron, 1984; Fettig *et al.*, 2007). La diferencia en la atracción hacia el alcohol etílico usado en este estudio, puede suponer que se debe a la variación geográfica (Résendiz-Martínez *et al.*, 2016), o bien, es una adaptación local en respuesta a la repartición local del recurso alimenticio que representan algunos escolitinos (Macías-Samano, 2014)

7. CONCLUSIÓN

Con el registro de 23 especies y 11 géneros, de las cuales las especies *Corthylus nudus*, *C. burgosi*, *Hylurgops longipennis*, *Monarthrum tuberculatum*, *M. ca. scutellare*, *M. huachucae*, *M. xalapensis*, *Pityophthorus granulatus*, *P. infulatus*, *P. ca. miniatus*, *P. virilis*, y *Pseudopityophthorus granulatus*. representan más del 52.17 % del total de especies que son nuevos registros para Durango: De igual forma, *Pityophthorus infulatus* es un nuevo registro para México.

Las especies de Scolytinae dominantes del presente estudio fueron *Monarthrum tuberculatum*, *M. huachucae*, *Corthylus nudus*, *Pseudopityophthorus granulatus* y *Amphricanus rameus*, que representan el 86.14 % del total de capturas. Mientras que, los géneros más abundantes fueron *Monarthrum* y *Corthylus*, con 75.32 %. Por otro lado, los géneros con más taxones fueron: *Pityophthorus*, *Monarthrum* y *Corthylus*, con el 60 % del total de especies recolectadas.

El sitio más diverso fue el sitio uno, el sitio tres presentó una diversidad media, mientras que el sitio dos fue el menos diverso, lo cual está ampliamente relacionado con el grado de conservación de las comunidades vegetales. Las curvas de acumulación mostraron que el esfuerzo de muestreo fue insuficiente, por lo cual es necesario implementar más tiempo de muestreo que permita capturar un número mayor de especies.

Las especies de Scolytinae recolectados en el Ejido Estación Otinapa y San Carlos, Durango, presentan hábitos alimenticios de floefagia, xilomicetofagia y espermatofagia, los dos primeros son los mejor representados, seguido por el espermatofagia. La época de verano de junio a agosto, es cuando hay una mayor actividad de escolitinos.

Los insectos asociados de importancia como reguladores de Scolytinae, pertenecieron a las familias Cleridae, Staphylinidae, Trogossitidae e Histeridae (Coleoptera).

Para este bosque de pino-encino, se recomienda continuar con más estudios relacionados con la diversidad de este grupo, debido a la gran cantidad de nuevos registros, así como la poca investigación en la región. Lo que pudiera suponer la existencia de un mayor número de nuevos registros o bien registro de nuevas especies para la ciencia, con lo que se puede ampliar el rango de distribución de ciertas especies, estableciendo un mejor compendio de información, que

permitirá a diferentes investigadores realizar una mejor investigación de los aspectos biológicos y ecológicos de este maravilloso grupo de escolitinos.

8. LITERATURA CITADA

- Alcock, J. 1982. Natural selection and communication among bark beetles. *Folia Entomologica*, 65(1): 17–32.
- Ángel-Restrepo, M., Ochoa-Ascencio, S., Fernández-Pavía, S., Vázquez-Marrufo, G., Equihua-Martínez, A., Barrientos-Priego, A. F. y Saucedo-Carabez, J. R. 2019. Identificación de escarabajos ambrosiales (Coleópteros: Curculionidae) asociados a árboles de aguacate en Michoacán, México. *Folia Entomológica Mexicana (nueva serie)*, 5(2): 80-88.
- Atkinson, T.H., Saucedo, C.E., Martínez, F.E., y Burgos Solorio, A. 1986. Coleópteros Scolytidae y Platypodidae asociados con las comunidades de clima templado y frío en el estado de Morelos, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 17: 1-87.
- Atkinson, T. H. 2017. Familia Curculionidae: Subfamilia Scolytinae. En Cibrián, D. Fundamentos Entomología Forestal. 328-335. Redes temáticas de la Comisión Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).
- Atkinson, T.H. 2013. *Estado de conocimiento de la taxonomía de los escarabajos descortezadores y ambrosiales de México* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae). En: XVI Simposio Nacional de Parasitología Forestal. Comisión Nacional Forestal. 13-27 p.
- Atkinson, T.H. 2022. Bark and ambrosia beetles. (www.barkbeetles.info/)(Accesado en noviembre 2021).
- Atkinson, T.H., Equihua-Martínez, A., 1985b. Notes on biology and distribution of Mexican and Central American Scolytidae (Coleoptera). I. Hylesininae, Scolytinae except Cryphalini and Corthylini. *Coleopterists Bulletin*, 39(3): 227–238.
- Baev, P. V. y Penev, L. D. 1995. Biodiv: program for calculating biological diversity parameters, similarity, niche overlap, and cluster analysis. Versión 5.1. Pensoft, Sofia-Moscow, 57 p.
- Barrera, J. F., Villacorta, A., Herrera, J., Jarquín, R. y García, H. 2003. ECO– IAPAR el capturador de Broca del Café: Recicle botellas de plástico y gane contra la Broca. El Colegio de la Frontera Sur, Proyecto Manejo Integrado de Plagas, México. Folleto técnico No. 8, 16 p.
- Batra, L.R.1967. Ambrosia fungi a taxonomic revision and nutritional studies of some species. *Mycologia*, 59 (6): 976–1017.
- Bentz, B.J., Jönsson, A.M., Schroeder, M., Weed, A., Wilcke, R.A.I., Larsson, K., 2019. *Ips typographus* and *Dendroctonus ponderosae* Models Project Thermal Suitability for Intra- and Inter-Continental Establishment in a Changing Climate. *Frontiers in Forests and Global Change*. 2: 1. <https://doi.org/10.3389/ffgc.2019.00001>
- Berryman, A.A. 1982. Biological control, thresholds, and pest outbreaks. *Environmental Entomology*, 11(3): 544–549.
- Biedermann, P.H.W., Peer, K. y Taborsky, M., 2012. Female dispersal and reproduction in the ambrosia beetle *Xyleborinus saxesenii* Ratzeburg (Coleoptera; Scolytinae). *Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für allgemeine und angewandte Entomologie*, 18: 231–235.

- Billings, R.F. y Cameron, R.S. 1984. Kairomonal responses of Coleoptera, *Monochamus titillator* (Cerambycidae), *Thanasimus dubius* (Cleridae), and *Temnochila virescens* (Trgogositidae) to behavioral chemicals of southern pine bark beetles (Coleoptera: Scolytidae). *Environmental Entomology*, 13(6):1542-1548.
- Blandford, W. F. H. 1896-1905. Family Scolytidae. Insecta, Coleoptera, *Biologia Centrali-Americana*, 4(6).
- Blomquist, G.J., Figueroa-Teran, R., Aw, M., Song, M., Gorzalski, A., Abbott, N.L., Chang, E., Tittiger, C. 2010. Pheromone production in bark beetles. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 40 (10): 699–712.
- Borden, J.H., 1982. Aggregating pheromones. In: Mitton, J.B., Sturgeon, K.B. (Eds.), *Bark Beetles in North American Conifers. A System for the Study of Evolutionary Biology*. University of Texas Press, Austin, 74–139 p.
- Browne, F.G., 1961. The Biology of Malayan Scolytidae and Platypodidae. *Malayan Forest Records*, (22): 1–255.
- Burgos, S. A. y Equihua, M. A. 2007. Platypodidae y Scolytidae (Coleoptera) de Jalisco, México. *Dugesiana*, 14: 59-82.
- Burgos-Solorio, A. 1998. Escarabajos barrenadores Platypodidae y Scolytidae (Coleoptera) atraídos a trampas NTP-80 de la cañada de los alrededores de San José de los Laureles, Tlayacapan, Morelos, México. *Dugesiana*, 5(2): 29-34.
- Burke, R. A. F. 2017. Familia Trogossitidae. En Cibrián, D. (Eds) *Fundamentos Entomología Forestal*. 235-237. Redes temáticas de la Comisión Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).
- Castorena, P. A. E., Equihua, M. A., Jardel, P. E. J., Rivera, C. L. E. y Cuevas, G. R. (2020). Scolytinae y Platypodinae (Coleoptera: Curculionidae) de un bosque mixto de pino-latifoliadas de la Sierra de Manantlán, Jalisco, México. *Dugesiana*, 27(2): 83-90.
- Cibrián Tovar, D., Quiñonez Barraza, S., & Quiñonez Favila, S. A. (2015). *Manual para la identificación, manejo y monitoreo de insectos descortezadores del Pino* (No. 16430). CONAFOR (Comision Nacional Forestal).
- Cibrian, T., Mendez, J. T., Campos-Bolaños, R., Harry, O., y Flores-Lara, J. 1995. *Insectos forestales de México*. México: Universidad Autónoma de Chapingo. 453 p.
- Cibrián-Tovar, D., Ebel, B.H., Yates III, H.O., Mendez-Montiel, J.T., 1986. *Cone and Seed Insects of the Mexican Conifers*. USDA Forest Service Southeastern Station, Asheville, North Carolina. 110 p.
- Cowling, E.B. y Merrill, W. 1966. Nitrogen in wood and its role in Wood deterioration. *Canadian Journal of Botany*, 44 (11): 1533–1544.

- Chen, H., Jackson, P.L., Ott, P.K., Spittlehouse, D.L., 2015. A spatiotemporal pattern analysis of potential mountain pine beetle emergence in British Columbia, Canada. *Forest Ecology and Management*, 337: 11–19. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2014.10.034>
- Equihua, M.A., Burgos-Solorio, A. 2002. Scolytidae. En: Llorente B., J. y J.J. Morrone (Eds.). *Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento*. CONABIO-IBUNAM., Vol. III, México, D. F. 539-557 p.
- Eskalen, A., y Stouthamer, R. 2013. A new beetle-fungus disease complex threatening avocado. *Calif. Avocado Soc. 2011 Yearbook*. 94: 120–126.
- Estrada, V. M. O; Burgos, S. A; Rios, V. C; Falcón-Brindis, A; Medina, K. B. A. D., Bugarín, P. M. L. D., Dominguez, M. L: Robles, B. A. y Ávila, D. N. 2022. Bark and ambrosia beetles (Coleoptera: Curculionidae) associated with avocado in Nayarit, Mexico. *International Journal of Tropical Insect Science*, 42(2): 1547-1553.
- Falcón-Brindis, A., Mata-Zayas, E. E., Cruz-Pérez, A. D. L., Sánchez-Soto, S., & Burelo-Ramos, C. 2018 Scolytinae and Platypodinae (Coleoptera: Curculionidae) of Tabasco, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 34(2):1–10
- Fettig, C. J., McKelvey, R. S., Dabney, P. C. y Borys, R. R. 2007. The response of *Dendrocotnus valens* and *Temnochila chlorodia* to *Ips paraconfusus* pheromone components and verbenone. *Canadian Entomologist*, 139: 141–145.
- French, J.R.J. y Roeper, R.A. 1972. Interactions of ambrosia beetle, *Xyleborus dispar* (Coleoptera, Scolytidae), with its symbiotic fungus *Ambrosiella hartigii* (Fungi imperfecti). *Canadian Entomology*, 104 (10): 1635–1641.
- García, E y CONABIO. 1998. Climas, escala 1: 1,000, 000: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Distrito Federal, México.
- Gerónimo-Torres, J. D. C., Pérez-De La Cruz, M., De La Cruz-Pérez, A. y Torres-De La Cruz, M.2015. Scolytinae y Platypodinae (Coleoptera: Curculionidae) asociados a manglares de Tabasco, México. *Revista Colombiana de Entomología*, 41 (2): 257–261.
- González-Elizondo, M. S. 1997. Upper Mezquital River region, Sierra Madre Occidental, México, In: Davis, S. D., V. H. Heywood, O. Herrera-McBryde, J. Villa-Lobos y A. C. Hamilton (eds.). *Centres for plant diversity: a guide and strategy for their conservation. Vol. III: The Americas*. The World Wide Fund for Nature & International Union for the Conservation of Nature - The World Conservation Union. Cambridge, UK.157-160 p.
- González-Elizondo, M. S., M. González-Elizondo, J. A. Tena - Flores, L. Ruacho-González y López-Enríquez, I. L. 2012. Vegetación de la Sierra Madre Occidental, México: una síntesis. *Acta Botánica Mexicana*, (100): 351-403.
- González-Elizondo, M.A., M. González-Elizondo y L. Ruacho-González. 2017 b. Bosques templados y otras comunidades vegetales de la región de la sierra. En: *La biodiversidad en Durango*. Estudio de Estado. CONABIO, México, 217-232 p.

- González-Elizondo, M.A., M. González-Elizondo y M.A. Márquez-Linares. 2017 a. Ecorregiones. En: *La biodiversidad en Durango. Estudio de Estado*. CONABIO, México, 59-62 p.
- González-Elizondo, M.S., González Elizondo, M. y Márquez-Linares, M.A. 2007. Vegetación y ecorregiones de Durango. Plaza y Valdés Editores/IPN. México.
- González-Elizondo, M.S., González-Elizondo, M. y Sorensen, P.D. 2012a. *Arbutus bicolor* (Ericaceae), a new species from Mexico. *Acta Botánica Mexicana*, (99): 55-72
- González-Elizondo, M.S., M. González-Elizondo y J.A. Tena-Flores. 2013b. Ecosystems and diversity of the Sierra Madre Occidental. En: *Merging science and management in a rapidly changing world: biodiversity and management of the Madrean Archipelago III*. G.J. Gottfried; P.F. Ffolliott; B.S. Gebo; y L.G. Eskew (com.). 2012 May 1-5, Tucson. Proceedings RMRS-p-67. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, 204-211 p.
- Graham, K. 1968. Anaerobic induction of primary chemical attractancy for ambrosia beetles. *Canadian Journal of Zoology*, 46:905–908
- Haack, R.A. y Slansky, F. 1987. Nutritional ecology of wood-feeding Coleoptera, Lepidoptera, and Hymenoptera. In: Slansky, F., Rodriguez, J.G. (Eds.) *The Nutritional Ecology of Insects, Mites, Spiders, and Related Invertebrates*. Wiley, New York, 449–486 p.
- Hedlin, A.F., Yates III, H.O., Cibrián Tovar, D., Ebel, B.H., Koerber, T.W., Merkel, E.P., 1980. *Cone and Seed Insects of North American Conifers*. USDA Forest Service, Washington, DC. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidraulicos, Chapingo, Mexico. 122 p.
- Hulcr, J., Atkinson, T. H., Cognato, A. I., Jordal, B. H., y McKenna, D. D. 2015. Morphology, taxonomy, and phylogenetics of bark beetles. In: Vega F.E. and R.W. Hofstetter (Eds.). *Bark beetles biology and ecology of native and invasive species*. Elsevier-Academic Press. 41-84 p.
- Jordal, B. y Cognato, A., 2012. Molecular phylogeny of bark and ambrosia beetles reveals multiple origins of fungus farming during periods of global warming. *BMC Evolutionary Biology*, 12: 133.
- Kirkendall, L. R., Biedermann, P. H., & Jordal, B. H. 2015. Evolution and diversity of bark and ambrosia beetles. In *Bark beetles biology and ecology of native and invasive species*. . Elsevier-Academic Press. 85-156 p.
- Kirkendall, L.R. 1983. The evolution of mating systems in bark and ambrosia beetles (Coleoptera: Scolytidae and Platypodidae). *Zoological Journal of the Linnean Society*, 77 (4): 293–352.
- Krokene, P. (2015). Conifer defense and resistance to bark beetles. In *Bark beetles*. Academic press. 177-207 p.
- Kühnholz, S., Borden, J.H. y Uzunovic, A. 2001. Secondary ambrosia beetles in apparently healthy trees: Adaptations, potential causes and suggested research. *Integrated Pest Management Reviews*, 6: 209–219.

- Kulakowski, D., Seidl, R., Holeksa, J., Kuuluvainen, T., Nagel, T.A., Panayotov, M., Svoboda, M., Thorn, S., Vacchiano, G., Whitlock, C., Wohlgemuth, T., y Bebi, P., 2017. A walk on the wild side: Disturbance dynamics and the conservation and management of European mountain forest ecosystems. *Forest Ecology and Management*, 388: 120–131 p. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.07.037>
- Latty, T.M., Reid, M.L. 2009. Who goes first? Condition and danger dependent pioneering in a group-living bark beetle (*Dendroctonus ponderosae*). *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 64 (4): 639–646.
- Lieutier, F., Yart, A., Salle, A., 2009. Stimulation of tree defenses by Ophiostomatoid fungi can explain attack success of bark beetles on conifers. *Annals of Forest Science*. 66 (8): 801.
- Macías, S. J. E., Niño, D. A. 2016. Protocolo para monitoreo de descortezadores de coníferas mediante el uso de atrayentes y semioquímicos para México y Centroamérica. Colegio de la Frontera Sur, San Cristóbal de las Casas. Chiapas, México, 14.
- Macías-Sámamo, J. E., Rivera-Granados, M. L., Jones, R., 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.
- Magurran, A. E. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, New Jersey, 179 pp.
- Margalef, R. 1951. Diversidad de especies en las comunidades naturales. Publicación del Instituto Biología Aplicada. Barcelona. (9): 5-27.
- Marqu ez-Linares, M.A.2017. Resumen ejecutivo. Contexto físico. En: *La Biodiversidad en Durango: Estudio de Estado*. CONABIO, México, 17-18 p.
- Moeck, H.A. 1970. Ethanol as the primary attractant for the *ambrosia beetle* *Trypodendron lineatum* (Coleoptera: Scolytidae). *The Canadian Entomologist*, 102: 985–995 <https://doi:10.4039/Ent102985-8>
- Morales-Rangel, A., Cambrón-Sandoval, V., Vergara-Pineda, S. y Obregón-Zu niga, A. 2016. Fluctuación poblacional de *Dendroctonus frontalis* Zimmerman, 1868 y *Dendroctonus mexicanus* Hopkins, 1909 (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) y su asociación a variables climáticas. *Entomología Mexicana*, 3: 633–638.
- Moreno, C. E. 2001. *Métodos para medir la biodiversidad*. M & T-SEA. Zaragoza. 84 p.
- Mulock, P., Christiansen, E., 1986. The threshold of successful attack by *Ips typographus* on *Picea abies*: a field experiment. *Forest Ecology and Management*, 14 (2): 125–132.
- Murcia, C., 1995. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. *Trends in Ecology & Evolution*, 10: 58-62. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/s0169-5347\(00\)88977-6](http://dx.doi.org/10.1016/s0169-5347(00)88977-6)

- Navarrete-Cedeño, J. B., Cañarte Bermúdez, E., Vera Coello, D., Pinargote Borrero, A., Limongi Andrade R. 2021. “Troncos trampa” para la atracción de escarabajos de ambrosía en plantaciones de teca. *ESPAMCIENCIA*, 12(2):1-9.
- Paine, T.D., Raffa, K.F., Harrington, T.C. 1997. Interactions among scolytid bark beetles, their associated fungi, and live host conifers. *Annual Review of Entomology*, 42 (1): 179–206.
- Peet, R. K. 1974. The measurement of species diversity. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 5: 285-307.
- Pérez de la Cruz, M., Valdéz-Carrasco, J. M., Romero-Nápoles, J., Equihua-Martínez, A., Sánchez-Soto, S., y Cruz Pérez, A. D. L. 2011. Fluctuación poblacional, plantas huéspedes, distribución y clave para la identificación de Platypodinae (Coleoptera: Curculionidae) asociados al agroecosistema cacao en Tabasco, México. *Acta zoológica mexicana*, 27(1): 129-143.
- Pérez-de la Cruz, M., Equihua-Martínez, A., Romero-Nápoles, J., Sánchez-Soto, S. y García-López, E. 2009. Diversidad, fluctuación poblacional y plantas huésped de escolitinos (Coleoptera: Curculionidae) asociados con el agroecosistema cacao en Tabasco, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 80(3): 779-791.
- Pérez-de la Cruz, M., Hernández-May, M.A., Cruz-Pérez, A.D. la, y Sánchez-Soto, S. 2016. Scolytinae y Platypodinae (Coleoptera: Curculionidae) de dos áreas de conservación en Tabasco, México. *Revista de Biología Tropical*, 64: 335–342.
- Pérez-De La Cruz, M., Zavaleta-Bastar, P.G. y De La Cruz-Pérez, A. 2015. Aproximación al Conocimiento de la diversidad de Scolytinae y Platypodinae (Coleoptera: Curculionidae) asociados a selvas de Tabasco, México. *Entomotropica*, 30(20):201-211.
- Pérez-Miranda, R., González-Hernández, A., Velasco-Bautista, E., Romero-Sánchez, M. E., Arriola-Padilla, V. J., Acosta-Mireles, M. y Carrillo Anzures, F. 2021. Análisis temporal de la distribución de *Dendroctonus mexicanus* Hopkins (1905) en México (2009-2018). *Revista mexicana de ciencias forestales*, 12(67), 27-55.
- Pérez-Silva, M., Equihua-Martínez, A., Estrada-Venegas, E.G., Muñoz-Viveros, A.L., Valdez-Carrasco, J.M., Sánchez-Escudero, J., y Atkinson, T.H. 2015. Sinopsis de especies mexicanas del género *Xyleborus* Eichhoff, 1864 (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae). *Acta Zoologica Mexicana*, 31 (2): 239–250.
- Raffa, K.F., Andersson, M.N., Schlyter, F., 2016. Host Selection by Bark Beetles: Playing the Odds in a High-Stakes Game, in: *Advances in Insect Physiology*. Academic Press Inc. 50: 1–74. <https://doi.org/10.1016/bs.aipp.2016.02.001>
- Raffa, K.F., Aukema, B.H., Bentz, B.J., Carroll, A.L., Hicke, J.A., Turner, M.G., 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. <https://doi.org/10.1641/B580607>

- Rangel R., Perez M., Sanchez S., Capello, S. 2012. Fluctuacion poblacional de *Xyleborus ferrugineus* y *X. affinis* (Coleoptera: Curculionidae) en ecosistemas de Tabasco, México. *Revista de Biología Tropical*, 60(4):1577–1588.
- Ranger, C. M., Biedermann, P. H., Phuntumart, V., Beligala, G. U., Ghosh, S., Palmquist, D. E. y Benz, J. P. 2018. Symbiont selection via alcohol benefits fungus farming by ambrosia beetles. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(17), 4447-4452.
- Ranger, C.M., Schultz, P.B., Frank, S.D., Chong, J.H. y Reding, M.E. 2015. Non-native ambrosia beetles as opportunistic exploiters of living but weakened trees. *PLOS one*, 10 (7): e0131496. doi: 10.1371/journal.pone.0131496
- Rappaport, N.G., 1995. Cone and seed insects of the California Wvenedle pines. In: *Proceedings of the symposium: Management of California Pine Ecosystems, 43rd Annual Meeting of the California Forest Pest Council*, Rancho Cordova, California, November 16–17 p.
- Reséndiz-Martínez, J.F., Torres-Huerta, B., López-Gómez, V., Gijón-Hernández, A. y Sánchez-Martínez, G. 2016. Enemigos naturales de *Dendroctonus frontalis* Zimmerman, 1868 y *Dendroctonus mexicanus* Hopkins, 1915 (Coleoptera: Scolytinae), capturados mediante semioquímicos en la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda de Querétaro. *Entomología Mexicana*, (3): 626-632.
- Romero, S.L., Ochoa, P.R., Bilbao, J.C.I., Lafuente, A.G. 2007. *Los escolítidos de las coníferas del País Vasco. Guía práctica para su identificación y control*. Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco. España. 195 p.
- Romero-Nápoles, J., Anaya-Rosales S., Equihua-Martínez, A., Mejía-González, H. 1997. Lista de Scolytidae y Platypodidae de México (Insecta: Coleoptera). *Acta Zoológica Mexicana (ns)*, 70:35-53.
- Rubin-Aguirre, A., Saenz-Romero, C., Lindig-Cisneros, R., del-Rio-Mora, A.A., Tena-Morelos, C.A., Campos-Bolaños, R., del-Val, E., 2015. Bark beetle pests in an altitudinal gradient of a Mexican managed forest. *Forest Ecology and Management*, 343: 73–79. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2015.01.028>
- Rudinsky, J. A. 1962. Ecology of Scolytidae. *Annual Review of Entomology*, 7: 327-348.
- Ruiz-Portero, C.; Barranco, P.; Cabello, T. 2004. Escolítidos de pinos en la Sierra de los Filabres, Almería (España) (Coleoptera, Scolytidae). *Boletín de la S.E.A.* 34: 119-122.
- Rzedozski, J. 1978. *La vegetación de México*. Editorial Limusa. México. 400 p.
- Sáenz-Romero, C., Cambrón-Sandoval, V. H., Hammond, W., Méndez-González, J., Luna-Soria, H., Macías-Sámano, J. E., y del-Val, E. Abundance of *Dendroctonus frontalis* and *D. mexicanus* (Coleoptera: Scolytinae) Along Altitudinal Transects in México. Implications of Climatic Change. *Mexicanus* (Coleoptera: Scolytinae) Along Altitudinal Transects in México. Implications of Climatic Change.

- Sánchez M. G, Reséndiz M. J. F. y Santana, E.S. 2017. Fundamentos para el uso semioquímicos en el manejo integral de insectos descortezadores de coníferas en México. SAGARPA-INIFAP. Folleto técnico.
- Sánchez-Martínez, G., Torres-Espinosa, L. M., Vázquez-Collazo, I., González-Gaona, E. y Narváez-Flores, R. 2007. *Monitoreo y manejo de insectos descortezadores de coníferas*. Libro Técnico Núm. 4. Centro de Investigación Regional Norte Centro Campo Experimental Pabellón. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. 112 p.
- Schedl, K. E. 1940. Scolytidae, Coptonotinae y Platypodidae mexicanos. *Anales Escuela Nacional de Ciencias Biológicas IPN*, 1(3-4): 317-377.
- Schedl, K.E., 1958. Breeding habits of arboricole insects in Central Africa. *Tenth International Congress of Entomology, Proceedings*. 183–197 p.
- SECOPE. 2003. Manifestación de impacto ambiental modalidad particular para el cambio del uso de suelos del proyecto de pavimentación del camino “El soldado-Otinapa”, tramo del Km 7 + 670 al Km 20 + 000(segunda etapa). Dirección de caminos. Gobierno del Estado de Durango/Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas del Estado (SECOPE)
- SEMARNAT, 2021. Superficie forestal afectada por plagas y enfermedades forestales (hectáreas) [WWW Document]. Secr. Medio Ambient. y Recur. Nat. URL http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/ibi_apps/WFServlet?PG_REQTYPE=REDIRECT&PG_MRsaved=false&PG_Func=GETBINARY&PG_File=cdkydxbm.pdf. (accessed 9.16.20).
- Seybold, S.J., Huber, D.P.W., Lee, J.C., Graves, A.D., Bohlmann, J., 2006. Pine monoterpenes and pine bark beetles: A marriage of convenience for defense and chemical communication. *Phytochemistry Reviews*, 5(1): 143-178. <https://doi.org/10.1007/s11101-006-9002-8>
- Soto-Correa, J.C., Aviles-Carrillo, I., Giron-Gutierrez, D., Cambron-Sandoval, V., 2019. Abundancia altitudinal de *Dendroctonus frontalis* (Coleoptera: Curculionidae) en relación a variables climáticas en Hidalgo, México. *Revista de Biología Tropical*, 67(3): 370-379.
- Vanderwel, D., Oehlschlager, A.C., 1987. Biosynthesis of pheromones and endocrine regulation of pheromone production in Coleoptera. In: Prestwich, G.D., Blomquist, G.J. (Eds.), *Pheromone Biochemistry*. Academic Press, New York, 175–215 p.
- Vega, E. F. y Hofstetter, W. R. (Eds.). 2015. In: *Bark beetles biology and ecology of native and invasive species*. Jamestown Road, London, Elsevier. Academic Press 640 p.
- Vité, J. P. y Francke, W. 1976. The aggregation pheromones of bark beetles: progress and problems. *Naturwissenschaften* 63: 550- 555.
- Wegensteiner, R., Wermelinger, B. y Herrmann, M. 2015. Natural enemies of bark beetles: predators, parasitoids, pathogens, and nematodes. In: Vega F.E. and R.W. Hofstetter (Eds.).

- Bark beetles biology and ecology of native and invasive species*. Elsevier. Academic Press, 640 p.
- Wood, D.L., 1972. Selection and colonization of ponderosa pine by bark beetles. In: van Emden, H.F. (Ed.), *Insect/Plant Relationships*. Blackwell Scientific, London, 101–117 p.
- Wood, S. L. 1982. The Bark and Ambrosia Beetles of North and Central America (Coleoptera: Scolytidae), a Taxonomic Monograph. *Great Basin Naturalist Memoirs*, 6. Ed. Board. Provo, UT, USA. 1359 p.
- Wood, S.L. 1987. Six new species of Scolytidae (Coleoptera) from Mexico. *Great Basin Naturalist*, 47(4): 547-550.
- Wood, S.L. 2007. *Bark and ambrosia beetles of South America* (Coleoptera: Scolytidae). Monte L. Bean Sci. Mus., Provo, Utah. 757-900 p.