

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**



**SCOLYTINAE Y PLATYPODINAE (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) EN  
HUERTAS DE AGUACATE EN ARAMBERRI NUEVO LEÓN**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
DOCTOR EN CIENCIAS AGRÍCOLAS**

**PRESENTA  
IAN HUMBERTO QUIROZ GONZÁLEZ**

GENERAL ESCOBEDO, N.L.

OCTUBRE DE 2024

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**



**SCOLYTINAE Y PLATYPODINAE (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) EN  
HUERTAS DE AGUACATE EN ARAMBERRI, NUEVO LEÓN**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
DOCTOR EN CIENCIAS AGRÍCOLAS**

**PRESENTA  
IAN HUMBERTO QUIROZ GONZÁLEZ**

GENERAL ESCOBEDO, N.L.

OCTUBRE DE 2024

ESTA TESIS FUE REVISADA Y APROBADA POR EL COMITÉ PARTICULAR  
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE

DOCTOR(A) EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

COMITÉ PARTICULAR




---

Dra. Adriana Gutiérrez Díez  
Directora



---

Dr. Armando Equihua Martínez  
Co-Director



---

Dr. Salvador Ochoa Ascencio  
Asesor



---

Dr. Gerardo Méndez Zamora  
Asesor



---

Dr. Fernando de Jesús Carballo Méndez  
Asesor

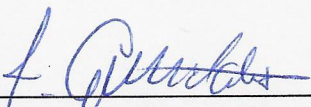


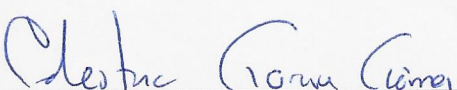
---


Dra. Juanita Guadalupe Gutiérrez Soto  
Subdirectora de Posgrado e Investigación

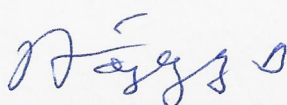
ESTA TESIS FUE APROBADA EN FORMATO, POR EL COMITÉ DE POSGRADO,  
ATENDIENDO A EL ARTÍCULO 123, DEL REGLAMENTO GENERAL DEL  
SISTEMA DE POSGRADO DE LA UANL.

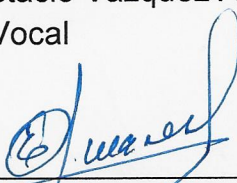
COMITÉ DE POSGRADO

  
Dra. Juanita Guadalupe Gutiérrez Soto  
Presidenta

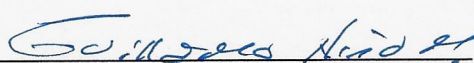
  
Dr. Celestino García Gómez  
Secretario

  
Dra. Lidia Rosaura Salas Cruz  
Vocal

  
Ph.D. Rigoberto Eustacio Vázquez Alvarado  
Vocal

  
Ph.D. Emilio Olivares Sáenz  
Vocal

  
Dra. Sughey Ramona Sinagawa García  
Vocal

  
Dr. Guillermo Niño Medina  
Vocal

## **IN MEMORIAM**

Quiero iniciar con una dedicatoria especial a una gran persona que tuve la oportunidad de conocer, me brindó su gran apoyo, me aconsejó, siempre muy amable y con buenas platicas, siempre lo recordaremos.

Sr. Daniel De Llano Garza †

## DEDICATORIA

A Dios, por haberme permitido concluir mis estudios profesionales y lograr cumplir una meta más en mi vida, por colocar en mi camino a personas tan buenas y generosas que con sus consejos y ayuda no habría logrado llegar hasta acá

A mis padres **Humberto Quiroz Martínez** y **Magdala González Guzmán** y mis hermanas **Layla Quiroz** y **Shania Quiroz** por su gran esfuerzo, sacrificio y apoyo brindado durante esta etapa de mi vida.

A mis hermanos de otra madre **Ángel González** y **Daniel De Llano** mis queridos amigos que me brindaron apoyo incondicional, sabios consejos, gracias por estar siempre allí para mí.

A la **Dra. Imelda Esquivel** por esa valiosa oportunidad que me brindó y de no ser por esa oportunidad no hubiera llegado hasta estas instancias, estaré agradecido toda la vida.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco profundamente a la **Universidad Autónoma de Nuevo León** por brindarme la oportunidad de realizar mis estudios de doctorado en un entorno académico de alta calidad.

Agradezco a la **Facultad de Agronomía** por darme la oportunidad de estudiar el doctorado, así como todo el apoyo y las facilidades brindadas durante estos años.

Al **Consejo Nacional de Humanidades Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT)** por la beca otorgada para cursar el programa de doctorado.

A la **Dra. Adriana Gutiérrez Díez** por brindarme la oportunidad de ser su tesista, por la confianza y apoyo otorgado a lo largo de todos estos años, por los consejos y la disposición para ayudarme en todo momento, muy agradecido por absolutamente todo.

Al **Dr. Armando Equihua Martínez** por todo su tiempo y dedicación brindado otorgado a esta investigación, por compartirme sus experiencias y conocimientos que me permitieron avanzar en la investigación, por tanta amabilidad y disposición hacia mi persona, muy agradecido por todo y un honor trabajar con usted.

Al **Dr. Salvador Ochoa Ascencio** por toda la disposición y tiempo brindado a la investigación, por los consejos, recomendaciones y conocimientos que me brindo para avanzar en la investigación, muy agradecido de poder haber aprendido mucho de usted.

Al **Dr. Gerardo Méndez Zamora** por todos los conocimientos brindados, así como su aportes a la investigación, las recomendaciones, así como todos los

cuestionamientos para razonar y encontrar respuestas a situaciones que sucedían en la investigación, fue un gusto para mi poder aprender de mucho de usted.

Al **Dr. Fernando de Jesús Carballo Méndez** por siempre estar al pendiente de la investigación, así como de los avances que se desarrollaban de la misma, por todos los consejos que me brindaba en ámbito académico, así como personal, por todos los consejos, así como aportes que realizaba a la investigación, un gusto poder aprender de usted.

A la **Dra. Ivón Montserrat Cerda Hurtado** por todo el tiempo, dedicación y los conocimientos brindados para poder desarrollar la investigación, por su disponibilidad, así como amabilidad, le agradezco por absolutamente todo.

Al Dr. Alejandro Sergio del Bosque González, **M.C Carlos Alberto Hernández Martínez, M.C. Jesús Andrés Pedroza Flores** y al señor **José Antonio Canales Martínez** por todas las facilidades que me brindaron en cada muestreo y los buenos momentos en cada muestreo.

A los **productores** y **dueños** de las huertas que me permitieron entrar a sus instalaciones mes tras mes para desarrollar la investigación.

Al **Dr. Eleazar Lugo** y su hermano **Ing. José Lugo** por las facilidades brindadas y su apoyo en los monitoreos en las huertas.

A la **Dra. Juanita Guadalupe Gutiérrez Soto, Blanca Idolisa, Nohemí Chacón** y **Alondra Lara**, por todos sus buenos consejos, buenas pláticas, buen trato, pero principalmente por la buena amistad que me brindaron a lo largo de mi estadía en posgrado.

A mis compañeros y amigos de posgrado **Félix Varela** y **Alejandra Ochoa** por todos sus consejos, buenos momentos, buenas pláticas que tuvimos a lo largo de mi



estadía en mis estudios de posgrados, muy agradecido de compartir muchas cosas con ustedes.

A todos mis amigos de **Dark Vission Music Shop** y **Dark Vission Entertainment**, **Reyes Amaro**, **Carolina García**, **Pedro Hernández**, **Miguel Peña**, **Fernando Santana**, **Mario Salazar**, **Diego Rivera** por tan buenos momentos y excelentes platicas que hemos tenido a lo largo de estos años, muy agradecido por absolutamente todo.

A **Valeria Cabriales** por su apoyo, consejos, excelentes momentos vividos y por las buenas platicas, pero principalmente motivarme en todo momento sobre todo en esta etapa final de la tesis en donde mas lo necesitaba.

A mi mejor amiga **Fabiola Medina Osti** por todo tu apoyo incondicional, las buenas pláticas que tenemos, tus palabras de aliento, por siempre escucharme y hacerme reír en los momentos que más lo necesitaba, se te aprecia mucho.

A todos mis amigos de **Nak+**, en especial a **Kalef Aguilar**, **Sahid Silva**, **Carlos Cenicerros**, **Severo Carranza**, **Rodrigo Ceballos** y **ゆき即読ま(Yuki)** por todos esos buenos momentos que pasamos, jugando, platicando en streams, pero sobre todo el apoyo que me han brindado.

A **Lisa Cuadros**, por todos sus excelentes consejos, por las buenas platicas y momentos que hemos tenido en stream, pero principalmente por su amistad y el buen trato que me brindas.

A toda la **Horda**, **Daniel Cuadros**, **Uri García**, **Hunter**, **The Raconicorn**, **Ian Rodríguez** y **Blue Point** por todos los buenos momentos que pasamos jugando en stream, las pláticas, consejos, pero principalmente por todo el buen trato que me brindan.

A toda los carnalitos de **Cathartic, Erick Beltrán, Jimmy Beltrán, Jimmy Figueroa y Damián Silva** por todos los buenos momentos, consejos, por su amistad y por su excelente música que me ayudó a motivarme en los momentos de trabajo.

Al **DFT, Rubén A. Chua Rodríguez, Antonio de Jesús Martínez Morales y Bernardo López** por siempre estar al pendiente, aconsejándome, apoyándome durante todo momento y motivándome a siempre salir adelante, saben que los quiero mucho hermanos

A mis amigos de laboratorio en FCB **Abner Alejo, Abil López, Steven Colin, Nancy Ornelas, Diego Ibarra, Grecia Medina y Pao Zapata**, por el gran apoyo y buenos consejos, pero sobre todo los buenos momentos en los que pasamos en el laboratorio.

A **Olaf Acevedo** y a toda su comunidad **The Juntay, Bragaktieso, Putridanox** por el buen trato que me han dado, los buenos momentos jugando, así como las excelentes pláticas y risas.

A **Dj Sonicko y Rodrigo Zone Andrada** por esos excelentes beats que me ayudaron mucho a concentrarme y trabajar en laboratorio, así como en la escritura de tesis.

A **Raymundo Martínez** por las buenas pláticas y los excelentes asesorías y consejos de nutrición que me permitieron tener un buen rendimiento durante mis estudios de doctorado.

A mi Psicóloga **Yahayra Lizbeth Estrada Briseño** gracias por toda su labor su profesionalidad, consejos y apoyo que me brindó para tener una mejor calidad de vida y ser mejor día a día como persona.

A todas aquellas personas que se me haya olvidado mencionar les agradezco mucho por todo lo que hacen por mí, gracias totales.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
ÍNDICE DE CUADROS.....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
RESUMEN.....	xv
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivo general.....	2
1.1.1 Objetivo específico.....	2
2. ANTECEDENTES.....	3
2.1 Plagas de aguacate.....	3
2.1.1 Trips.....	3
2.1.2. Ácaros.....	4
2.1.3. Lepidópteros.....	4
2.1.4. Escamas.....	5
2.1.5. Familia Curculionidae.....	5
2.1.5.1. <i>Macrocopturus aguacatae</i> .....	5
2.1.5.2. <i>Conotrachelus perseae</i> y <i>Conotrachelus aguacatae</i> .....	6
2.1.5.3. <i>Heilipus lauri</i> .....	6
2.1.5.4. Escarabajos ambrosiales.....	7
2.1.5.4.1. Escarabajos de la subfamilia Scolytinae.....	8
2.1.5.4.2. Escarabajos de la subfamilia Platypodinae.....	9
2.1.5.4.3. Distribución de escarabajos ambrosiales.....	10
2.2 Modelos de Distribución Potencial de Especies.....	11
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
3.1 Área de Estudio.....	14
3.2. Colecta e Identificación de escarabajos.....	14
3.3. Análisis de Diversidad y Fluctuación Poblacional.....	16
3.4. Modelado de Distribución Potencial.....	17
3.4.1. Selección de capas ambientales y modelado.....	17
4. RESULTADOS.....	20

4.1. Índice de Shannon.....	22
4.2. Índice de Margalef.....	23
4.3. Índice de Simpson.....	24
4.4. Fluctuacion Poblacional.....	25
4.5. Distribución potencial de las especies reportadas.....	30
4.5.1. Distribución potencial de <i>Araptus schwarzi</i> .....	30
4.5.2. Distribución potencial de <i>Corthylus flagellifer</i> .....	32
4.5.3. Distribución potencial de <i>Euplatypus parallelus</i> .....	33
4.5.4. Distribución potencial de <i>Monarthrum gracilior</i> .....	35
4.5.5. Distribución potencial de <i>Xyleborinus gracilis</i> .....	36
4.5.6. Distribución potencial de <i>Xyleborus ferrugineus</i> .....	37
4.5.7. Distribución potencial de <i>Xyleborus horridus</i> .....	39
4.5.8. Distribución potencial de <i>Xyleborus volvus</i> .....	40
4.6. DISCUSIÓN.....	43
5. CONCLUSIONES.....	54
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	55

## ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Ubicación geográfica de las huertas de aguacate muestreadas en Aramberri, Nuevo León.	15
Cuadro 2. Capas ambientales utilizadas para desarrollar los mapas de distribución potencial en México de especies de escarabajos de las subfamilias Scolytinae y Platypodinae colectados durante el periodo junio 2022-julio 2023 en huertas de aguacate criollo ( <i>Persea americana</i> var. <i>drymifolia</i> ) de Aramberri, N.L.	18
Cuadro 3. Especies de escarabajos de las subfamilias Scolytinae y Platypodinae colectados durante el periodo junio 2022-julio 2023 en huertas de aguacate criollo ( <i>Persea americana</i> var. <i>drymifolia</i> ) de Aramberri, N.L.	20
Cuadro 4. Especies de escarabajos de las subfamilias Scolytinae y Platypodinae colectados en huertas de aguacate criollo ( <i>Persea americana</i> var. <i>drymifolia</i> ) en Aramberri, N.L., durante el periodo junio 2022-julio 2023.	21

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Trampa Lindgren® cebada con etanol para colecta de escarabajos en huertas de aguacate criollo ( <i>Persea americana</i> var. <i>drymifolia</i> ) de Aramberri, N.L.	16
Figura 2. Especies de escarabajos de las subfamilias Scolytinae y Platypodinae colectados durante el periodo junio 2022-julio 2023 en huertas de aguacate criollo ( <i>Persea americana</i> var. <i>drymifolia</i> ) de Aramberri, N.L.	22
Figura 3. Índice de diversidad Shannon-Wiener de escarabajos de las subfamilias Scolytinae y Platypodinae en huertas de aguacate nativo ( <i>Persea americana</i> var. <i>drymifolia</i> ) de Aramberri, N.L. durante el periodo junio 2022-julio 2023.	23
Figura 4. Índice de diversidad Margalef de escarabajos de las subfamilias Scolytinae y Platypodinae en huertas de aguacate nativo ( <i>Persea americana</i> var. <i>drymifolia</i> ) de Aramberri, N.L., durante el periodo junio 2022-julio 2023.	24
Figura 5. Índice de diversidad Simpson de escarabajos de las subfamilias Scolytinae y Platypodinae en huertas de aguacate nativo ( <i>Persea americana</i> var. <i>drymifolia</i> ) de Aramberri, N.L., durante el periodo junio 2022-julio 2023.	25
Figura 6. Fluctuación poblacional de las subfamilias Scolytinae y Platypodinae en huertas de aguacate nativo ( <i>Persea americana</i> var. <i>drymifolia</i> ) de Aramberri, N.L., durante el periodo junio 2022-julio 2023.	26
Figura 7. Fluctuación poblacional de especies de escarabajos de las subfamilias Scolytinae y Platypodinae en huertas de aguacate nativo ( <i>Persea americana</i> var. <i>drymifolia</i> ) de Aramberri, N.L., durante el periodo junio 2022-julio 2023.	27
Figura 8. Fluctuación poblacional de especies de las subfamilias	28

	Scolytinae y Platypodinae en la Zona 1 de muestreo de huertas de aguacate nativo ( <i>Persea americana</i> var. <i>drymifolia</i> ) de Aramberri, N.L., durante el periodo junio 2022-julio 2023.	
Figura 9.	Fluctuación poblacional de especies de las subfamilias Scolytinae y Platypodinae en la Zona 2 de muestreo, en huertas de aguacate nativo ( <i>Persea americana</i> var. <i>drymifolia</i> ) de Aramberri, N.L., durante el periodo junio 2022-julio 2023.	29
Figura 10.	Fluctuación poblacional de especies de las subfamilias Scolytinae y Platypodinae en la Zona 3 de muestreo, en huertas de aguacate nativo ( <i>Persea americana</i> var. <i>drymifolia</i> ) de Aramberri, N.L., durante el periodo junio 2022-julio 2023.	30
Figura 11.	Mapa de distribución potencial de <i>Araptus schwarzi</i> en México.	31
Figura 12.	Mapa de distribución potencial de <i>Corthylus flagellifer</i> en México.	33
Figura 13.	Mapa de distribución potencial de <i>Euplatypus parallelus</i> en México.	35
Figura 14.	Mapa de distribución potencial de <i>Monarthrum gracilior</i> en México.	36
Figura 15.	Mapa de distribución potencial de <i>Xyleborinus gracilis</i> en México.	37
Figura 16.	Mapa de distribución potencial de <i>Xyleborus ferrugineus</i> en México.	39
Figura 17.	Mapa de distribución potencial de <i>Xyleborus horridus</i> en México.	40
Figura 18.	Mapa de distribución potencial de <i>Xyleborus volvulus</i> en México.	42

## RESUMEN

En Nuevo León son cultivados genotipos de aguacates nativos en huertos comerciales y de traspatio en diversos municipios. El municipio de Aramberri es el principal productor de aguacate nativo (*Persea americana* var. *drymifolia*). Los escarabajos ambrosiales han comenzado a considerarse una potencial amenaza para los árboles de aguacate, así como diversas especies vegetales, por la asociación simbiótica y nutricional que tienen con diversas especies de hongos fitopatógenos. El presente estudio de escarabajos de la subfamilia Scolytinae y Platypodinae en Aramberri, Nuevo León representa un avance significativo en la comprensión de estos coleópteros en aspectos biogeográficos, así como ecológicos, ya que al ser una zona aguacatera con nulos trabajos ofrece la oportunidad para ampliar el conocimiento acerca de escarabajos de estas subfamilias que provocan grandes daños en zonas forestales, así como agrícolas.

El trabajo se llevó a cabo en el municipio de Aramberri ubicado al sur del estado de Nuevo León. Para llevar a cabo la colecta de escarabajos se colocaron 30 trampas Lindgren® de ocho embudos, distribuidas al azar dentro de las huertas, el número de trampas por huerta fue de acuerdo con su superficie. La identificación taxonómica de los escarabajos colectados se realizó por observación directa con microscopio estereoscópico, identificando las características morfológicas. Se construyó una base de datos de las especies identificadas, esta información permitió realizar la determinación de riqueza, dominancia y diversidad de especies. Con base en las especies de escarabajos colectadas e identificadas se elaboró una base de datos con registros de presencia en diferentes zonas del país. Para desarrollar los mapas de distribución potencial de las especies, fue realizada una prueba utilizando 19 capas bioclimáticas, la capa de elevación, las capas de temperatura mínima, temperatura máxima, humedad, precipitación, así como la de unidades climáticas. El modelado de la distribución de especies se realizó mediante las capas que presentaron mayor influencia en la prueba realizada, así como la base de datos de los registros de localización en el país de las especies de escarabajos colectados.

Un total de 5,358 escarabajos fueron recolectados de las trampas multiembudo.



De acuerdo con la identificación de los ejemplares, se distribuyeron en ocho géneros y 11 especies. Las especies con mayor cantidad de organismos pertenecientes a la subfamilia Scolytinae fueron *Hylocurus medius*, *Araptus schwarzi*, *Corthylus flagellifer*, *Xyleborus volvulus* y *Xyleborus ferrugineus*, mientras que de la subfamilia Platypodinae fue la especie *Euplatypus parallelus*. De acuerdo con los índices de diversidad utilizados la zona 3 fue la que presentó la mayor diversidad de especies (índice de Shannon-Wiener), la zona 3 presentó la mayor riqueza de organismos (índice de Margalef) mientras que la zona 1 presentó la mayor dominancia de organismos. A lo largo de los 15 muestreos realizados podemos observar que la subfamilia Scolytinae fue la que presentó mayor actividad, se puede observar tres picos poblacionales que indican el aumento en la cantidad de organismos de esta subfamilia. Las capas bioclimáticas de mayor influencia en los escarabajos Scolytinae y Platypodinae fueron, uso de suelo y vegetación, unidades climáticas, humedad, temperatura mínima, precipitación, precipitación anual, elevación, estacionalidad de la temperatura, rango anual de temperaturas.

Siete de las once especies encontradas corresponden a escarabajos ambrosiales con reporte de portación de hongos fitopatógenos. Aunque no hay reporte de la presencia de *Harringtonia lauricola* en México, es necesaria la atención en las especies de ambrosiales reportadas en esta investigación, debido a su amplia distribución pueden ser fuente potencial de diseminación de hongos fitopatógenos como los causantes de la marchitez del laurel. *Araptus schwarzi*, *Monarthum gracilior*, *Xyleborinus gracilis*, y *Xyleborus horridus* (subfamilia Scolytinae) son nuevos registros de especies para el estado de Nuevo León. La fluctuación poblacional mostró mayor abundancia de escarabajos entre los meses de octubre a marzo. Los mapas de distribución potencial de las especies capturadas aportaron información sobre las condiciones climáticas ideales para su establecimiento.

## 1. INTRODUCCIÓN

México es el principal productor de aguacate a nivel mundial seguido de Colombia, Perú, Indonesia y República Dominicana (FAOSTAT, 2023). En el año 2022 la producción de aguacate en la República Mexicana fue de 2.5 millones de toneladas, toneladas dejando una derrama económica de 63,448 millones de pesos (SIAP, 2023). En Nuevo León son cultivados genotipos de aguacates nativos en huertos comerciales y de traspatio en diversos municipios (Acosta *et al.*, 2013). El municipio de Aramberri es el principal productor de aguacate nativo (*Persea americana* var. *drymifolia*) con 347 hectáreas sembradas, y una producción en 2023 de 867.5 toneladas lo que generó una derrama económica de 11.9 millones de pesos (SIAP, 2023).

El cultivo del aguacate es afectado por enfermedades y plagas que perjudican su producción y comercialización a nivel nacional e internacional (SENASICA, 2018). Dentro de las principales enfermedades se encuentra la roña (*Sphaceloma persea*), mancha de sol (Avocado sunblotch viroid), fumagina (*Canopodium* spp.), mancha de chapopote (*Phyllachora gratissima*), mancha plateada (*Mycospharella perseae*), mancha púrpura (*Pseudocercospora purpurea*), cancro del tronco (*Nectria galligena*, *Phytophthora heveae*, *Fusarium solani*), marchitez necrótica de ramas (*Dothiorella* spp.), agalla de la corona (*Agrobacterium tumefaciens*), pudrición de raíz (*Phytophthora cinnamomi*), pudrición amarilla (*Armillaria* spp.) pudrición blanca (*Rosellinia necatrix*), pudrición de raíz y cuello (*Rhizoctonia* sp.) (GIIIA, 2013). En lo que respecta a las plagas, el barrenador del tronco y ramas (*Macrocopturus aguacatae*), los barrenadores de la semilla (*Conotrachelus aguacatae*, *C. perseae*, *Heilipus lauri*), y la palomilla barrenadora de la semilla (*Stenomoma catenifer*), son las más conocidas (SENASICA, 2020).

Los escarabajos ambrosiales han comenzado a considerarse como una potencial amenaza para los árboles de aguacate, así como diversas especies vegetales en ecosistemas naturales, cultivos agrícolas, y en la industria de la madera, por la asociación simbiótica y nutricional que tienen con diversas especies de hongos fitopatógenos, además de que pueden colonizar a las especies vegetales en diferentes condiciones, árboles sanos, estresados, moribundos, muertos (Burgos y Equihua,

2007; Hulcr y Dunn, 2011; Pérez-De la Cruz *et al.*, 2015). Para la producción de aguacate, estos escarabajos son de importancia debido al daño que pueden causar a los árboles, lo que provocaría grandes pérdidas económicas (SENASICA, 2020).

Los escarabajos ambrosiales pertenecen a la familia Curculionidae, subfamilias Scolytinae y Platypodinae (Atkinson, 2017). La diversidad de Scolytinae y Platypodinae es más conocida en los estados del centro y sur del país como Campeche, Chiapas, Jalisco, Morelos, Oaxaca, Puebla y Veracruz (Gerónimo-Torres *et al.*, 2019). Existe poca información sobre su diversidad, así como de la vegetación que se encuentra asociada en lugares áridos y semiáridos, siendo este tipo de lugares los más representativos en el país con 60 % de la superficie en el territorio nacional (Quezada-García *et al.*, 2014).

El presente estudio de escarabajos de la subfamilia Scolytinae y Platypodinae en Aramberri, Nuevo León representa un avance significativo en la comprensión de estos coleópteros en aspectos biogeográficos, así como ecológicos, ya que al ser una zona aguacatera con nulos trabajos ofrece la oportunidad para ampliar el conocimiento acerca de escarabajos de estas subfamilias que provocan grandes daños en zonas forestales, así como agrícolas.

## **1.1. Objetivo General**

Conocer las especies, variación y distribución de escarabajos de las subfamilias Scolytinae y Platypodinae en huertas de aguacate de Aramberri, Nuevo León.

### **1.1.1. Objetivos específicos**

- 1) Identificar la diversidad de especies de escarabajos de las subfamilias Scolytinae y Platypodinae en huertas de aguacate de Aramberri, Nuevo León.
- 2) Analizar la fluctuación poblacional de las especies de escarabajos de las subfamilias Scolytinae y Platypodinae en huertas de aguacate de Aramberri, Nuevo León.
- 3) Determinar la distribución potencial en México de los escarabajos de las subfamilias Scolytinae y Platypodinae colectados en huertas de aguacate de Aramberri, Nuevo León.

## 2. ANTECEDENTES

El centro de origen del aguacate se localiza en México (Sánchez *et al.*, 2002). La distribución de este fruto comienza desde México hasta Perú, cruzando Centro América, Colombia, Venezuela, así como Ecuador (Téliz y Mora, 2007). Dentro de la taxonomía el aguacate pertenece al reino vegetal a la familia Lauraceae, en el género *Persea* y la especie *Persea americana* Miller (Gutiérrez, 1984). En la actualidad el cultivo del aguacate se registra en diversos estados de la República Mexicana y los principales estados productores de este fruto son Michoacán, Jalisco, México, Nayarit, Morelos y Puebla (SIAP, 2024). Nuevo León produce aguacate raza mexicana (*Persea americana* var. *drymifolia*), se ubica en el lugar 17 de producción a nivel nacional, los municipios que producen este fruto son Aramberri, Rayones, General Zaragoza, Sabinas Hidalgo, Bustamante y Galeana (SIAP, 2024)

### 2.1. Plagas del Aguacate

Las plagas que se presentan en el cultivo del aguacate en la República Mexicana pueden variar dependiendo de la región en dónde se produce debido a las condiciones climáticas, al manejo del cultivo, así como a las variedades que se cultivan, ya sean nativas o mejoradas, provocando así, diferentes patrones de diversidad. Algunas especies de insectos presentan una distribución amplia en el país y otras restringen su distribución a zonas específicas (Equihua-Martínez *et al.*, 2019). Entre las plagas que se presentan están las siguientes:

#### 2.1.1 Trips

Los trips son la principal plagas del cultivo de aguacate, estos insectos se alimentan del fruto en crecimiento, provocando protuberancias o crestas en el pericarpio, estas deformaciones pueden ser visibles cuando el fruto es maduro (Ramírez-Dávila *et al.*, 2013; González-Hernández *et al.*, 2000). En México se han reportado los géneros *Scirtothrips*, *Neohydatothrips* y *Frankiniella* (Johansen *et al.*, 2019). En etapa de larva y adulto, *Neohydatothrips* sp. y *Frankiniella* sp. son los responsables de afectar la calidad comercial del fruto; los adultos y larvas de las

especies de *Scirtothrips* provocan daño en el follaje joven causando distorsión, así como cicatrices de color castaño oscuro en la nervadura central del envés de la hoja (Hoddle, 2002).

### **2.1.2. Ácaros**

Los ácaros son artrópodos que han sido reportados como plagas en el aguacatero, llegan a medir de 100 a 500  $\mu\text{m}$  de longitud y las coloraciones del cuerpo pueden ser blanca, ambarina, rojiza y café; estos organismos pertenecen a la clase Arachnida y subclase Acari, que se divide en 7 subórdenes. Los subórdenes de mayor importancia agrícola en donde se encuentran organismos depredadores, así como fitófagos, son Mesosstigmata o Gamasida y Prostigmata o Actinedida. Los ácaros en su gran mayoría se encuentran asociados a cultivos y fungen como plaga primaria y secundaria provocando daños severos o ligeros (Estrada-Venegas, 2019). Las especies de ácaros que más provocan daños en el cultivo del aguacate son *Oligonychus punicae* conocida como la araña roja y *Oligonychus perseae* conocida como araña cristalina (GIIIA, 2013)

### **2.1.3. Lepidópteros**

Los lepidópteros son insectos considerados plagas secundarias en el cultivo de aguacate, los niveles de su población llegan a ser bajos por lo que no son sometidos a medidas de control; dentro de las especies conocidas en México se encuentran *Copaxa multifenestrata* conocido como gusano verde o quemador, el cual provoca daños en las hojas maduras, esta especie es específica del aguacatero. *Papilio garamas* conocido como gusano perro, dentro de sus primeros cuatro estadios larvarios se alimenta de las puntas y brotes de árboles de aguacate. El quinto estadio es el más peligroso ya que consume el limbo, la parte central de las hojas, así como sus peciolos. Las larvas de *Pyrrhopyge chalybea* conocido como gusano confeti o perforador de las hojas del aguacatero, las afecta directamente cortando pequeñas área circulares (Durán-de Anda *et al.*, 2019).

#### **2.1.4. Escamas**

Las escamas armadas son plagas consideradas secundarias en el cultivo del aguacate, estos insectos pertenecen a la familia Diaspididae, superfamilia Coccoidea, con aproximadamente 400 géneros y 2,650 especies registradas, de las cuales cerca de 300 son consideradas de importancia agrícola (Miller y Davidson, 1990; Moran y Goolsby, 2010; Durán-de Anda *et al.*, 2019). La mayoría de las especies son polípagas y cosmopolitas, pueden presentarse especies endémicas en ciertas regiones (Kondo y Muñoz, 2009). Estos insectos dañan las hojas absorbiendo la savia, provocando alteraciones en diversos tejidos vegetales (González y Atkinson, 1985).

#### **2.1.5. Familia Curculionidae**

Los escarabajos de la familia Curculionidae, también conocidos como gorgojos o picudos son de los escarabajos con mayor cantidad de especies dentro del reino animal. Se tienen registros aproximados de 62,000 especies, pero se calcula que pueden existir unas 220, 000 (Oberprieler *et al.*, 2007). Alrededor del 85 % de las especies de los gorgojos mexicanos pertenecen a la familia Curculionidae que incluye a las subfamilias Baridinae, Brachycerinae, Cossoninae, Curculioninae, Cyclominae, Dryophthorinae, Entiminae, Molytinae, Platypodinae y Scolytinae (Morrone, 2014).

Los plagas que fueron estudiadas en esta investigación pertenecen a las subfamilias Scolytinae y Platypodinae las cuales se caracterizan por alimentarse y reproducirse en plantas que se encuentran recién muertas, decadentes, así como vivas, se caracterizan por realizar galerías que provocan la interrupción del flujo de savia en las plantas huésped dañando el rendimiento o provocando la muerte de las plantas huésped (Wood y Bright, 1992a; 1992b; Logan y Powel, 2001)

##### **2.1.5.1. *Macrocopturus aguacatae***

Conocido como barrenador del tronco y ramas, provoca daños a las ramas en estado de larva, así como en brotes tiernos alimentándose directamente de ellos y provocando defoliación, a su vez, provoca la caída de flores y frutos. Las hembras ovipositan en ramas que reciben luz solar pero también puede ovipositar en ramas sombreadas (SENASICA-DGSV, 2016 a); para colocar los huevos la hembra realiza

un orificio con el pico por abajo de la cutícula entre la epidermis de la rama o tallo, coloca el huevo con el ovipositor en la entrada del orificio, posteriormente ayudándose con el pico lo introduce hasta el fondo (SENASICA-DGSV, 2016). Esta especie es nativa de la República Mexicana y se encuentra en zonas aguacateras en los estados de Guanajuato, México, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla, Nayarit, Nuevo León, Colima, Guerrero, Jalisco, Querétaro y Veracruz (SENASICA-DGSV, 2016 a). De acuerdo con la Norma Internacional Medidas Fitosanitarias No. 8, *C. aguacatae* es una plaga presente en algunas áreas y se encuentra sujeta a control oficial (IPPC, 2006).

#### **2.1.5.2. *Conotrachelus perseae* y *Conotrachelus aguacatae***

Conocidos como barrenadores pequeños de la semilla, estos escarabajos realizan pequeñas perforaciones en el fruto acompañadas de polvo blanquecino en las partes apical, media o basal. *Conotrachelus perseae* y *C. aguacatae* son muy similares en hábitos y biología, las hembras realizan perforaciones en el fruto del aguacate utilizando el rostrum, posteriormente realizan la oviposición de los huevos a manera individual o en grupos de tres a ocho. Las perforaciones son realizadas en cualquier parte del fruto, aunque por lo general los daños son más visibles en la mitad inferior del mismo, los frutos pueden encontrarse a cualquier altura del árbol (Coria-Ávalos, 1999; Téliz y Mora, 2007; Castañeda *et al.*, 2015); al emerger la larva empieza a alimentarse de la pulpa en el fruto hasta llegar a la semilla de la cual también se alimenta provocando que se deshaga (Castañeda *et al.*, 2015). Los frutos que son dañados caen al suelo y al momento en que la larva completa su ciclo sale de la semilla para pupar en cocones en profundidad de 5 a 10 cm de acuerdo con la textura, así como la humedad del suelo y de ahí se transforma en adulto (Llanderal y Ortega, 1990; Coria-Ávalos, 1999; Hernández, 2009; Castañeda *et al.*, 2015). De acuerdo con lo dispuesto por la Norma Internacional de Medidas Fitosanitarias No. 8, estas especies solo se encuentran presentes en algunas zonas y están sujetas a un control oficial (IPPC, 2006).

#### **2.1.5.3. *Heilipus lauri***

Conocido como barrenador grande de la semilla esta especie afecta las semillas

de frutos que se encuentran en crecimiento (SENASICA, 2018). Los frutos son perforados por las hembras con su rostrum para ovipositar un huevo por orificio que es empujado hasta el fondo muy cercano a la semilla, en los frutos pueden ser encontrados de uno a tres orificios de oviposición. Los frutos que poseen larvas que se encuentran próximas a pupar caen al suelo, la pulpa sirve como alimento para diversas especies de animales provocando que se exponga la semilla (SENASICA-DGSV, 2016 b). De acuerdo con la Norma Internacional de Medidas Fitosanitarias No. 8 en México, esta especie se tiene catalogada como presente en algunas áreas y sujeta a control oficial (IPPC, 2006).

#### **2.1.5.4. Escarabajos ambrosiales**

Las subfamilias Scolytinae y Platypodinae cuentan con escarabajos descortezadores y ambrosiales que infestan una amplia variedad de árboles y arbustos, se caracterizan por ser barrenadores de floema, xilema, ramas, semillas, hierbas y lianas (Burgos y Equihua, 2007). Se alimentan y reproducen en plantas que se encuentran vivas, decadentes, así como recién muertas; construyen galerías en los árboles huéspedes provocando la interrupción del flujo de savia, afectando el rendimiento y provocando la muerte de los árboles (Wood y Bright, 1992a; 1992b; Logan y Powell, 2001).

Estos escarabajos son importantes en los ecosistemas naturales ya que se encuentran asociados en el proceso de descomposición de la madera (Equihua-Martínez y Burgos-Solorio, 2002); llegan a los árboles hospederos con dos objetivos principales, el primero es alimentarse y el segundo reproducirse, poseen un papel fundamental en el equilibrio de comunidades vegetales, debido a que eliminan plantas que se encuentran enfermas o moribundas (Burgos y Equihua, 2007). Sin embargo, comprenden especies consideradas de importancia económica debido al daño que pueden llegar a provocar en árboles forestales, frutales, así como ornamentales (Atkinson, 2017), se les considera amenaza en ecosistemas naturales, cultivos agrícolas, y en la industria maderera debido al impacto económico y ecológico que provocan (Burgos y Equihua, 2007; Hulcr & Dunn, 2011). Entre sus hospederos, se encuentran plantas de la familia del aguacate, así como el mismo cultivo (Carrillo et



al., 2014; García-Guevara et al., 2018).

La distribución y diversidad de los escarabajos ambrosiales puede verse afectadas por diversos factores como temperatura, humedad relativa e iluminación (Gerónimo-Torres *et al.*, 2021); se encuentran distribuidos a nivel mundial en zonas tropicales y subtropicales con más de 6,000 especies registradas (Ángel-Restrepo *et al.*, 2019), llegan a alcanzar grandes niveles de población en climas de alta humedad, lo que a su vez permite el establecimiento de los hongos ectosimbióticos (Kirkendall *et al.*, 2014).

#### **2.1.5.4.1. Escarabajos de la subfamilia Scolytinae.**

De los escarabajos de esta subfamilia se conocen aproximadamente 220 géneros y 6,000 especies, son insectos de forma cilíndrica y tamaño pequeño entre 1 y 10 mm los cuales constituyen el grupo de escarabajos de mayor importancia como plagas de especies vegetales forestales (Soto *et al.*, 2002). Alrededor del 86 % de las especies de esta subfamilia pueden ser encontradas en trópicos, así como subtropicos, el 59 % son exclusivas de estas regiones (Kirkendall *et al.*, 2015). En la República Mexicana se tienen registros de 994 especies aproximadamente de escolítinos, los cuales tiene hábitos alimenticios, huéspedes y distribución geográfica variada (Atkinson, 2023).

Los escolítinos cuentan con diversas especies catalogadas de importancia forestal, ornamental y frutícola, estos escarabajos se clasifican de acuerdo con los hábitos alimenticios que presentan como xilófagos, xilomicetófagos, fleófagos, mielófagos, espermatófagos (Atkinson y Equihua, 1986a y 1986b). Los escarabajos con hábito alimenticio xilomicetófagos son llamados ambrosiales. Las hembras de algunas especies transportan esporas de hongos en estructuras especializadas llamadas micangios hacia árboles hospederos (García *et al.*, 2016). Conforme las hembras realizan las galerías a las crías, inoculan el hongo que portan a la especie vegetal hospedante, al crecer el hongo provoca que en el sistema vascular de los árboles se obstaculice el flujo del agua y nutrientes ocasionando la muerte parcial o total de la planta hospedera (Harrington *et al.*, 2008; Brar *et al.*, 2013). La relación que poseen los escarabajos con los hongos es simbiótica, esto favorece la dispersión del hongo hacia nuevos hospederos (Vega, 2017).

Los escarabajos se alimentan bajo la corteza de los árboles ocasionando la fermentación y descomposición de la madera que genera oleorresinas volátiles, terpenos, hidrocarburos, y alcoholes entre otras sustancias, que sirven como atractivos para diferentes especies de escarabajos de esta subfamilia (Wood, 1982; Pérez-De la Cruz *et al.*, 2009). La mayoría de las especies de escolitinos emergen en fase adulta de las galerías de los árboles hospedantes, en la primavera o verano con el objetivo de aparearse o buscar un nuevo árbol hospedero a colonizar (Vega, 2017).

*Xyleborus glabratus* es una especie exótica de escarabajo ambrosial para México que no se encuentra presente, está asociada con el hongo *Harringtonia lauricola* que ha provocado en Florida, Estados Unidos, innumerables muertes de especies vegetales nativas de la familia Lauraceae, entre las cuales se encuentra *Persea americana* Mill. (Fraderich *et al.*, 2008). Las especies nativas de escarabajos ambrosiales en Florida, ayudan en la dispersión de este hongo (Carillo *et al.*, 2014).

*Euwallacea kuroshio* es una especie conocida como escarabajo ambrosial polífago, los hongos simbiotes a los cuales está asociado han provocado daños en ramas y árboles de distintas especies vegetales incluyendo aguacate en California, Estados Unidos (Eskalen *et al.*, 2012). *E. kuroshio* se encuentra presente en México en Baja California, en el municipio de Tijuana (García *et al.*, 2016; Equihua *et al.*, 2016). Se registró asociado con diversas especies vegetales, entre ellas se encuentra sauce (*Salix* sp.), colorines (*Erythrina coralloides*), olmo (*Ulmus minor*), acacia (*Acacia* sp.), álamo (*Populus alba*), y sicomoro (*Platanus hybrida*). *Casuarina cunninghamiana* Miq. fue la primera especie vegetal en México en donde se reportó este escarabajo ambrosial (Equihua *et al.*, 2016a).

#### **2.1.5.4.2. Escarabajos de la subfamilia Platypodinae.**

En México se tiene registradas aproximadamente 56 especies de escarabajos de esta subfamilia (Atkinson, 2023). Estos escarabajos son los de mayor dominio en los bosques húmedos tropicales; menos de diez especies llegan a encontrarse en áreas templadas (Jordal, 2015). La subfamilia Platypodinae presenta similitud de características a Scolytinae en morfología, ciclos biológicos, reproducción, así como hábito alimenticio (Pérez-de la Cruz *et al.*, 2015).

La mayoría de los platipodinos se encuentran asociados con hongos que se desarrollan en la madera y que a su vez utilizan como alimento (Hulcr y Stelinski, 2017). Algunas especies de hongos que se han reportado en asociación con especies de platipodinos son *Fusarium solani*, *F. oxysprum*, *Alternaria alternata* así como *Botyodiplodia theobromae*; estos hongos han provocado la muerte de árboles de nogal pecanero (*Carya illinoensis*), además de especies como guamúchil (*Pithecellobium dulce*), mango (*Manguifera indica*), así como plantas ornamentales de tabachín (*Delonix regia*), laurel de Indias (*Ficus retusa*), fresno mexicano (*Fraxinus uhdei*), entre otras (Burgos-Solorio y Hernández-López, 2020).

La mayoría de las especies de Platypodinae poseen hábito alimenticio xilomicetófago, se encuentran asociados a los procesos de descomposición de la madera y se sitúan en plantas que se encuentran moribundas, en descomposición y muertas, sin embargo, se tienen registros de especies que pueden llegar a atacar a plantas vivas por lo que se les considera plagas de importancia en zonas forestales, frutales, así como ornamentales (Atkinson y Equihua-Martínez, 1985).

En esta subfamilia se presentan especies que son consideradas de importancia forestal, debido a que provocan inestabilidad en comunidades vegetales (Atkinson y Equihua, 1985). En el Continente Americano se tiene reportes de especies consideradas como plagas primarias en zonas forestales como *Euplatypus segnis*, plaga principal del nogal (Soto *et al.*, 2013). *Euplatypus parallelus* ataca una gran variedad de especies vegetales (Cibrán *et al.*, 1995; Beaver, 2013), *Megaplatypus mutatus* ataca eucaliptos y álamos (Casaubon *et al.*, 2006; Zanuncio *et al.*, 2010). La diversidad y la ecología de estos escarabajos ha sido poco estudiada debido a que la mayoría de estas especies solo se ubican en regiones tropicales (Rodríguez y Barrios, 2017).

#### **2.1.5.4.3. Distribución de escarabajos ambrosiales.**

Los factores ambientales como temperatura, humedad y precipitación, además de la competencia inter e intraespecíficas, parasitismo, depredación, respuesta génica y la disponibilidad de alimento, afectan directamente la dinámica poblacional de estos escarabajos (Coulson, 1979). La diversidad de especies en México es más conocida

en estados del centro y sur como Chiapas, Campeche, Jalisco, Morelos, Oaxaca, Puebla y Veracruz (Gerónimo-Torres, *et al.*, 2019). En las zonas tropicales del mundo estos escarabajos pueden alcanzar altos niveles de población debido a la alta cantidad de humedad en el ambiente, lo que a su vez posibilita el establecimiento de los hongos ectosimbióticos (Kirkendall *et al.*, 2014).

## **2.2 Modelos de Distribución Potencial de Especies**

Durante los últimos años la creación de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), así como el desarrollo de diversas técnicas estadísticas han ampliado las herramientas para realizar análisis de presencia y ausencia de especies (Mateo *et al.*, 2011). Los modelos de distribución de especies continúan en desarrollo y expansión lo cual beneficia en nuevos métodos, así como en estrategias para la interpretación de los resultados (Wilson *et al.*, 2005; Elith *et al.*, 2006; Ferrier y Guisan 2006; García, 2008).

Se considera como un modelo de distribución de especies las representaciones cartográficas de la idoneidad de un lugar para la presencia de una especie determinada de acuerdo con las variables utilizadas para generar dicha representación. La idoneidad de los lugares es considerada relaciones matemáticas o estadísticas entre la distribución real conocida de una especie, así como el conjunto de variables independientes que son utilizados como indicadores. Las variables por lo general suelen ser geológicas, topográficas y climáticas, cada una de ellas de manera individual o en conjunto definen los factores ambientales que delimitan las condiciones favorables para la presencia de una especie (Guisan y Zimmermann, 2000). La creación de modelos de distribución de especies son un proceso meramente de clasificación, las variables dependientes son dicotómicas (presencia o ausencia) mientras que las variables independientes pueden ser cuantitativas (temperatura, elevación) y nominales (litología o uso de suelo). La clasificación debe generar un valor numérico para cada lugar del terreno, ese valor va a reflejar de manera directa o indirecta que tan idóneo puede ser la presencia de una especie en función de los valores locales de las variables independientes (Guisan y Zimmermann, 2000; Mateo *et al.*, 2011).

Los modelos de distribución de especies funcionan con base en datos primarios y secundarios, que permiten realizar una predicción sobre la distribución potencial de una especie, así como del tipo de vegetación en que se presenta. Se consideran datos primarios a los sitios de colecta y observaciones de especies de estudio, estos pueden obtenerse de colecciones o artículos científicos. Los datos secundarios es la información como clima, medio ambiente, topografía, los cuales pueden ser obtenidos de sensores remotos del lugar de donde se busca predecir la distribución de la especie (Naoki *et al.*, 2006). Estos modelos tienen diversas aplicaciones incluyendo la exploración ecológica y evolutiva, manejo de especies invasoras, planificación de reservas, y predicción del impacto del cambio climático pasado y futuro de diversas especies o comunidades (Guillera-Arroita *et al.*, 2015; Guisan y Thuiller, 2005; Hijmans y Graham, 2006).

Existen diversos métodos que son utilizados para realizar el modelado de distribución de especies, la diferencia entre ellos es la manera en la que se aproximan en la selección del modelo, la manera de definir las funciones e interacciones ajustadas, y si logran manejar sesgos imperfectos de detección y muestreo (Franklin, 2010; Peterson *et al.*, 2011). Los métodos se pueden clasificar en tres grupos de acuerdo con las técnicas que manejan: 1) Técnicas descriptivas en donde solo son requeridos datos de presencia, 2) Técnicas discriminantes en donde solo son necesarios datos de presencia y ausencia para desarrollar el clasificador, dentro de este tipo de técnica se encuentra el programa Maxent (Máxima entropía) (Phillips *et al.*, 2006; Phillips y Dudík, 2008) el cual crea sus propias ausencias a las que llama “background”, por lo que no es necesario añadir información de ausencias al programa, y 3) Técnicas mixtas que utilizan diferentes reglas como las descriptivas y discriminantes las cuales a su vez ayudan a crear las pseudo ausencias (Mateo *et al.*, 2011).

La precisión de cada uno de los métodos a utilizar dependerá directamente de la calidad y cantidad de datos que se tengan, desde los registros recurrentes en el muestreo hasta la precisión de datos de ausencia-presencia. (Baasch *et al.*, 2010; Bateman *et al.*, 2011).

El programa Maxent aumentó su popularidad en el modelado de distribución

potencial de especies raras, o especies de interés para conservación que se encuentran amenazadas (Wilting *et al.*, 2010 y Clements *et al.*, 2012), para realizar la distinción de nichos ecológicos (Kalkvik *et al.*, 2011), así como pronosticar las distribuciones futuras por efecto del cambio climático (Hu y Jiang, 2011). Maxent funciona mediante la relación de datos de presencia, así como las variables ambientales para determinar el nicho ecológico o la distribución potencial de una especie (Phillips *et al.*, 2006); una ventaja de este programa son los resultados sólidos que se obtienen con pocos datos o datos irregulares de presencia (Li y Guo, 2011; Elith *et al.*, 2006). Estas características han llevado a que el programa se posicione como uno de los mejores en el modelado de distribución de especies en cuestiones del rendimiento predictivo, sobre todo en aquellas especies que son raras o su distribución tiende a ser restringida (Hernández *et al.*, 2006; Pearson *et al.*, 2007).

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Área de Estudio

El trabajo se llevó a cabo en el municipio de Aramberri ubicado al sur del estado de Nuevo León, entre los paralelos 24°30'N, 100°12'O y 23°55'N, 99°34'O, con un altitud mínima y máxima de 540 y 3,472 m.s.n.m., respectivamente. El rango de temperatura media anual es de 12-20 °C, y el de precipitación anual de 300-1000 mm, con un clima predominante semiseco semicálido (INEGI, 2009). El municipio se encuentra en la provincia de Sierra Madre Oriental (99.8 %) y en la Llanura Costera del Golfo Norte (0.2 %), y se ubica en las regiones hidrológicas San Fernando-Soto La Marina (65.8 %) y El Salado (34.0 %). Aramberri ocupa el 4.2 % de la superficie total del Estado, el uso de suelo principalmente es de agricultura con un 9.0 % y de zona urbana con 0.20 %. La vegetación predominante en Aramberri es bosque (43.8 %), matorral (44.0 %) y pastizal (3.0 %). Las especies vegetales sobresalientes en el municipio son encinos (*Quercus* spp.), pinos (*Pinus* spp.), cedro blanco (*Cupressus arizonica*), juníperos (*Juniperus* spp.), lechuguilla (*Agave lechuguilla*), biznaga (*Echinocactus* spp.), palmas (*Yucca* spp.), anacahuíta (*Cordia boissieri*), mezquite (*Prosopis glandulosa*), huizache (*Vacellia farnesiana*), barbas de chivo (*Erythrostemon gilliesii*) (INEGI, 2009; González, 2020).

El muestreo se realizó en diez huertas de aguacate de la raza mexicana (*Persea americana* var. *drymifolia*), ubicadas en el área geográfica de la cabecera municipal, con una altitud de 1,077 msnm. Las huertas fueron identificadas, georreferenciadas y agrupadas en tres zonas de acuerdo con su ubicación dentro del área de muestreo (Cuadro 1).

#### 3.2. Colecta e Identificación de Escarabajos

Para llevar a cabo la colecta de escarabajos se colocaron 30 trampas Lindgren® de ocho embudos (Figura 1) distribuidas al azar dentro de las huertas, el número de trampas por huerta fue de acuerdo con su superficie (Cuadro 1). Las trampas se fijaron en las ramas de los árboles a una altura de 1.5 m sobre el nivel del suelo. Cada trampa fue cebada con etanol absoluto colocado en un tubo de propileno de 50 mL con

perforaciones por debajo del nivel de la tapa, como agente conservador de los insectos se utilizó una mezcla 1:1 de anticongelante (propilenglicol) y agua. La recolecta de los escarabajos de las trampas se realizó mensualmente durante dos años iniciando el 13 de julio de 2021 y concluyendo el 22 de julio de 2023. Los escarabajos colectados fueron transportados al Laboratorio de Entomología y Fitopatología de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León para su posterior proceso curatorial y conservación en frascos con alcohol al 70%.

**Cuadro 1.** Ubicación geográfica de las huertas de aguacate muestreadas en Aramberri, Nuevo León.

ID	Ubicación geográfica	Zona	No. Trampas
H1	24°03'28"N 99°48'05"O	1	3
H2	24°04'55"N 99°48'12"O	1	3
H3	24°04'53"N 99°48'16"O	1	4
H4	24°06'48"N 99°49'16"O	2	3
H5	24°07'25"N 99°49'08"O	2	2
H6	24°07'19"N 99°49'05"O	2	2
H7	24°07'14"N 99°49'09"O	2	3
H8	24°06'31"N 99°49'41"O	3	3
H9	24°06'21"N 99°49'44"O	3	3
H10	24°05'51"N 99°50'34"O	3	4





**Figura 1.** Trampa Lindgren® cebada con etanol para colecta de escarabajos en huertas de aguacate criollo (*Persea americana* var. *drymifolia*) de Aramberri, N.L.

La identificación taxonómica de los escarabajos colectados se realizó por observación directa con microscopio estereoscópico, identificando las características morfológicas como zona de declive, antenas, patas y cuerpo, utilizando las claves taxonómicas de Wood (1982), Wood y Bright (1992c), Arnett Jr. *et al.* (1980) y Tripplehorn y Johnson (2005). Cada uno de los ejemplares obtenidos fue fotodocumentados. Los ejemplares fueron identificados a nivel familia, género y/o especie, de acuerdo con las características observadas.

### **3.3. Análisis de Diversidad y Fluctuación Poblacional**

Se construyó una base de datos en el programa Excel con la información de las especies identificadas, número de ejemplares por especie, trampa en la que fueron colectados, así como el mes en el que se realizó el muestreo. Esta información permitió realizar la determinación de riqueza, dominancia y diversidad de especies mediante los índices de Margalef, Simpson y Shannon-Wiener con el programa Past v.4.12. De igual manera con la misma base de datos se determinó la fluctuación poblacional de

cada una de las especies de escarabajos colocando la cantidad de organismos por especie colectados en las distintas fechas de muestreo utilizando el software Excel de Microsoft 365.

### **3.4. Modelado de Distribución Potencial**

Con base en las especies de escarabajos colectadas e identificadas (Cuadro 2) se elaboró una base de datos con registros de presencia en diferentes zonas del país. Fueron descartados los registros repetidos con fecha iguales de colecta y los que no contaban con nombre de colector o ubicación geográfica precisa. Los registros fueron obtenidos de la página Bark and Ambrosia Beetles of the Americas [www.barkbeetles.info](http://www.barkbeetles.info) (Atkinson, 2023), considerando que esta base de datos incluye la información del Continente Americano y se actualiza permanente y constantemente, además de integrar la información de documentos y artículos relacionados conforme se publican.

#### **3.4.1. Selección de capas ambientales y modelado**

Para desarrollar los mapas de distribución potencial de las especies, fue realizada una prueba en el programa Maxent v. 3.4.4 (Philips y Schapire, 2023), utilizando 19 capas bioclimáticas (Cuadro 2) y la capa de elevación obtenidas del portal WorldClim (<https://worldclim.org>) con resolución de 30 segundos de arco (Fick y Hijmans, 2006). Del portal de Geoinformación 2022 de CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad) fueron utilizadas las capas de temperatura mínima, temperatura máxima, humedad y precipitación. Por último, de la Biblioteca Digital de Mapas del INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática), se utilizó la capa de unidades climáticas. Para las capas de temperatura, así como de unidades climáticas la escala fue de 1:1000000, mientras que para las capas de humedad y precipitación la escala fue de 1:4000000. Las capas fueron seleccionadas tomando como base la biología de los escarabajos colectados en las huertas de aguacate. El análisis de las capas se realizó con el programa ArcDesktop v. 10.4.1. (ArcGIS, 2016).

**Cuadro 2.** Capas ambientales utilizadas para desarrollar los mapas de distribución potencial en México de especies de escarabajos de las subfamilias Scolytinae y Platypodinae colectados durante el periodo junio 2022-julio 2023 en huertas de aguacate criollo (*Persea americana* var. *drymifolia*) de Aramberri, N.L.

<b>Variable</b>	<b>Descripción</b>
BIO 1	Temperatura media anual
BIO 2	Rango de temperaturas diurnas
BIO 3	Isotermalidad BIO2/BIO7*100)
BIO 4	Estacionalidad en la temperatura
BIO 5	Temperatura máxima del mes más cálido
BIO 6	Temperatura mínima del mes más frío
BIO 7	Rango anual de temperaturas
BIO 8	Temperatura media del mes más lluvioso
BIO 9	Temperatura media del trimestre más seco
BIO 10	Temperatura media de trimestre más cálido
BIO 11	Temperatura media del trimestre más frío
BIO 12	Precipitación anual
BIO 13	Precipitación del mes más lluvioso
BIO 14	Precipitación del mes más seco
BIO 15	Estacionalidad en la precipitación, coeficiente de variación
BIO 16	Precipitación del trimestre más lluvioso
BIO 17	Precipitación del trimestre más seco
BIO 18	Precipitación del trimestre más cálido
BIO 19	Precipitación del trimestre más frío

El modelado de la distribución de especies se realizó mediante el programa MaxEnt v. 3.4.4 utilizando las capas que presentaron mayor influencia en la prueba realizada, así como la base de datos de los registros de localización en el país de las especies de escarabajos colectados. Se utilizó el valor de 10 como porcentaje de prueba aleatorio para las especies. Tomando como base los mapas de distribución potencial, así como la distribución de cada una de las especies en México, se extrajeron los valores máximos y mínimos de distribución potencial mediante el programa ArcDesktop v. 10.4.1 para su reclasificación considerando áreas en las que

los escarabajos no se pueden encontrarse como cuerpos de agua y sin vegetación aparente, utilizando la capa de uso de suelo y vegetación del Portal de Geoinformación 2022 de CONABIO (CONABIO, 2022) para obtener el área de distribución potencial real de las especies.

#### 4. RESULTADOS

Un total de 5,358 escarabajos fueron recolectados de las trampas multiembudo Lindgren®. De acuerdo con la identificación de los ejemplares, se distribuyeron en ocho géneros y 11 especies. Las especies con mayor cantidad de organismos pertenecientes a la subfamilia Scolytinae fueron *Hylocurus medius*, *Araptus schwarzi*, *Corthylus flagellifer*, *Xyleborus volvulus* y *Xyleborus ferrugineus*, mientras que de la subfamilia Platypodinae la especie con un número alto de organismos fue *Euplatypus parallelus* (Cuadro 3).

**Cuadro 3.** Especies de escarabajos de las subfamilias Scolytinae y Platypodinae colectados durante el periodo junio 2022-julio 2023 en huertas de aguacate criollo (*Persea americana* var. *drymifolia*) de Aramberri, N.L.

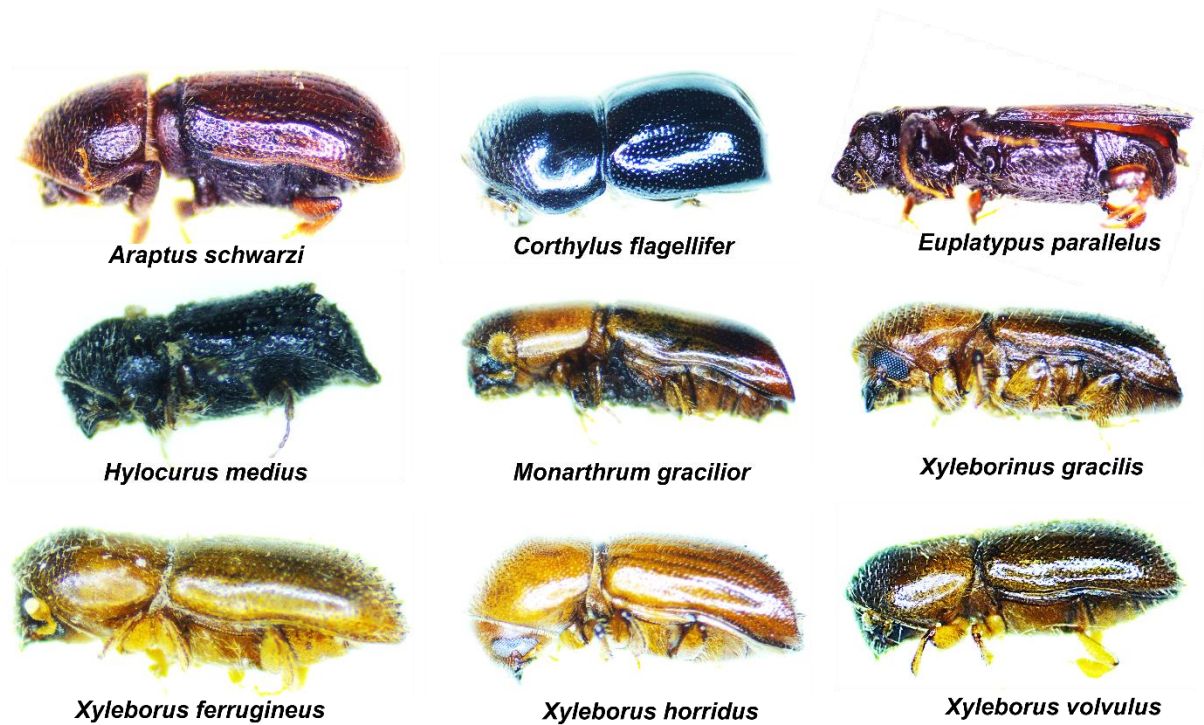
Subfamilia	Especie
Scolytinae	<i>Araptus schwarzi</i>
Scolytinae	<i>Corthylus flagellifer</i>
Scolytinae	<i>Hylocurus medius</i>
Scolytinae	<i>Hypothenemus rotundicollis</i>
Scolytinae	<i>Hypothenemus seriatus</i>
Scolytinae	<i>Monarthrum gracilior</i>
Scolytinae	<i>Xyleborinus gracilis</i>
Scolytinae	<i>Xyleborus ferrugineus</i>
Scolytinae	<i>Xyleborus horridus</i>
Scolytinae	<i>Xyleborus volvulus</i>
Platypodinae	<i>Euplatypus parallelus</i>

La mayor cantidad de organismos se registró en la Zona 1 (2,899), en dónde se presentaron ejemplares de las 11 especies. Los escarabajos más abundantes en la zona fueron *Hylocurus medius*, *Euplatypus parallelus*, *Corthylus flagellifer*, *Xyleborus volvulus*, *Xyleborus ferrugineus* y *Araptus schwarzi*. En la Zona 2 fueron colectados 1,871 escarabajos de las 11 especies registradas, de igual manera *H. medius* fue la especie que mostró mayor número de ejemplares, seguido por *A. schwarzi*, *E.*

*parallelus*, *X. volvulus* y *X. ferrugineus*. Por último, la Zona 3 registró 558 coleópteros correspondientes a diez de las especies registradas, nuevamente *H. medius* fue la especie que presentó mayor cantidad de ejemplares, seguido de *A. schwarzi*, *C. flagellifer*, *E. parallelus*, *X. ferrugineus*, y *X. volvulus* (Cuadro 4).

**Cuadro 4.** Especies de escarabajos de las subfamilias Scolytinae y Platypodinae colectados en huertas de aguacate criollo (*Persea americana* var. *drymifolia*) en Aramberri, N.L., durante el periodo junio 2022-julio 2023.

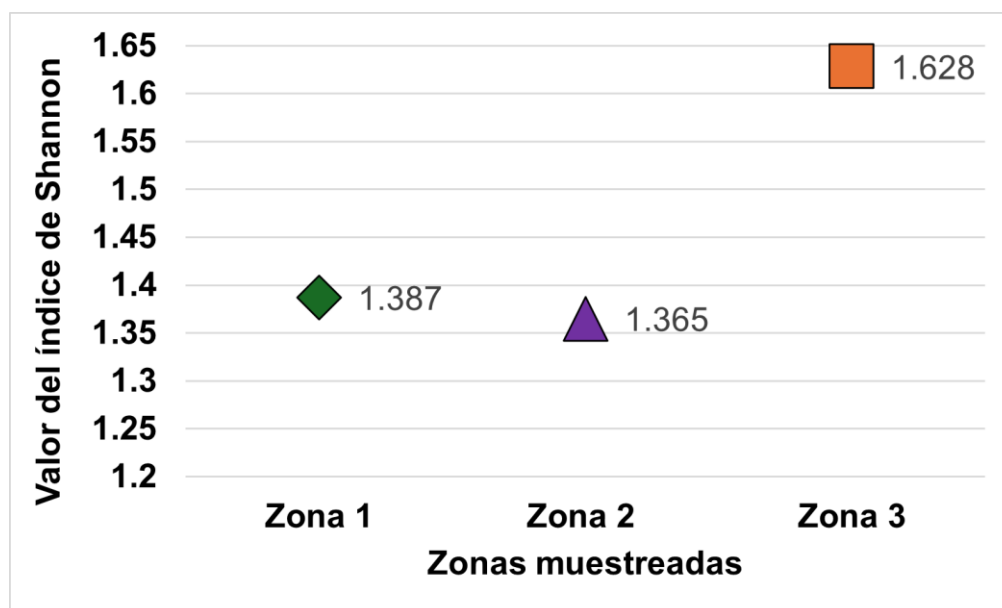
Especies	No. Ejemplares			TOTAL	%
	ZONA 1	ZONA 2	ZONA 3		
<i>Araptus schwarzi</i>	159	485	132	776	14.48
<i>Corthylus flagellifer</i>	235	44	71	350	6.53
<i>Euplatypus parallelus</i>	509	134	36	679	12.67
<i>Hylocurus medius</i>	1620	993	263	2876	53.68
<i>Hypothenemus rotundicolis</i>	3	6	15	24	0.45
<i>Hypothenemus seriatus</i>	7	24	0	31	0.58
<i>Monarthrum gracilior</i>	1	3	3	7	0.13
<i>Xyleborinus gracilis</i>	11	6	2	19	0.35
<i>Xyleborus ferrugineus</i>	161	79	30	270	5.04
<i>Xyleborus horridus</i>	3	4	10	17	0.32
<i>Xyleborus volvulus</i>	190	93	26	309	5.77
<b>Total</b>	<b>2899</b>	<b>1871</b>	<b>588</b>	<b>5358</b>	<b>100</b>



**Figura 2.** Especies de escarabajos de las subfamilias Scolytinae y Platypodinae colectados durante el periodo junio 2022-julio 2023 en huertas de aguacate criollo (*Persea americana* var. *drymifolia*) de Aramberri, N.L.

#### 4.1. Índice de Shannon

El índice de Shannon-Wiener expresa la uniformidad de los valores de cada una de las especies en la muestra calculando la incertidumbre de predecir la especie de un individuo seleccionado al azar (Moreno, 2001). Este índice presenta valores de 0 cuando existe la presencia de una sola especie; y logaritmo de S (número de especies) cuando todas las especies están representadas por la misma cantidad de organismos, el valor máximo dentro de este índice es de 5 (Miranda, 2019). De acuerdo con este índice la Zona 3 presentó mayor diversidad (1.628), seguida de la Zona 1 (1.387) y la Zona 2 (1.365). Debido a que la especie *H. medius* mostró número alto de ejemplares en la Zona 1 y la Zona 2, el resto de las especies no mostraron representación equitativa, la Zona 3 al tener los datos homogéneos en cuanto a los ejemplares por especie, mostró un valor alto en la diversidad (Figura 3).

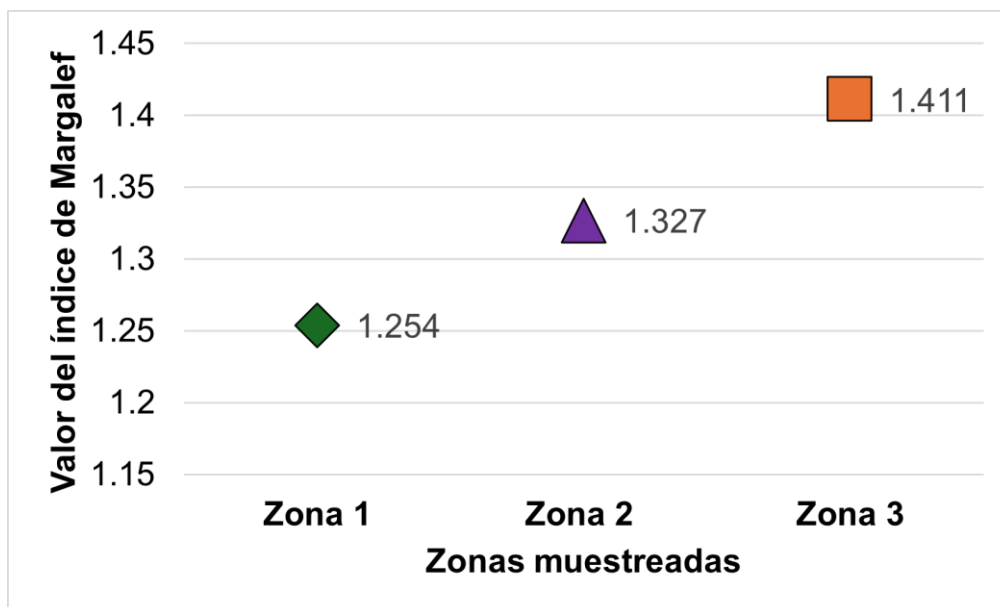


**Figura 3.** Índice de diversidad Shannon-Wiener de escarabajos de las subfamilias Scolytinae y Platypodinae en huertas de aguacate nativo (*Persea americana* var. *drymifolia*) de Aramberri, N.L., durante el periodo junio 2022-julio 2023.

#### 4.2. Índice de Margalef

El índice de Margalef convierte el número de especies de una muestra a una proporción en la cual las especies son añadidas por expansión de la muestra, este mismo índice menciona que existe una relación funcional entre el número de especies y el número total de organismos, de no mantenerse esta relación el valor del índice varía con el tamaño de muestra de manera desconocida (Magurran, 1988). Los valores de este índice muestran que la Zona 3 presentó la mayor riqueza de especies (1.411) seguida por la Zona 2 (1.327) y por último Zona 1 (1.254). De igual manera que el índice de Shannon-Wiener, al estar una especie predominante con un mayor número de organismos provoca que la equitatividad no sea la misma dando como resultado que la Zona 3 muestre mayor riqueza a pesar de tener una especie menos y menor cantidad de organismos por especie que las Zonas 1 y 2 (Figura 4).

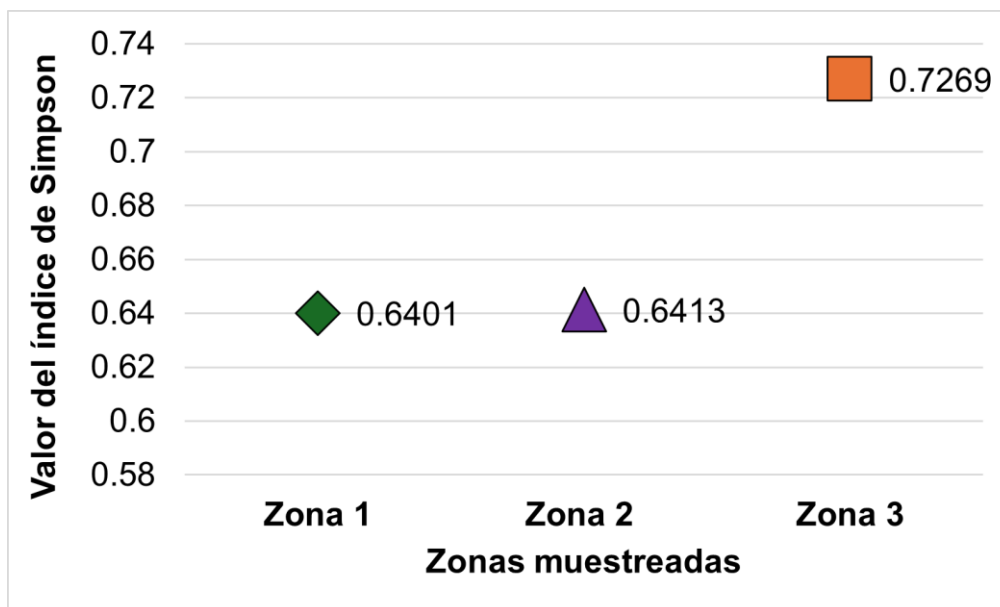




**Figura 4.** Índice de diversidad Margalef de escarabajos de las subfamilias Scolytinae y Platypodinae en huertas de aguacate nativo (*Persea americana* var. *drymifolia*) de Aramberri, N.L., durante el periodo junio 2022-julio 2023.

### 4.3. Índice de Simpson

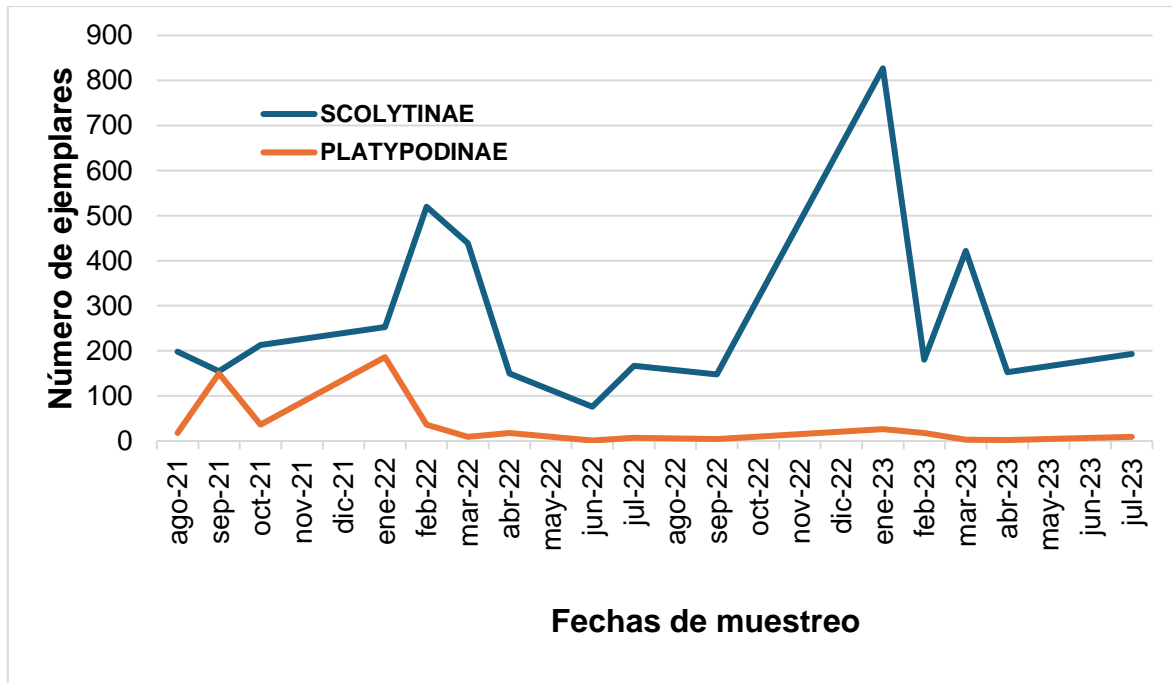
El índice de Simpson muestra la probabilidad en la que dos organismos tomados al azar de una sola muestra sean de la misma especie, este índice es influido por la importancia de las especies que son más dominantes (Magurran, 1988). Dentro del índice el valor 1 es tomado como indicador de baja diversidad o de su ausencia en un hábitat en específico; si se encuentran representadas el mayor número de especies en la muestra total de individuos, el valor que se obtenga será cercano a 0 (Gliessman, 2002; Bouza y Covarrubias, 2005). En este índice las especies que son más comunes tienen mayor peso con respecto al resto de las especies de un hábitat (Ferriol y Merle, 2012). Dentro de este índice se puede observar que la mayor dominancia de organismos se presentó en la Zona 1 (0.6401), seguido de la Zona 2 (0.7269) y la Zona 3 (0.7269) (Figura 5).



**Figura 5.** Índice de diversidad Simpson de escarabajos de las subfamilias Scolytinae y Platypodinae en huertas de aguacate nativo (*Persea americana* var. *drymifolia*) de Aramberri, N.L., durante el periodo junio 2022-julio 2023.

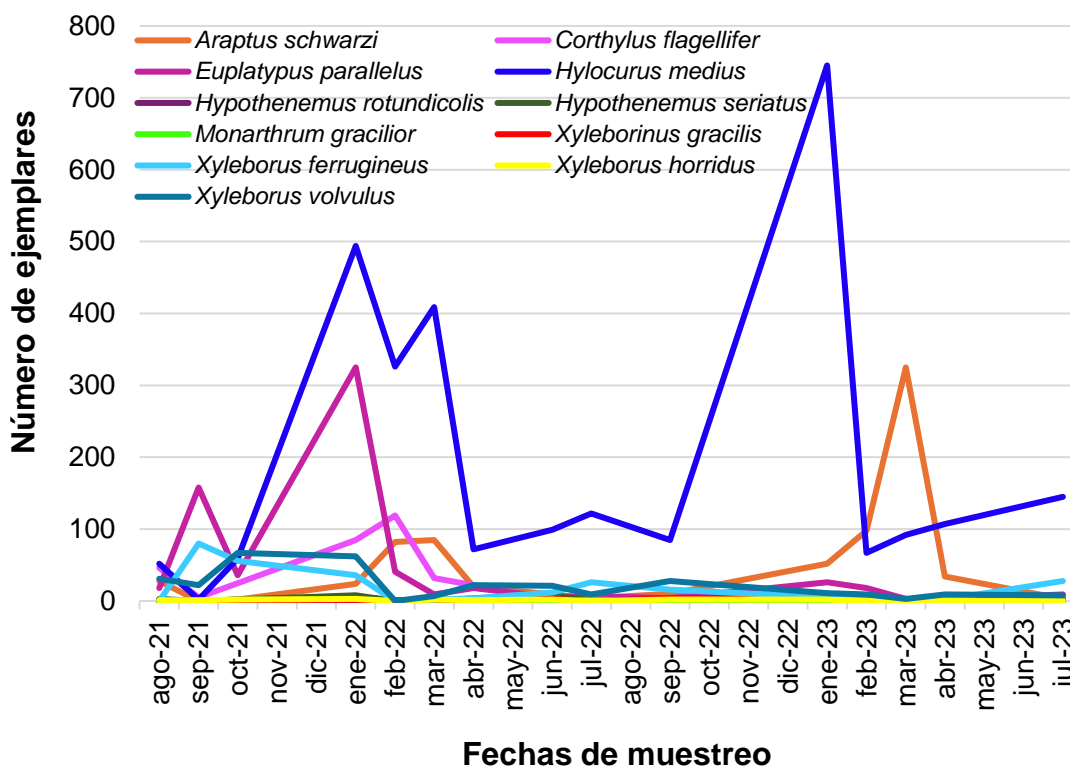
#### 4.4. Fluctuacion Poblacional

A lo largo de los 15 muestreos realizados en huertas de aguacate nativo de Aramberri, Nuevo León podemos observar que la subfamilia Scolytinae fue la que presentó mayor actividad, se puede observar tres picos poblacionales que indican el aumento en la cantidad de organismos de esta subfamilia, el primero de ellos se observa iniciando en enero 2022 y disminuyendo en abril de 2022, el segundo pico poblacional se observa aumentando en septiembre de 2022 y a su vez disminuyendo en febrero de 2023, el tercer y ultimo aumento poblacional se aprecia en marzo de 2023, posteriormente se observa una disminución en abril de 2023. Respecto a la subfamilia Platypodinae se puede observar dos picos poblacionales el primero de ellos en septiembre 2021 para disminuir en octubre de 2021, el siguiente pico poblacional se observa en enero 2022, para después disminuir en febrero 2022, meses posteriores en muestreos no hubo un incremento sobresaliente como los dos mencionados (Figura 6).



**Figura 6.** Fluctuación poblacional de las subfamilias Scolytinae y Platypodinae en huertas de aguacate nativo (*Persea americana* var. *drymifolia*) de Aramberri, N.L., durante el periodo junio 2022-julio 2023.

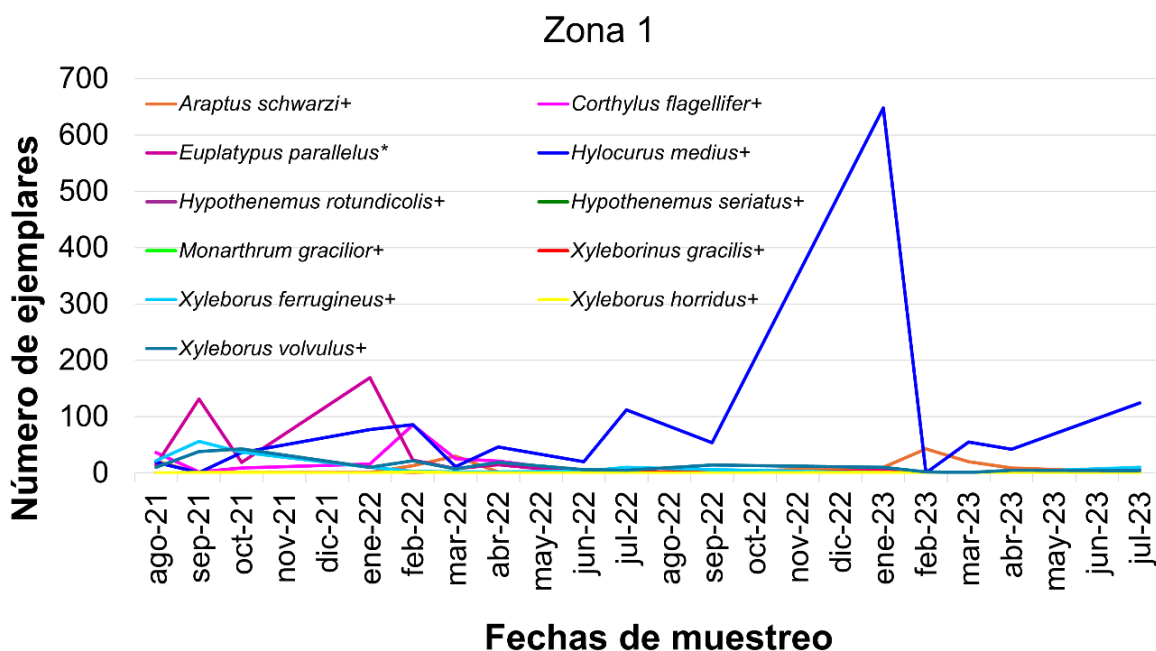
*Hylocurus medius* presentó dos picos poblacionales durante el periodo de muestreo, el primero en diciembre 2021 y el segundo en diciembre 2022. La segunda especie con un alto número de organismos colectados fue *A. schwarzi*, de acuerdo con su fluctuación mostró un pequeño aumento poblacional en febrero y marzo 2022, de igual manera que en marzo 2023. *E. parallelus* mostró un aumento poblacional en enero 2022 para posteriormente disminuir y en enero 2023 presentó un ligero aumento, pero no sobresaliente. Por su parte *C. flagellifer* fue otra de las especies que mostró valores altos de organismos respecto al resto de escarabajos, esta especie presentó un aumento poblacional en septiembre 2021 hasta alcanzar un máximo de población en febrero 2022 y comenzar un descenso en los siguientes muestreos. *X. volvulus* registró un aumento de población iniciando en septiembre 2021 y finalizando en febrero de 2022, en muestreos posteriores no se registraron aumentos poblacionales de esta especie. Por último *X. ferrugineus* mostró un comportamiento similar a *X. volvulus* ya que tuvo un aumento poblacional en septiembre 2021, disminuyendo hasta febrero 2022, sin registrarse considerables aumentos poblacionales (Figura 7).



**Figura 7.** Fluctuación poblacional de especies de escarabajos de las subfamilias Scolytinae y Platypodinae en huertas de aguacate nativo (*Persea americana* var. *drymifolia*) de Aramberri, N.L., durante el periodo junio 2022-julio 2023.

En la Zona 1 *H. medius* fue la especie con mayor cantidad de organismos, en septiembre 2021 inició un aumento poblacional que continuó hasta febrero 2022. Posteriormente tuvo un comportamiento similar de septiembre 2022 hasta enero de 2023, en donde alcanzó su pico máximo, consecutivamente tuvo un descenso en febrero de 2023. La segunda especie con alto número de organismos en esta zona fue *E. parallelus* quien presentó dos picos poblacionales durante el periodo de muestreo, en septiembre 2021 se presentó el primer pico para en octubre presentar un descenso, de noviembre 2021 a enero de 2022 presentó un aumento poblacional teniendo una disminución en febrero 2023. Otra de las especies con alto número de organismo fue *C. flagellifer*, en febrero 2022 presentó un pico poblacional, meses posteriores presentó una disminución sin presentarse posteriormente aumento poblacional. *X. volvulus* otra de las especies con alto número de organismos presentó un aumento

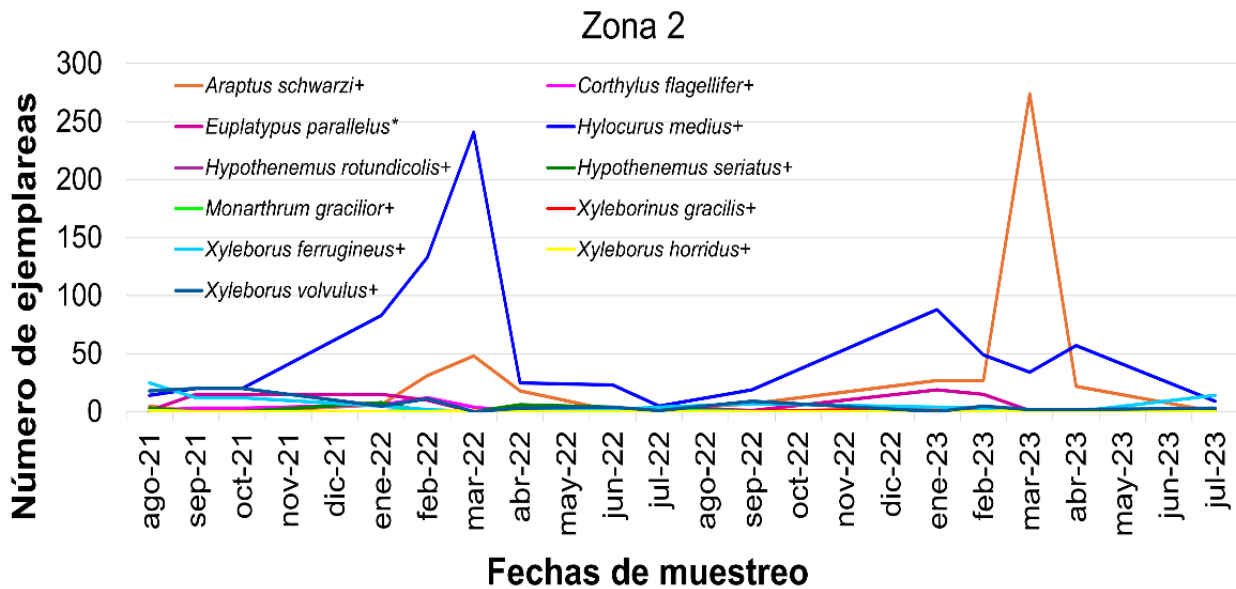
poblacional en septiembre 2021 para descender hasta enero de 2022, en febrero de 2022 así como en abril 2022 se registraron aumentos poblacionales de este escarabajo, posteriormente en agosto del mismo año fue registrado un aumento poblacional, disminuyendo en febrero de 2023. *X. ferrugineus* presentó comportamiento similar ya que en septiembre 2021 mostró un aumento poblacional y posteriormente mostrar un descenso hasta enero de 2022, meses posteriores no registró un aumento poblacional (Figura 8).



**Figura 8.** Fluctuación poblacional de especies de las subfamilias Scolytinae y Platypodinae en la Zona 1 de muestreo de huertas de aguacate nativo (*Persea americana* var. *drymifolia*) de Aramberri, N.L., durante el periodo junio 2022-julio 2023.

En la Zona 2 se observa que *H. medius*, especie que presentó alto número de organismos, inicia el aumento poblacional en octubre de 2021 alcanzando su pico máximo en marzo de 2022, posteriormente en enero y abril de 2023 mostró dos aumentos poblacionales, pero no tan sobresalientes como el primero. La segunda especie con mayor cantidad de ejemplares fue *A. schwarzi*, esta especie manifestó dos picos poblacionales a lo largo de los dos años de muestreo, el primero se puede observar en marzo 2022, posteriormente se muestra un descenso, el segundo

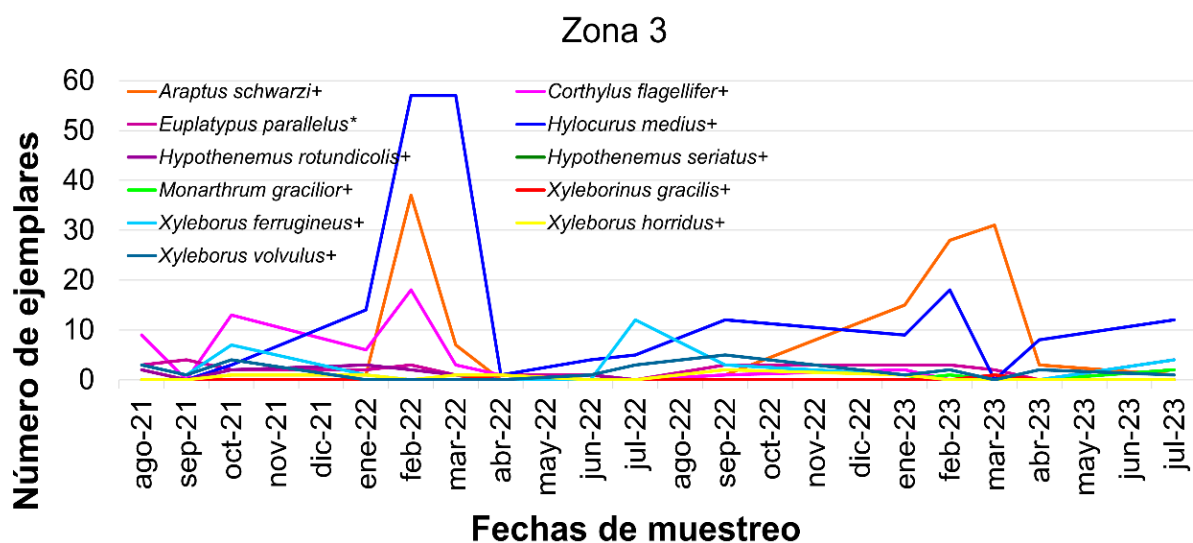
aumento se presentó en marzo 2023. *E. parallelus* a pesar de ser la tercera especie con mayor cantidad de organismos colectados no mostró picos altos de poblaciones, solo fueron registrados aumentos poblacionales en enero 2022 y enero 2023 (Figura 9).



**Figura 9.** Fluctuación poblacional de especies de las subfamilias Scolytinae y Platypodinae en la Zona 2 de muestreo, en huertas de aguacate nativo (*Persea americana* var. *drymifolia*) de Aramberri, N.L., durante el periodo junio 2022-julio 2023.

En la Zona 3 las especies que presentaron mayor cantidad de organismos fueron *H. medius* y *A. schwarzi*, en el caso de la primera especie se puede observar que tuvo un crecimiento poblacional comenzando en octubre 2021 y alcanzando un alto número poblacional en marzo 2022, esta especie mostró otros dos aumentos poblacionales posteriormente, uno en septiembre 2022 y el siguiente en febrero 2023. Respecto *A. schwarzi* se puede observar que presentó dos aumentos poblacionales similares en fechas a *H. medius*, en febrero 2022 se presentó el primero de los aumentos para posteriormente tener un descenso, el segundo aumento poblacional inició en enero 2023 llegando a un pico poblacional en marzo del mismo año, los meses siguientes se presentó un descenso. En el caso de *C. flagellifer* a pesar de no ser una especie con un número alto de organismos se presentaron dos aumentos poblacionales durante el

periodo de muestreo, el primero en octubre 2021 y el segundo en febrero 2022, los siguientes meses no mostró aumento poblacional. Por último, la especie *X. ferrugineus* presentó dos aumentos poblacionales, el primero en octubre 2021 y el segundo en julio 2022, no presentó más aumentos poblacionales en los meses posteriores de muestreo (Figura 10).



**Figura 10.** Fluctuación poblacional de especies de las subfamilias Scolytinae y Platypodinae en la Zona 3 de muestreo, en huertas de aguacate nativo (*Persea americana* var. *drymifolia*) de Aramberri, N.L., durante el periodo junio 2022-julio 2023.

#### 4.5. Distribución potencial de las especies reportadas

##### 4.5.1. Distribución potencial de *Araptus schwarzi*

Las capas ambientales de mayor influencia en la distribución potencial del escarabajo *Araptus schwarzi* en México fueron uso de suelo y vegetación, unidades climáticas, humedad, temperatura máxima, precipitación, temperatura mínima, elevación, así como rango de temperaturas diurnas, temperatura media del mes más lluvioso y precipitación del mes más lluvioso. Respecto a la capa de uso de suelo y vegetación, *A. schwarzi* se mostró en zonas de agricultura de riego anual y permanente, agricultura de temporal anual, asentamientos humanos, pastizal inducido, así como vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia. Respecto a las

unidades climáticas en las cuales se presentó esta especie fueron cálido húmedo Af(m), cálido subhúmedo Aw0(w), seco semicálido BS0hw, seco templado BS0kx', semicálido húmedo (A)C(m)(w), semiseco semicálido BS1hw, semiseco semicálido BS1hw(w), templado subhúmedo (A)C(w0)(w), templado subhúmedo (A)C(w2)(w), templado subhúmedo C(w0)(w) y templado subhúmedo c(w2)(W). De acuerdo con la capa de humedad desta especie se logró establecer en zonas subhúmedo (w1) y subhúmedo (w2). El rango de temperatura máxima en la que se presentó fue de 28 a 38 °C, por otro lado el rango de temperatura mínima fue de 4 a 18° C, mientras que los rangos de precipitación en los cuales se registró fueron de 400 a 1,200 mm, las zonas de elevación en la cual se reportó fue de 68 y 2,570 m.s.n.m. El área de distribución potencial en la que *A. schwarzi* mostró una probabilidad de establecimiento  $\geq$  a 0.8 es de 2,005.99 km<sup>2</sup> (Figura 11).

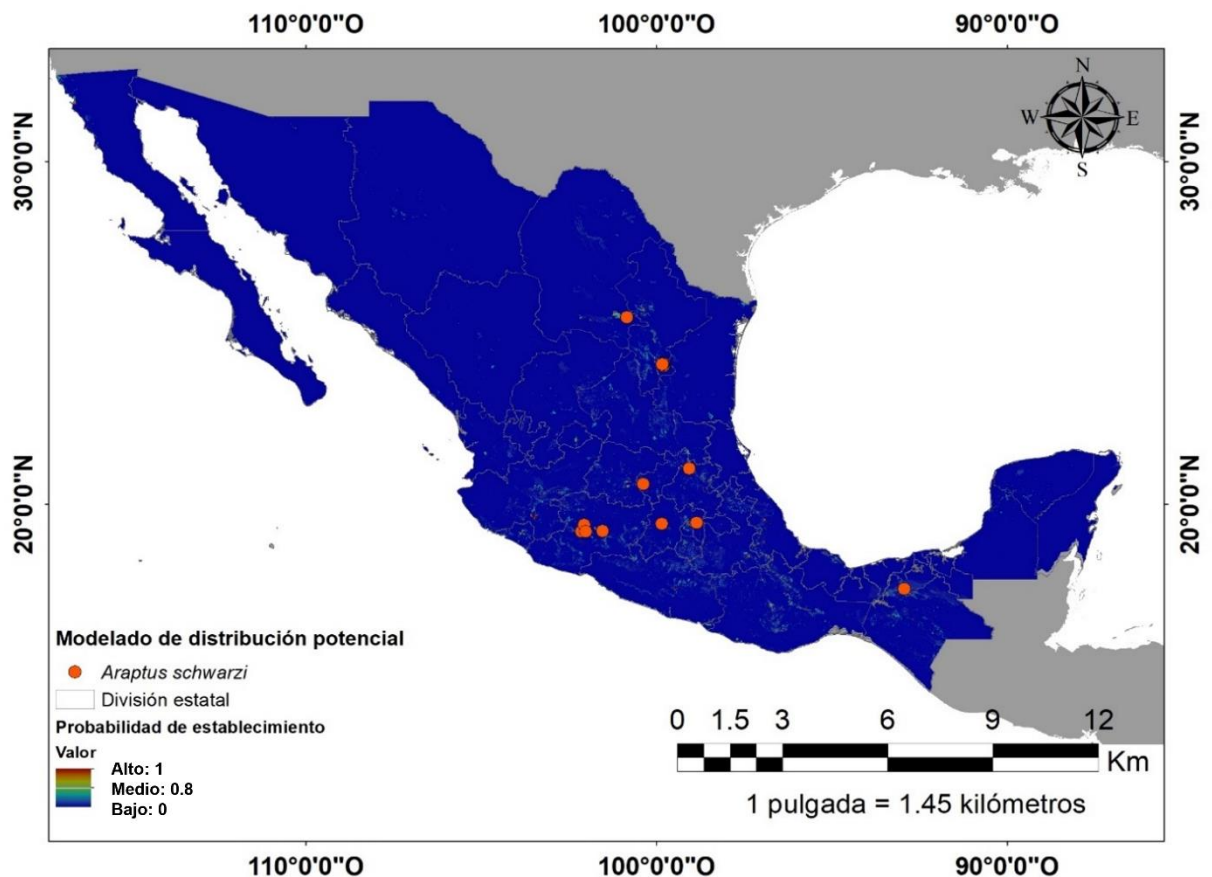


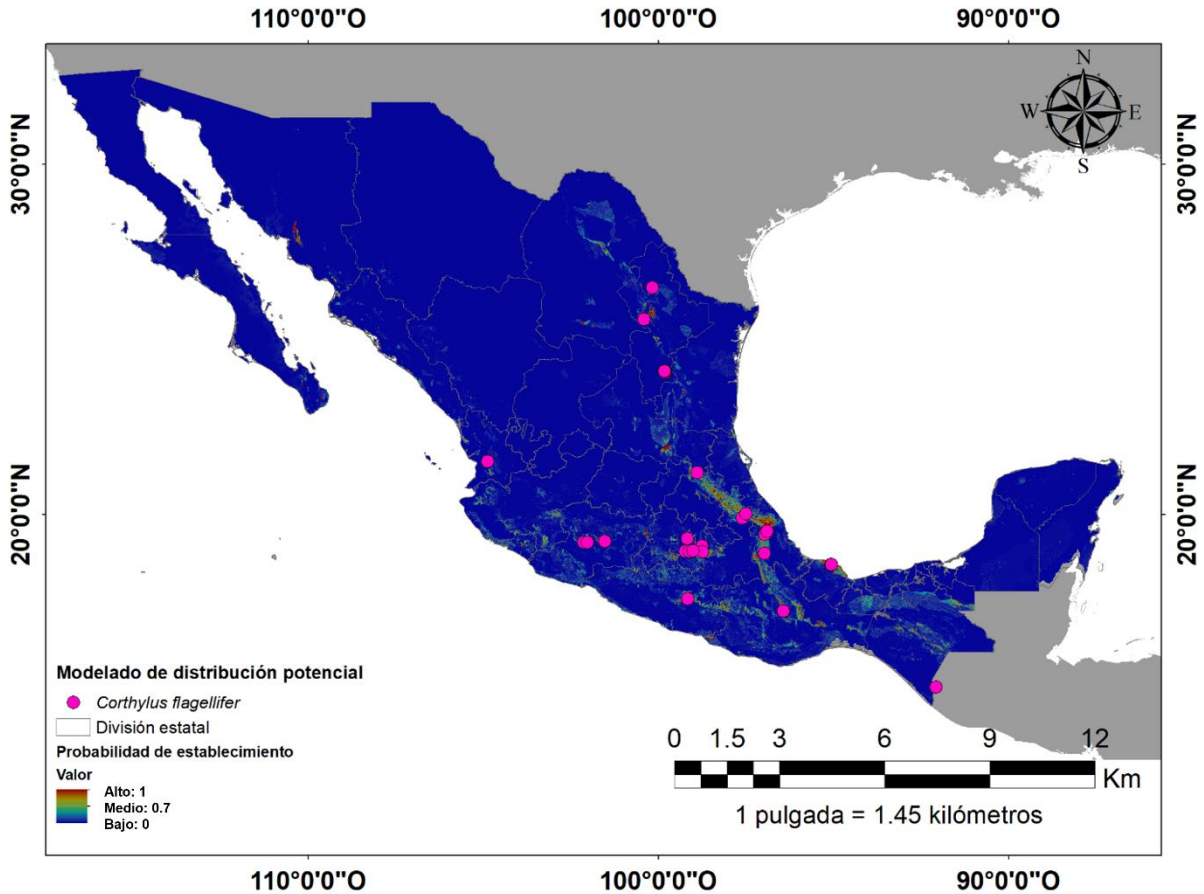
Figura 11. Mapa de distribución potencial de *Araptus schwarzi* en México.



#### 4.5.2. Distribución potencial de *Corthylus flagellifer*

Las capas de mayor importancia en la distribución potencial de *Corthylus flagellifer* fueron uso de suelo y vegetación, unidades climáticas, humedad, temperatura mínima, precipitación, así como rango de temperaturas diurnas, isothermalidad y precipitación del trimestre más lluvioso. De acuerdo con la capa de uso de suelo y vegetación, *C. flagellifer* se registró en zonas con agricultura de riego anual y permanente, agricultura de riego semipermanente, agricultura temporal anual, agricultura de temporal anual y permanente, agricultura de temporal permanente, asentamientos humanos, matorral sarcocaulé, matorral submontano, pastizal cultivado, vegetación secundaria arbórea de bosque mesófilo de montaña, vegetación secundaria arbórea de selva alta perennifolia, vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino, vegetación secundaria arbustiva de bosque encino-pino, vegetación secundaria arbustiva de bosque mesófilo de montaña, vegetación secundaria arbustiva de selva alta perennifolia y vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia.

Los climas en los cuales fue registrado este escarabajo pertenecen a climas cálido subhúmedo Aw0(w), seco semicálido BS0hw, semicálido húmedo (A)C(fm), semicálido húmedo (A)C(m), semicálido húmedo A(C)m(w), semicálido subhúmedo, A(C)w1(w), semiseco cálido BS1(h')hw, semiseco semicálido BS1hw, templado subhúmedo (A)C(w2)(w), templado subhúmedo C(w1)(w) y templado subhúmedo c(w2)(w); así como en zonas de humedad como semiáridos (BS1), subhúmedos (w0), subhúmedos (w1) y subhúmedos (w2). El rango de temperatura mínima que registró esta especie fue de 5 a 18 °C, mientras que el rango de precipitación fue de 600 a 2,500 mm. El área de distribución potencial de *C. flagellifer* con probabilidad de establecimiento  $\geq$  a 0.7 es de 17,716.09 km<sup>2</sup> (Figura 12).



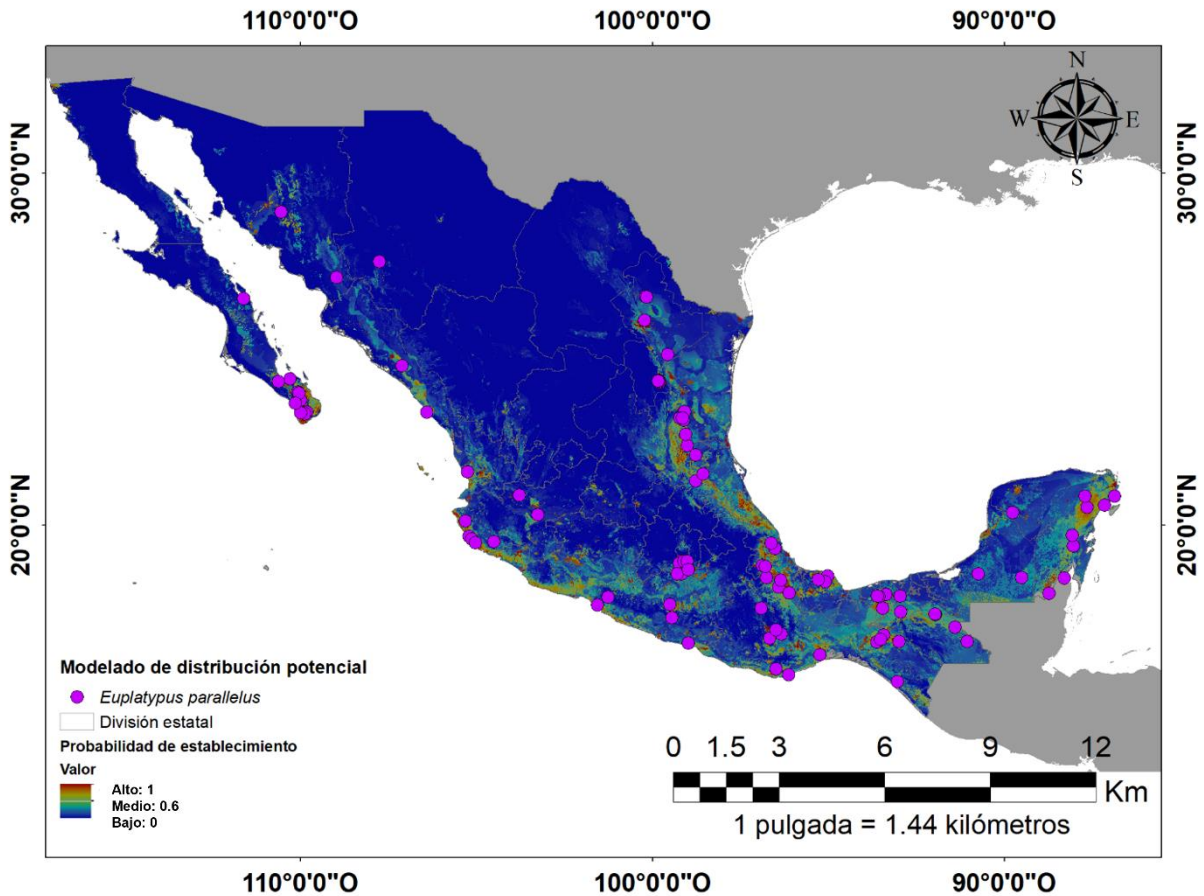
**Figura 12.** Mapa de distribución potencial de *Corythylus flagellifer* en México.

#### 4.5.3 Distribución potencial de *Euplatypus parallelus*

En la distribución de *Euplatypus parallelus* las variables ambientales de mayor influencia fueron uso de suelo y vegetación, unidades climáticas, humedad y temperatura mínima, así como las capas de estacionalidad de la temperatura, temperatura mínima del mes más frío, rango anual de temperaturas y temperatura media del mes más seco. Este escarabajo fue registrado en zonas de agricultura de humedad anual y semipermanente, agricultura de riego anual, agricultura de riego anual y permanente, agricultura de riego anual y semipermanente, agricultura temporal anual, agricultura de temporal anual y permanente, agricultura de temporal anual y semipermanente, agricultura de temporal permanente, agricultura de temporal semipermanente, agricultura de temporal semipermanente y permanente, bosque de encino, bosque mesófilo de montaña, matorral sarcocaulé, matorral sarco-crasicaulé, matorral subtropical, pastizal cultivado, pastizal inducido, selva alta perennifolia, selva

baja caducifolia, selva mediana subperennifolia, vegetación secundaria arbórea de bosque de encino-pino, vegetación secundaria arbórea de bosque mesófilo de montaña, vegetación secundaria arbórea de selva alta perennifolia, vegetación secundaria arbórea de selva mediana caducifolia, vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia, vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino-pino, vegetación secundaria arbustiva de selva alta perennifolia, vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia, vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia y asentamientos humanos.

Las unidades climáticas en las cuales se mostró esta especie fueron cálido húmedo Af(m), cálido húmedo Am, cálido húmedo Am(f), cálido húmedo Am(w), cálido subhúmedo Aw0, cálido subhúmedo Aw0(w), cálido subhúmedo Aw1, cálido subhúmedo Aw1(w), cálido subhúmedo Aw1(x'), cálido subhúmedo Aw2(w), cálido subhúmedo Aw2(x'), muy seco cálido BW(h')hw(x'), muy seco semicálido BWhw(x'), seco muy cálido BS0(h')W(w), seco semicálido BS0hw, seco semicálido BS0hw(w), seco semicálido BS0hw(x'), semicálido húmedo (A)C(m)(w), semicálido subhúmedo A(C)w0(w), semicálido subhúmedo A(C)w1(w), semiseco cálido BS1(h')w(w), semiseco semicálido BS1hw, semiseco semicálido BS1hw(w), templado subhúmedo (A)C(w0), templado subhúmedo (A)C(w0)(w), templado subhúmedo (A)C(w1)(w), templado subhúmedo C(w0) y templado subhúmedo C(w2)(w). Las zonas de humedad en las que se registró fueron áridas (BS0), húmedas (f), húmedas (m), muy áridas (BW), semiáridas (BS1), subhúmedas (w0), subhúmedas (w1) y subhúmedas (w2). El rango de temperatura mínima fue de 0 a 20 °C, con rango de elevación de 6 a 1,919 m.s.n.m. El área de distribución potencial en la que *E. parallelus* presentó probabilidad de establecimiento  $\geq$  a 0.6 es de 152,193 km<sup>2</sup> (Figura 13).

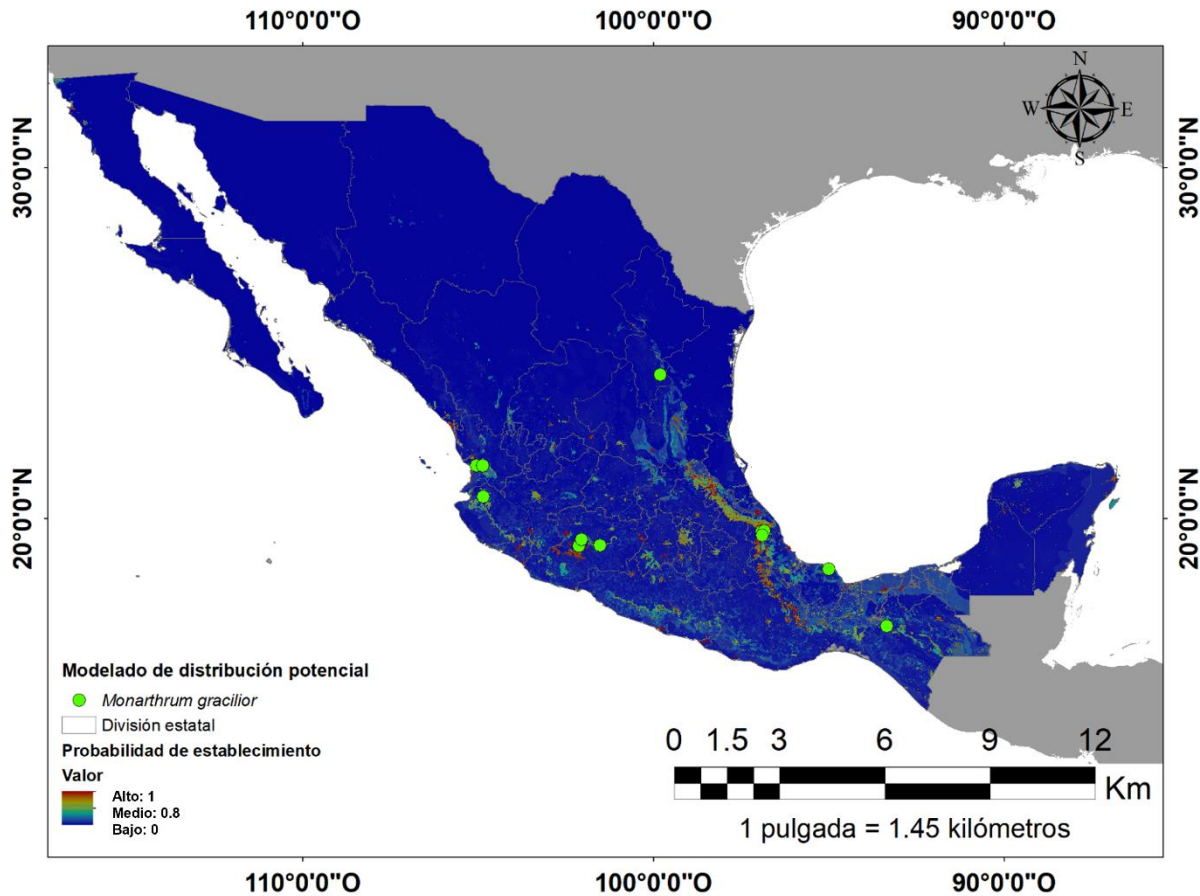


**Figura 13.** Mapa de distribución potencial de *Euplatypus parallelus* en México.

#### 4.5.4. Distribución potencial de *Monarthrum gracilior*

Las capas bioclimáticas de mayor importancia para el modelado de distribución de *Monarthrum gracilior* fueron unidades climáticas, uso de suelo y vegetación, temperatura máxima, así como la estacionalidad de la temperatura y la precipitación anual. De acuerdo con la capa de uso de suelo y vegetación en las zonas que se presentó esta especie fueron de agricultura de riego anual y permanente, agricultura temporal semipermanente y permanente, asentamientos humanos, bosque de encino, pastizal cultivado, pastizal inducido, vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino y vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia. Las unidades climáticas en las que fue encontrada esta especie correspondieron a cálido húmedo Am, cálido húmedo Am(f), cálido subhúmedo Aw0(w), cálido subhúmedo Aw2(w), semicálido húmedo (A)C(fm), semicálido húmedo (A)C(m)(w), semiseco semicálido BS1hw, templado subhúmedo (A)C(w2)(w). El rango de temperatura máxima en el que

se presentó la especie de 24 a 36 °C. El área de distribución potencial para la especie *M. gracilior* con probabilidad de establecimiento  $\geq$  a 0.8 es de 20,254.27 km<sup>2</sup> (Figura 14).

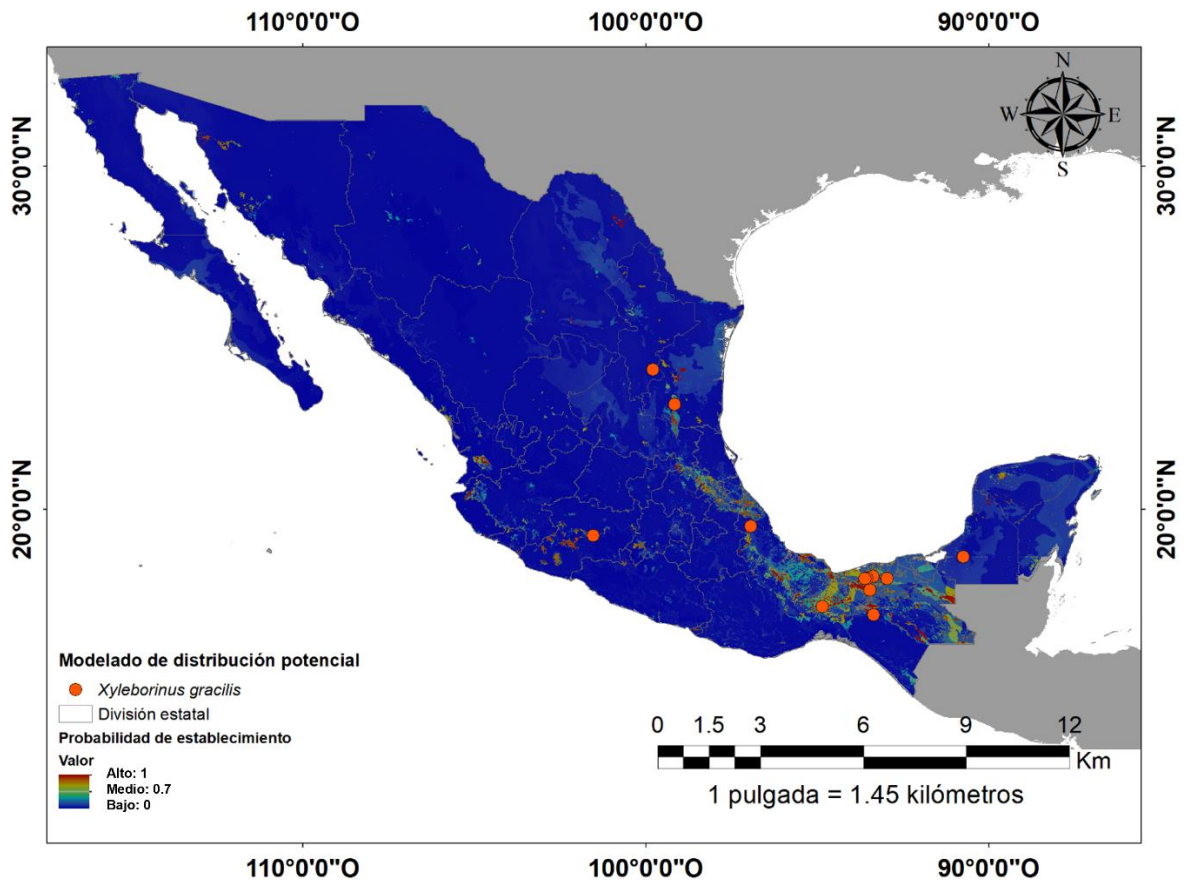


**Figura 14.** Mapa de distribución potencial de *Monarthrum gracilior* en México.

#### 4.5.5. Distribución potencial de *Xyleborinus gracilis*

Para la especie *Xyleborinus gracilis* las capas bioclimáticas de mayor influencia en el modelado de la distribución fueron uso de suelo y vegetación, unidades climáticas, temperatura mínima, precipitación, así como la de temperatura media del trimestre más seco y precipitación del mes más seco. *X. gracilis* se ubicó en zonas de agricultura de riego anual y permanente, agricultura de temporal anual, agricultura de temporal anual y semipermanente, agricultura de temporal permanente, agricultura de temporal semipermanente, agricultura de temporal semipermanente y permanente, asentamientos humanos, pastizal cultivado, pastizal inducido, vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia. En cuanto a la capa de unidades climáticas

esta especie se registró en climas cálido húmedo Af(m), cálido húmedo Am, cálido húmedo Am(f), cálido subhúmedo Aw1, seco semicálido BS0hw, semicálido húmedo (A)C(fm), templado subhúmedo (A)C(w1)(w) y templado subhúmedo (A)C(w2)(w). Estas especie se ubicó en un rango de temperatura mínima de 4 a 20 °C y un rango de precipitación de 600 a 2,500 mm. El área de distribución potencial en la que *X. gracilis* presentó una probabilidad de establecimiento  $\geq$  a 0.7 es de 39,696.78 km<sup>2</sup> (Figura 15).

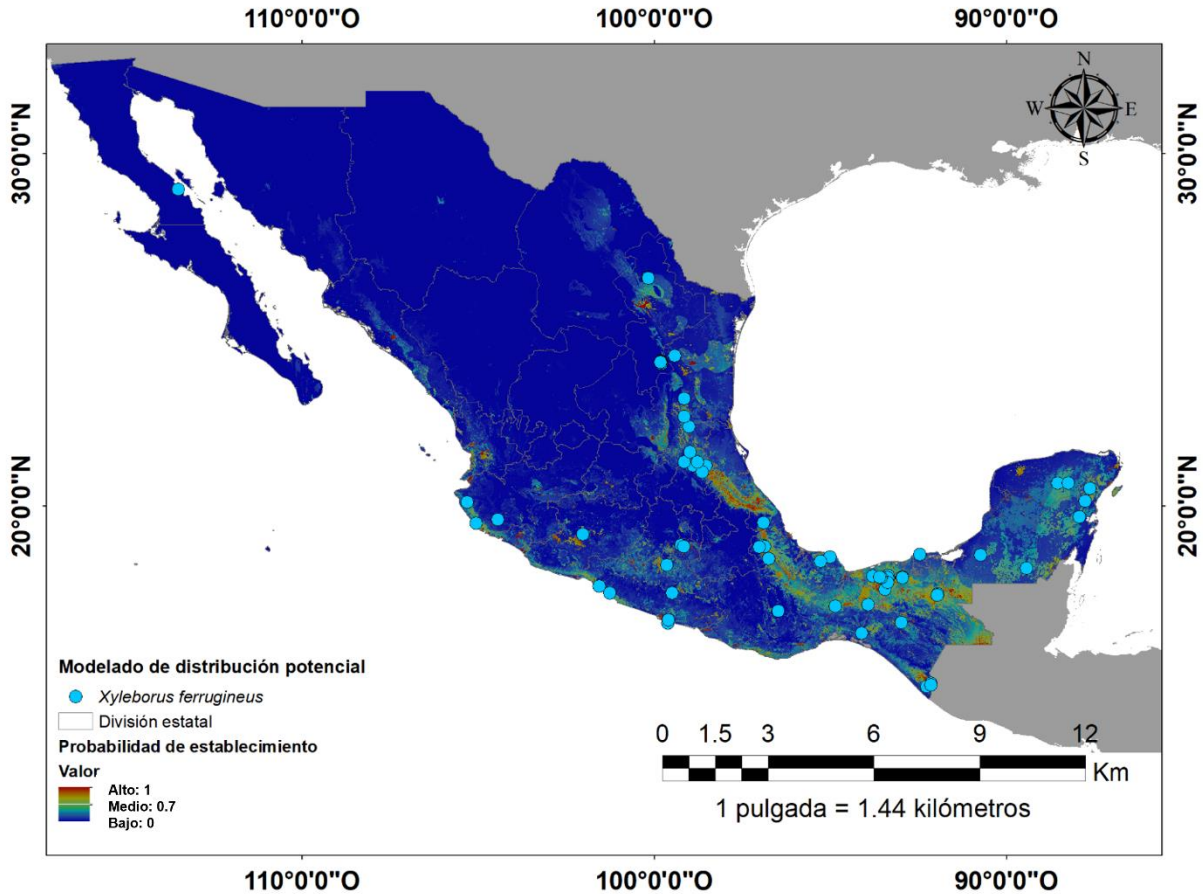


**Figura 15.** Mapa de distribución potencial de *Xyleborinus gracilis* en México.

#### 4.5.6. Distribución potencial de *Xyleborus ferrugineus*

En cuanto al modelado de distribución de *Xyleborus ferrugineus* las capas bioclimáticas más importantes fueron uso de suelo y vegetación, unidades climáticas, elevación, así como las capas de temperaturas diurnas, rango anual de temperaturas, precipitación anual, precipitación del mes más lluvioso, precipitación del trimestre más seco y precipitación de trimestre más frío. Las zonas en las que se registró esta

especie fueron zonas de agricultura de riego anual y permanente, agricultura de riego anual y semipermanente, agricultura de temporal anual, agricultura de temporal anual y permanente, agricultura de temporal anual y semipermanente, agricultura de temporal permanente, agricultura de temporal semipermanente, agricultura de temporal semipermanente y permanente, asentamientos humanos, manglar, matorral sarco-crasicaule, pastizal cultivado, pastizal inducido, selva alta perennifolia, selva baja caducifolia, vegetación secundaria arbórea de bosque de encino-pino, vegetación secundaria arbórea de selva alta perennifolia, vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia, vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia y vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia. Las unidades climáticas registradas para su distribución fueron cálido húmedo Af(m), cálido húmedo Am, cálido húmedo Am(f), cálido húmedo Am(w), cálido subhúmedo Aw0(w), cálido subhúmedo Aw1, cálido subhúmedo Aw1(w), Cálido subhúmedo Aw1(x'), Cálido subhúmedo Aw2(w), cálido subhúmedo Aw2(x'), seco semicálido BS0hw, semicálido húmedo (A)C(fm), semicálido húmedo (A)C(m), semicálido húmedo (A)C(m)(w), semicálido subhúmedo A(C)w0(w), semicálido subhúmedo A(C)w1(w), semiseco cálido BS1(h')hw, semiseco muy cálido BS1(h')w(w), semiseco semicálido BS1hw, templado subhúmedo (A)C(w0), templado subhúmedo (A)C(w0)(w), templado subhúmedo (A)C(w1)(w) y templado subhúmedo C(w2)(w) y el rango de elevación fue de 5 a 1,735 m.s.n.m. El área de distribución potencial en la *X. ferrugineus* registró una probabilidad de establecimiento  $\geq$  a 0.7 es de 101,285 km<sup>2</sup> (Figura 16).



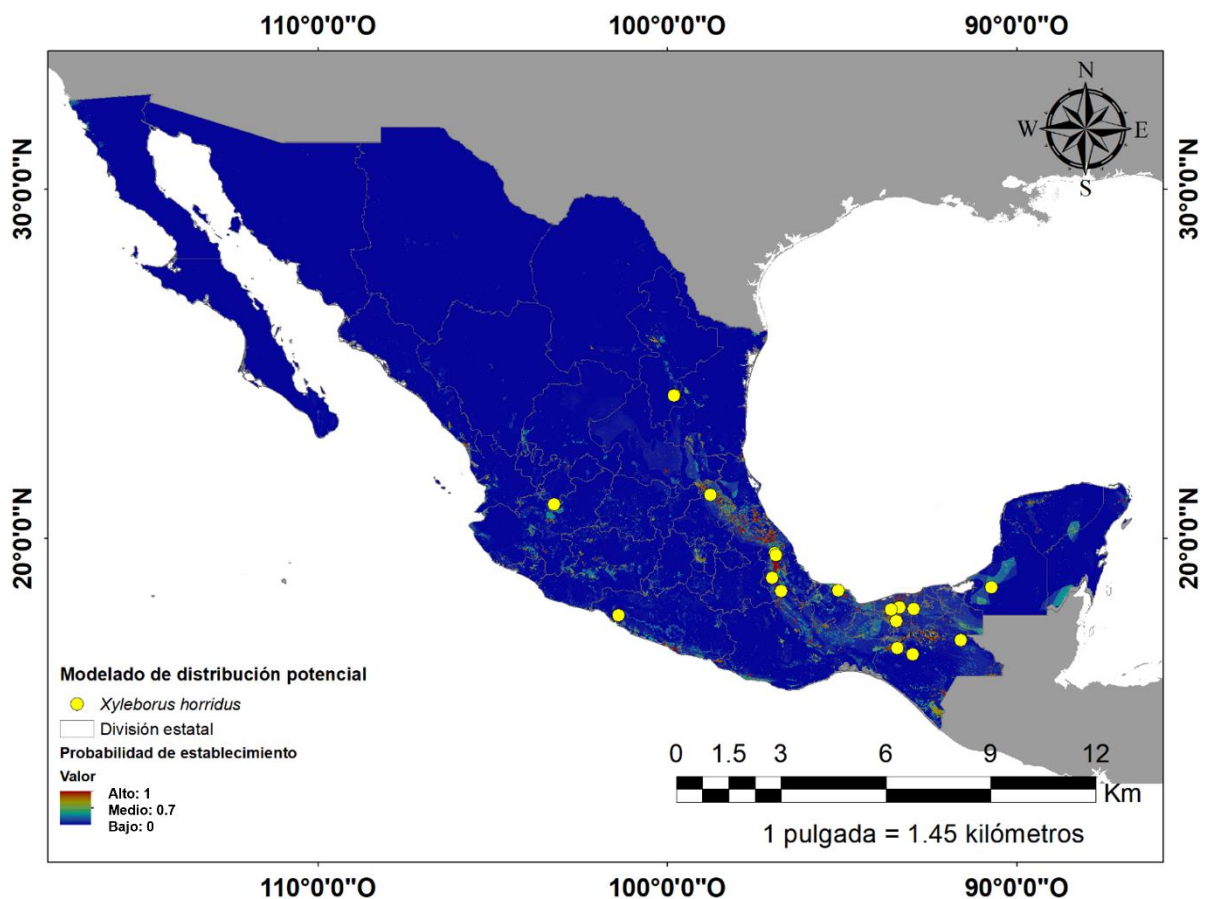
**Figura 16.** Mapa de distribución potencial de *Xyleborus ferrugineus* en México.

#### 4.5.7. Distribución potencial de *Xyleborus horridus*

Las capas bioclimáticas de mayor influencia en la realización del modelado de distribución del coleóptero *Xyleborus horridus* fueron uso de suelo y vegetación, unidades climáticas, humedad y precipitación, así como temperaturas diurnas, estacionalidad de la temperatura, precipitación anual y precipitación del trimestre más lluvioso. Las zonas en las cuales se mostró dicha especie fue en agricultura de riego anual y permanente, agricultura de temporal anual, agricultura de temporal anual y permanente, agricultura de temporal anual y semipermanente, agricultura de temporal permanente, agricultura de temporal semipermanente y permanente, asentamientos humanos, pastizal cultivado, vegetación secundaria arbórea de selva alta perennifolia, vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, vegetación secundaria arbustiva de selva alta perennifolia y vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia. Las unidades climáticas en las cuales se registró fueron cálido



húmedo Af(m), cálido húmedo Am, cálido húmedo Am(f), cálido subhúmedo Aw0(w), cálido subhúmedo Aw1, cálido subhúmedo Aw1(w), semicálido húmedo (A)C(fm), semicálido húmedo (A)C(m), semicálido húmedo (A)C(m)(w), semiseco semicálido BS1hw y templado subhúmedo (A)C(w1)(w). En cuanto a la zonas de humedad en las que se registró fueron húmedos (f), húmedos (m) subhúmedos (w0), subhúmedos (w1) y subhúmedos (w2); esta especie se registró en rangos de precipitación de 400 a más de 4,000 mm. El área de distribución potencial de la que *X. horridus* evidenció probabilidad de establecimiento  $\geq$  a 0.7 es de 23,706.24 km<sup>2</sup> (Figura 17).



**Figura 17.** Mapa de distribución potencial de *Xyleborus horridus* en México.

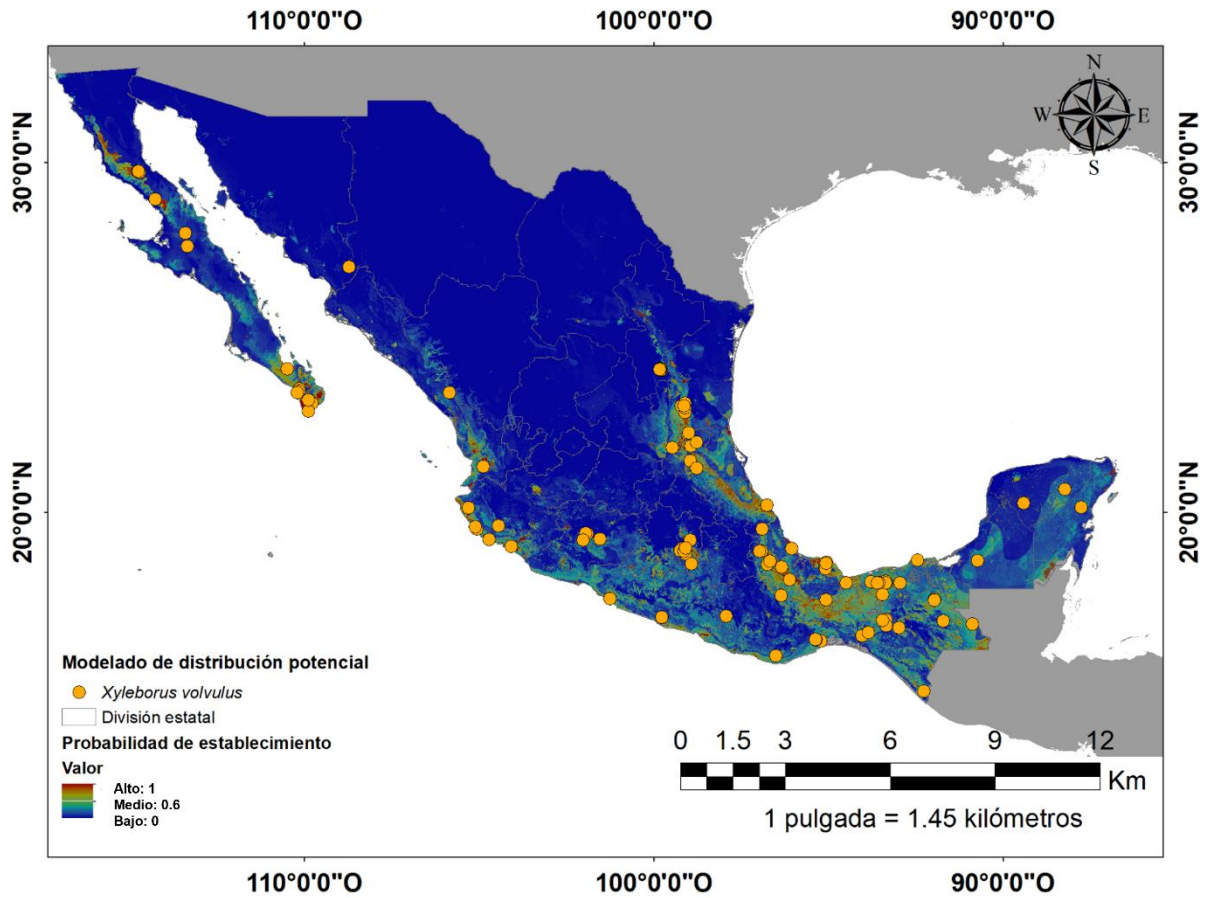
#### 4.5.8. Distribución potencial de *Xyleborus volvulus*

Las capas ambientales de mayor influencia en el modelado de distribución *Xyleborus volvulus* fueron uso de suelo y vegetación, unidades climáticas, humedad, elevación, precipitación, así como las capas de temperatura mínima del mes más frío,

rango anual de temperaturas, temperatura media del mes más lluvioso, precipitación del mes más seco y precipitación del trimestre más seco. Las zonas en las cuales fue ubicada esta especie fue agricultura de riego anual, agricultura de riego anual y permanente, agricultura de riego anual y semipermanente, agricultura de riego semipermanente y permanente, agricultura de temporal anual, agricultura de temporal anual y permanente, agricultura de temporal anual y semipermanente, agricultura de temporal permanente, agricultura de temporal semipermanente, agricultura de temporal semipermanente y permanente, asentamientos humanos, bosque de encino, bosque de pino-encino, bosque mesófilo de montaña, manglar, matorral desértico micrófilo, matorral sarcocaulé, matorral sarco-crasicaule, pastizal cultivado, pastizal inducido, popal, selva baja caducifolia, selva mediana subperennifolia, vegetación secundaria arbórea de selva alta perennifolia, vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia, vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia, vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia y vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia.

Esta especie se presentó en las unidades climatológicas cálido húmedo Af(m), cálido húmedo Am, cálido húmedo Am(f), cálido húmedo Am(w). cálido subhúmedo Aw0, cálido subhúmedo Aw0(w), cálido subhúmedo Aw1, cálido subhúmedo Aw1(w), cálido subhúmedo Aw1(x'), cálido subhúmedo Aw2, cálido subhúmedo Aw2(w), cálido subhúmedo Aw2(x'), muy seco cálido BW(h')hw(x'), muy seco semicálido BS0hw, muy seco semicálido BWhs(x'), muy seco semicálido BWhw, seco semicálido BS0hw, seco semicálido BS0hw(w), semicálido húmedo (A)C(fm), semicálido húmedo (A)C(m), semicálido húmedo (A)C(m)(w), semicálido subhúmedo A(C)w1(w), semicálido subhúmedo A(C)w2(w), semiseco muy cálido BS1(h')w(w), semiseco semicálido BS1hw, templado subhúmedo (A)C(w0), templado subhúmedo (A)C(w1), templado subhúmedo (A)C(w1)(w), templado subhúmedo (A)C(w2), templado subhúmedo (A)C(w2)(w), templado subhúmedo C(w1)(w), templado subhúmedo C(w2)(w). La zonas de humedad en las que se mostró fueron áridos (BS0), húmedos (f), húmedos (m), muy áridos (BW), semiáridos (BS1), subhúmedos (w0), subhúmedos (w1), subhúmedos (w2). El rango de precipitación fue entre 0 y más de 4,000 mm, con un rango de elevación entre 3 y 2,248 m.s.n.m. El área de distribución potencial en la X.

*volvulus* registró probabilidad de establecimiento  $\geq$  a 0.6 es de 144,495 km<sup>2</sup> (Figura 18).



**Figura 18.** Mapa de distribución potencial de *Xyleborus volvulus* en México.

#### 4.6. Discusión

La especie *Araptus schwarzi* registró 776 individuos lo cual representa el 14.48 % de total de ejemplares colectados. Esta especie es conocida por ser barrenadora de la semilla de aguacate en frutos caídos, sin embargo, de acuerdo con estudios realizados por Equihua-Martínez y colaboradores (2016b) no se descarta que ante la ausencia de frutos caídos en campo este escarabajo pueda atacar a los frutos en los árboles, por lo que la mayor cantidad de individuos presentada por esta especie se debe principalmente a que existen condiciones idóneas, en este caso la presencia de semillas de aguacate de frutos caídos de ciclos anteriores. Respecto a la fluctuación poblacional que presentó este escarabajo los meses de enero y febrero 2022 y 2023 fueron los de mayor captura (Figura 7). El ciclo biológico de *A. schwarzi* de acuerdo con Equihua-Martínez y colaboradores (2016b) tiene una duración promedio de 91 a 93 días, es decir aproximadamente 12 a 13 semanas desde la etapa de huevo hasta la etapa de adulto a temperaturas ambientales entre 24 y 25 °C; debido a esto, se deduce que los residuos de semillas del ciclo anterior, así como las condiciones climatológicas de los meses de febrero y marzo favorecieron el desarrollo de los escarabajos.

Se ha reportado a *A. schwarzi* en diversos estados de la República Mexicana como Coahuila, Guanajuato, Hidalgo, Tabasco, México, Michoacán y Querétaro (Atkinson, 2023). Esto coincide con su mapa de distribución potencial (Figura 11), ya que en los estados mencionados se observa que se presentan las condiciones climáticas idóneas para el establecimiento de la especie, sin embargo, en Jalisco y Guerrero se presentan zonas con alta probabilidad de establecimiento por lo que no se descartaría su presencia en estos. En el mapa se presentan zonas con alta probabilidad de establecimiento principalmente en el área de la Sierra Madre Oriental, un aspecto importante sobre este punto es que con esta investigación se reporta el primer registro de la especie para el estado de Nuevo León.

Se obtuvieron un total de 350 ejemplares de *Corthylus flagellifer*, lo que representa 6.5 % del total de organismos colectados. Esta especie se distribuye ampliamente a nivel mundial, posee una gran variedad de especies vegetales como hospederos, entre los cuales se encuentran plantas de la familia Anacardiaceae,

Compositae, Lauraceae, Leguminosae, Moraceae, Rosaceae, así como Sapindaceae (Atkinson e Ibarra, 2021; Wood, 1982). Esta especie de escarabajo se caracteriza por ser barrenadora de ramas muertas o cortadas, aunque también puede atacar troncos de mayor diámetro, es catalogada como ambrosial ya que se alimenta de hongos ectosimbióticos que introducen a los árboles (Bustamante y Atkinson, 1984). Dado el amplio rango de distribución que presenta a nivel mundial, se deduce que esto influyó en el número de ejemplares de *C. flagellifer*. La fluctuación poblacional de este escarabajo en septiembre 2021 tuvo un aumento poblacional alcanzando un punto máximo en febrero 2022, sin volver a registrar un aumento en muestreos posteriores (Figura 7); a partir de septiembre 2021 la población de esta especie aumentó, en febrero 2022 alcanzó su población máxima y posteriormente mostró descenso hasta finalizar el periodo de muestreo. Laureano (2022a) menciona que la fluctuación poblacional de *C. flagellifer* se encuentra correlacionada con la humedad relativa, así como la precipitación; por lo que se presume que el descenso de la población está relacionado a la falta de precipitación, así como la sequía que se presentó en el verano de 2022 en las zonas de muestreo y que afectó la humedad relativa. Lo cual coincide con la información obtenida en el mapa de distribución ya que las capas más influyentes para *C. flagellifer* fueron humedad y precipitación, así como precipitación del trimestre más lluvioso.

El mapa de distribución potencial de esta especie (Figura 12) mostró zonas de Chiapas, Guerrero, Michoacán, Oaxaca, Veracruz y Estado de México con alta probabilidad de establecimiento, esto coincide con lo mencionado por Pérez-De la Cruz y colaboradores (2016) que indican que las zonas tropicales y subtropicales del mundo son las más preferidas por esta especie ya que su tasa reproductiva llega a ser más alta. *C. flagellifer* ha sido reportado en estudios anteriores en huertas de aguacate Hass en Michoacán (Ángel-Restrepo *et al.*, 2019), en el Estado de México (Laureano-Ahuelicán *et al.*, 2022b) y 16 especies de este género en bosques mesófilos de montaña en Xalapa, Veracruz (Atkinson e Ibarra 2021).

De la especie *Euplatypus parallelus* se colectaron 679 ejemplares, lo que representa 12.67 % del total de escarabajos. Esta especie es un invasor destructivo que se encuentra ampliamente distribuido a nivel mundial y que es catalogado como

polífaga, así como ambrosial; ataca y coloniza una gran variedad de especies vegetales de las familias Sapindaceae, Anacaridiaceae, Leguminosae, Pinacea, así como Myrtaceae (Tang *et al.*, 2019). Los troncos de árboles que se encuentran recién muertos o moribundos tienen gran probabilidad de ser atacados por este coleóptero, el ataque de esta especie se encuentra asociada a árboles que presentan estrés por sequía, enfermedades o inundaciones (Tang, *et al.*, 2018; Boa y Kirkendall, 2004). Por otro lado, esta es de las pocas especies de escarabajos que puede colonizar árboles sanos, incluso pueden llegar a atacar tallos con 10 cm de diámetro (Beaver, 2013). Se deduce que el alto número de individuos de esta especie en las zonas de muestreo fue influenciado por la gran variedad de especies huésped como el propio aguacate (*Persea americana* var. *drymifolia*), nogales (*Carya illinoensis*), mezquite (*Prosopis glandulosa*), así como las condiciones en las que se encuentran la gran mayoría de las huertas con presencia de restos vegetales los cuales también sirven como hospederos de estos escarabajos. De acuerdo con Pérez-De la Cruz y colaboradores (2011), la amplia distribución de *E. parallelus* se debe a la gran diversidad de huéspedes que presenta.

La fluctuación poblacional de *E. parallelus* (Figura 7) presentó un aumento poblacional en septiembre 2021 y en enero 2022, meses posteriores no registró aumento en la población. Pérez-De la Cruz y colaboradores (2011) mencionan que la máxima abundancia de poblaciones de platipodidos se encuentra relacionada con la disponibilidad de recursos vegetales y las temperaturas apropiadas lo cual favorece su establecimiento, así como el desarrollo de los hongos simbiotes asociados que utilizan de alimento, coincidiendo con la información obtenida con el mapa de distribución ya que la capa de humedad, así como la de uso de suelo y vegetación fueron de las más influyentes en la distribución de este escarabajo. Por su parte Burgos-Solorio y Hernández-López (2020) mencionan que *E. parallelus* se distribuye en México en los estados de Baja California, Campeche, Chihuahua, Chiapas, Guerrero, Jalisco, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Quintana Roo, Sinaloa, San Luis Potosí, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán, y que el rango altitudinal en el que se ha registrado es entre 920 y 1,740 m.s.n.m., en vegetaciones como selva baja caducifolia, selva alta perennifolia, matorral xerófito y bajo espinoso;

esta información coincide con su mapa de distribución (Figura 13) en dónde los estados de Sonora, Sinaloa, Veracruz, Guerrero, Oaxaca, Nuevo León, Tamaulipas y San Luis Potosí presentan zonas con alta probabilidad de establecimiento, aunque difiere en cuanto a la altitud a la que se puede encontrar ya que, de acuerdo con los registros del mapa *E. parallelus* se puede encontrar entre los 6 y 1,919 m.s.n.m.

Una de las especies con alto número de individuos comparado con el resto de los escarabajos fue *H. medius*, de la cual se colectaron 2,876 ejemplares lo que representa el 53.67 % de los ejemplares obtenidos. Esta especie fue registrada en todos los muestreos en las tres zonas. La distribución de este escarabajo va desde Tamaulipas hasta San Luis Potosí (Wood, 1982). Esta especie es considerada un escarabajo xilófago el cual se reproduce en ramas sanas, así como en ramas y troncos dañados o que han sido recién cortados o muertos y que miden de 2 a 20 cm de diámetro, hasta el momento existe poca información acerca de las especies vegetales a las cuales tenga mayor preferencia (Wood, 1982).

La importancia de *Monarthum gracilior*, especie de la cual se colectaron siete ejemplares (0.13 % del total de escarabajos), radica en que se encuentra catalogada como ambrosial y polífaga, es una especie xilomicetófaga que pueden atacar troncos y ramas talados o heridos de 50 cm de diámetro (Atkinson e Ibarra, 2021; Wood, 2007). Este escarabajo tiene una amplia variedad de hospederos entre los cuales se encuentran las familias Fagaceae, Lauraceae, Leguminosae, Melastomataceae, Moraceae, Atkinson (2023). *M. gracilior* ha sido reportado en huertas de aguacate Hass en Michoacán (Lázaro-Dzul *et al.*, 2020) y en Nayarit (Estrada *et al.*, 2021). Se deduce que su presencia en las zonas de muestreo es debido además de los árboles de aguacate (*Persea americana* var. *drymifolia*) a otras especies presentes en las huertas o en áreas circundantes y que sirven también de hospederos como encino (*Quercus* sp.), pino (*Abies vejarii*, *Pinus greggii*, *Pinus haelepensis*, *Pinus estevezii*, *Pinus teocote*, *Pseudotsuga menziessi*), nogal (*Carya illoooninensis*), mezquite (*Prosopis glandulosa*). De acuerdo con su mapa de distribución potencial (Figura 14), los estados que presentan alta probabilidad de establecimiento son Zacatecas, Hidalgo, Veracruz, Puebla, Oaxaca, Tabasco, Guerrero, Estado de México, Michoacán, Jalisco, Nayarit y Sinaloa; esto coincide con lo reportado por Atkinson

(2023) en donde menciona que la distribución de esta especie se reporta en diversos estados como Chiapas, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Puebla y Veracruz.

Se colectaron 19 ejemplares de *Xyleborinus gracilis* (0.35 % del total de escarabajos), esta especie está asociada a bosques tropicales perennifolios sobre todo en la vertiente del Golfo de México, así como en el sureste del país, se asocia también a bosques tropicales caducifolios ubicados en la vertiente del Pacífico; los registros de esta especie van desde el noreste de Estados Unidos, hasta Sudamérica (Pérez-Silva *et al.*, 2021). Se encuentra catalogada como un escarabajo ambrosial, xilomicetófago y polífago con una gran variedad de hospederos de las familias Apocynaceae, Araliaceae, Bruseraceae, Clusiaceae, Combretaceae, Fagaceae, Lauraceae, Leguminosae, Malvaceae, Marcgraviaceae, Melastomataceae, Meliaceae, Moraceae, Myrtaceae, Pinaceae, Sapotaceae (Atkinson e Ibarra, 2021; Atkinson, 2023). Se ha registrado a esta especie de escarabajo como vector secundario de *Harringtonia lauricola* (Carillo *et al.*, 2012). Los árboles que se encuentren en condiciones relativamente viejos, moribundos, recién cortados, dañados o deteriorados se encuentran expuestos al ataque de *X. gracilis* (Wood 1982). Dado que este escarabajo presenta afinidad a especies de la familia Pinaceae y otras especies de áreas boscosas, se presume que las áreas circundantes a las huertas muestreadas además de los propios árboles de aguacate dieron paso a que se obtuvieran ejemplares de esta especie.

En cuanto a la fluctuación poblacional de *X. gracilis* (Figura 7) se puede observar que durante muestreos en las tres zonas no se presentó aumento en la población. En los meses de septiembre 2022 y enero 2023 se presentó la mayor cantidad de organismos colectados con cuatro y cinco individuos, respectivamente. Domínguez-Miranda y colaboradores (2023) estudiaron la fluctuación poblacional de *X. gracilis* en huertas de aguacate de Nayarit, reportaron que la mayor abundancia de escarabajos la tuvieron durante los meses de noviembre-febrero, lo que indica que tiene afinidad en emerger en temporada de invierno, esta información muestra similitud en comportamiento de emergencia ya que en enero 2023 se registró la mayor cantidad de organismos colectados para esta especie, además de esto una de las capas de mayor influencia en los mapas de distribución potencial de este escarabajo fue la



temperatura mínima, coincidiendo en los meses donde las temperatura son más frescas. Esta especie es vector del hongo *Harringtonia lauricola* causante de la enfermedad de marchitez del laurel en árboles de aguacate en Florida, Estados Unidos (Carrillo *et al.*, 2012); al ser una especie ambrosial y considerando el reporte de vector de *H. lauricola*, se requiere poner atención ante su presencia en huertas de aguacate, debido al daño potencial que le causaría al cultivo, así como a otras especies vegetales.

El mapa de distribución potencial de *X. gracilis* (Figura 15) muestra zonas hacia el Golfo de México con alta probabilidad de su establecimiento, principalmente en Veracruz, Tabasco, Chiapas, Campeche y algunas zonas de Tamaulipas; así como en estados orientados hacia el pacífico como Nayarit, Jalisco y Michoacán. Pérez-Silva y colaboradores (2020) mencionan que la distribución conocida de esta especie es en Campeche, Chiapas, Colima, Guerrero, Michoacán, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Tabasco, Tamaulipas y Veracruz, lo cual coincide con su mapa de distribución potencial ya que algunos de estos estados presentan condiciones climatológicas similares a las zonas con altas probabilidad de establecimiento.

Se colectaron 270 ejemplares de *Xyleborus ferrugineus*, lo que representa el 5.03 % del total de escarabajos colectados. Esta especie se caracteriza por atacar de manera agresiva los troncos de árboles recién talados y los que se encuentran en aserraderos, comúnmente ataca tallos pequeños, así como troncos grandes, se reporta que también puede atacar caña de azúcar (Wood, 2007). Esta especie está ampliamente distribuida en el mundo, en México se localiza en regiones tropicales de ambas costas, es frecuentemente encontrada en zonas agrícolas, perturbadas (Pérez-Silva *et al.*, 2021). Este escarabajo es catalogado como ambrosial y es una plaga secundaria de especies de plantas de importancia económica en el Continente Americano como cedro (*Cedar odorata* L.), cacao (*Theobroma cacao* L.), mango (*Magnifera indica* L.), palo de rosa (*Tabebuia rosea* (Bertol)), ciruela tropical (*Spondias mombin* L.), chaca (*Bursera simaruba* L.), aguacate (*Persea americana* Mill.) y caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) (Pérez-Silva *et al.*, 2015; Carrillo *et al.*, 2012; Romero *et al.*, 2022). De igual manera que *Xyleborinus gracilis*, *X. ferrugineus* puede favorecer la propagación de la enfermedad de marchitez de laurel provocado por *H.*

*lauricola* induciendo considerables pérdidas económicas (Carillo *et al.*, 2014). Se presume que *X. ferrugineus* al ser una especie ampliamente distribuida en el mundo, con diversas especies vegetales como hospederas, favoreció la presencia, así como el alto número de individuos las zonas de muestreo de muestreo.

En la fluctuación poblacional de *X. ferrugineus* (Figura 7) se observa un incremento poblacional en septiembre 2021 y un descenso terminando en febrero de 2022. Meses posteriores se registraron dos incrementos en julio 2022 y julio 2023. Atkinson e Ibarra (2021) mencionan que la distribución de *X. ferrugineus* en México se ve limitada por el frío y la baja humedad, es decir, se encuentra ausente en regiones desérticas. Por su parte Rangel y colaboradores (2012) mencionan que un mayor número de organismos de esta especie se presenta en lugares con altos periodos de precipitación, así como alta humedad, coincidiendo con la información obtenida en el mapa de distribución potencial ya que las capas de mayor influencia para este escarabajo fueron elevación, precipitación anual, precipitación del mes más lluvioso, precipitación del trimestre más seco y precipitación del trimestre más frío, por lo que se deduce que la falta de precipitación, así como humedad en las huertas de aguacate durante el periodo de muestreo, influyeron en la cantidad de ejemplares colectados. De acuerdo con los datos extraídos del mapa de distribución potencial, registros de la especie se obtienen de altitudes de hasta 1,785 m.s.n.m. El mapa mostró regiones en la zona costera del Golfo de México y en la Sierra Madre Oriental con alta probabilidad de establecimiento de este escarabajo (Figura 16). *X. ferrugineus* se ha registrado en huertas de aguacate Hass en el Estado de México, así como predominando en lugares con clima tropical desde el nivel del mar hasta una altura máxima de 1,500 m.s.n.m. (Laureano-Ahuelicán *et al.*, 2022b; Wood, 1982); estos datos difieren con lo obtenido en el mapa de distribución ya que supera el registro mencionado en la literatura. De acuerdo con el mapa de distribución potencial, Sonora, Chihuahua y Coahuila, presentan baja probabilidad de establecimiento, esto concuerda con lo ya mencionado por Atkinson e Ibarra (2021) acerca de la distribución limitada de la especie por el frío y la humedad.

De la especie *Xyleborus horridus* fueron obtenidos 17 individuos en el periodo de muestreo (0.31 % del total de escarabajos colectados). A pesar de no ser una de las

especies más abundantes, la importancia de esta especie radica en que se encuentra catalogada como escarabajo ambrosial con una gran variedad de especies vegetales como hospedero (Atkinson e Ibarra, 2021). Las especies de este género pueden atacar la mayoría de las partes de cualquier especie leñosa, algunas especies se caracterizan por atacar troncos aparentemente viejos, pero en su gran mayoría prefiere el material recién cortado, dañado, o que no se puede aprovechar. Todas las especies de este género cultivan hongos en las paredes de los túneles que las hembras realizan (Wood, 1982). La presencia de esta especie se debe principalmente a material vegetal con las características mencionadas presente en las huertas, así como en las zonas circundantes.

La fluctuación poblacional de *X. horridus* (Figura 7) se mantuvo constante durante los meses de muestreo sin presentar aumento sobresaliente. Pérez-De la Cruz y colaboradores (2009) en su estudio de diversidad, fluctuación poblacional y plantas huéspedes de escolítinos en agroecosistemas de cacao en Tabasco, reportan mayor diversidad de estos escarabajos, entre ellos *X. horridus* cuando se presenta mayor precipitación y descenso en la temperatura; en temporadas de sequía y escasa lluvia la abundancia de ejemplares reportada es poca o nula. Esta información concuerda con lo obtenido dentro del mapa de distribución potencial de este escarabajo ya que las capas más influyentes para esta especie fueron, humedad, precipitación, precipitación anual y precipitación del trimestre más lluvioso. Dada esta situación se presume que la escasa precipitación en la región de muestreo, influyeron en la cantidad de organismos colectados de esta especie durante el periodo de muestreo. De acuerdo con los datos extraídos del mapa de distribución potencial de la especie (Figura 17), se obtuvieron registros de este escarabajo a una altitud máxima de 1,838 m.s.n.m., esto difiere con lo reportado por Rodríguez-Rivas y colaboradores (2018) que obtuvieron registros de *X. horridus* a una altitud de 1,580 m.s.n.m. En el mapa se observa que las zonas cercas del Golfo de México muestran las mejores condiciones para el desarrollo, específicamente en Veracruz, estos datos concuerdan con la información de Equihua-Martínez y Burgos-Solorio (2002), en donde mencionan que *X. horridus* se distribuye por la vertiente del Golfo de México. Se ha detectado que esta especie se encuentra en diversos tipos de ecosistemas con afinidad a climas tropicales

en ambas costas de la República Mexicana (Pérez-Silva *et al.*, 2020), dentro del mapa de distribución se aprecian zonas en el Golfo de México y del Océano Pacífico con áreas con alta probabilidad de establecimiento para el escarabajo, principalmente en Michoacán.

*Xyleborus volvulus* es considerada una especie de importancia económica en áreas tropicales de México, tiene la capacidad de colonizar plantas sanas, debilitados o recién muertos, así como trocería húmeda con diferentes diámetros y tamaños (Pérez-De la Cruz *et al.*, 2015, Cibrián *et al.*, 1995). De esta especie se obtuvieron 309 ejemplares representando un 5.76 % del total de individuos colectados. El daño característico que realizan estos escarabajos es reducir la calidad de la madera por los orificios que realizan, así como por las manchas de madera provocadas por los hongos a los que están asociados (Juárez *et al.*, 2012). Esta especie está catalogada como ambrosial, es de distribución cosmopolita, con hábitos polípagos, registra más de 100 especies de plantas que utiliza como hospedero que pueden ser atacadas en condiciones de estrés o enfermedad (Carillo *et al.*, 2014). Ataca árboles de cedro mexicano (*Cedrela odorata*) y de cacao (*Theobroma cacao* L.), y de igual manera ha sido reportada atacando árboles de aguacate (Pérez-De la Cruz *et al.*, 2009; Rangel *et al.*, 2012; Carrillo *et al.*, 2012); es portadora del hongo *H. lauricola* (Harrington *et al.*, 2008; Carillo *et al.*, 2014). La presencia y abundancia de esta especie en el área de muestreo fue favorecida por los árboles de aguacate, así como a la adaptación que presenta a diversos hospederos.

La fluctuación poblacional de *X. volvulus* mostró aumentos en la población en los periodos de septiembre 2021 a enero 2022, abril a junio 2022, agosto 2022 a febrero 2023, y un último aumento en abril del mismo año; los descensos de la población se presentaron en febrero, marzo y julio 2022, así como en marzo de 2023 (Figura 7). De acuerdo con un estudio de fluctuación poblacional de la especie realizado por Juárez y colaboradores (2012) en localidades de Tabasco, obtuvieron picos poblacionales de este escarabajo en periodos con lluvia, así como con alto porcentaje de humedad. Al igual que *X. ferruginus* la distribución de este escarabajo en México se ve perjudicada por frío y humedad, esto significa que esta especie no puede ser encontrada en lugares altos o regiones desérticas. Lo anterior coincide con lo obtenido en el mapa de

distribución ya que las capas más influyentes en esta especie fueron humedad, elevación, precipitación, temperatura mínima del mes más frío, precipitación del mes más seco, precipitación del trimestre más seco. La falta de lluvias, así como la baja humedad en las huertas durante el periodo de muestreo y la presencia de un evento de helada en febrero del 2021, influyeron en la baja abundancia de individuos en los meses mencionados. El mapa de distribución potencial (Figura 18) mostró la mayor parte de la República Mexicana con condiciones idóneas para establecerse, la especie se registra en zonas con climas tropicales seco, así como húmedo; el amplio rango de distribución se debe principalmente a la capacidad que tiene para infestar gran variedad de especies vegetales (Atkinson, 2023; Pulgarín, 2012; Vázquez *et al.*, 2003). De acuerdo con los registros utilizados para la realización del mapa de distribución, la especie se encontró entre los 3 y 2,248 m.s.n.m., esta altura coincide con el rango reportado por Laureano-Ahuelicán y colaboradores (2022b) quienes reportan a la especie en huertas de aguacate Hass en el Estado de México a una altura entre 1,980 y 2,420 m.s.n.m., Rodríguez-Rivas y colaboradores (2018) la reportan entre los 1,380 y 1,580 m.s.n.m., mientras que Pérez-Silva y colaboradores (2020) lo hacen a una altura aproximada de 2,000 m.s.n.m.

Con respecto a los índices de diversidad, el índice de Shannon-Wiener refleja lo heterogéneo de una comunidad con base en dos factores, el número de especies y su abundancia relativa presentes en una comunidad (Pla, 2006). Cuando las especies de una comunidad se encuentran similarmente abundantes, el valor del índice de Shannon-Wiener será máximo. Así, el índice de 1.62 (mayor valor) obtenido en la Zona 3, es explicado por la heterogeneidad de la población de escarabajos colectados; mientras que los valores de la Zona 1 (1.38) y la Zona 2 (1.36) explican que se presentaron especies con número elevado de ejemplares (Cuadro 4), es decir, se presentó dominancia, lo cual influyó en que se presentara menor diversidad con respecto a la Zona 3 (Figura 3).

El índice de diversidad de Margalef transforma el número de especies por muestra en una proporción en donde las especies son añadidas por expansión de la muestra, este índice menciona que existe una relación funcional sobre el número de especies, así como el número total de organismos, de no mantenerse esta relación el

valor del índice variará de manera desconocida (Magurran, 1998; Moreno 2001). Esta información concuerda con lo obtenido en el total de organismo por zona (Cuadro 4), ya que en la Zona 3 se sostuvo esa relación entre el número de especies y el total de organismos, por lo que el valor del índice fue mayor. Por otro lado, la mayor cantidad de ejemplares de *A. schwarzi*, *E. parallelus* y *H. medius* presentados en la Zona 1 y Zona 2 influyeron en el índice provocando que los valores de riqueza fueran menores.

La probabilidad de que dos individuos tomados al azar en una muestra sean de la misma especie es calculada por el índice de Simpson, este índice se encuentra influenciado por la importancia de las especies que son más dominantes (Moreno, 2001). El índice de Simpson es muy sensible a la abundancia que presentan una o dos especies que son frecuentes en un hábitat, esto es llamado medida o concentración dominantes (Saquicela, 2010). Las especies dominantes de las zonas 1 y 2, fueron *H. medius*, *E. parallelus*, *C. flagellifer*, *A. schwarzi*, *X. volvulus* y *X. ferrugineus*, esto ocasionó que se presentará la condición de concentración dominante, teniendo como resultado mayor dominancia para estas zonas. La Zona 3 no contó con especies dominantes, por lo tanto, el valor del índice de Simpson fue el menor.

De las especies ambrosiales que se colectaron Equihua-Martínez y colaboradores (2016) han reportado *A. schwartzi* asociado con aguacate Hass en el estado de Michoacán. Por su parte Laureano (2022) ha registrado a *C. flagellifer* asociado a trampas en huertos de aguacate en Coatepec Harinas, en el Estado de México. *E. parallelus* fue colectada en huertas de aguacate nativo en Sabinas Hidalgo, en el estado de Nuevo León. (Quiroz, 2022). En el estado de Michoacán se ha colectado a *M. gracilior* en diversas zonas productoras de aguacate esto de acuerdo con Lázaro-Dzul et al. (2020). *X. gracilis* se ha registrado por primera vez en huertas de aguacate en el estado de Nayarit (Domínguez-Miranda et al., 2023). Mientras que Ángel-Restrepo y colaboradores (2019) ha reportaron a *X. ferrugineus* y *X. volvulus* asociados a árboles de aguacate en Michoacán.

## 5. CONCLUSIONES

Siete de las once especies encontradas corresponden a escarabajos ambrosiales con reporte de portación de hongos fitopatógenos: *Euplatypus parallelus*, *Corthylus flagellifer*, *Monarthrum gracilior*, *Xyleborinus gracilis*, *Xyleborus ferrugineus*, *Xyleborus horridus*, y *Xyleborus volvulus*.

Aunque no hay reporte de la presencia de *Harringtonia lauricola* en México, es necesaria la atención en las especies de ambrosiales reportadas en esta investigación ya que, debido a su amplia distribución pueden ser fuente potencial de diseminación de hongos fitopatógenos como los causantes de la marchitez del laurel y provocar grandes pérdidas económicas tanto en zonas forestales como de producción de aguacate.

*Araptus schwarzi*, *Monarthrum gracilior*, *Xyleborinus gracilis*, y *Xyleborus horridus* (subfamilia Scolytinae) son nuevos registros de especies de escarabajos para el estado de Nuevo León.

La fluctuación poblacional mostró mayor abundancia de escarabajos entre los meses de octubre a marzo en ambos periodos de muestreo debido a la tormenta invernal presentada el 15 de febrero de 2021 y al periodo de sequía posterior, lo que provocó muerte de ramas jóvenes y brotes que significó falta de disponibilidad de alimento y humedad en el área de muestreo.

Los mapas de distribución potencial de las especies capturadas aportaron información sobre las condiciones climáticas ideales para su establecimiento, esta información ayuda a determinar las zonas de México en donde se presentan estas condiciones, lo que permite si es el caso, definir estrategias de control y establecer medidas de prevención contra las especies de escarabajos portadoras en hongos fitopatógenos.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, D. E., Almeyda, L. I. H. y Hernández, T. I. (2013). Evaluación de aguacates criollos en Nuevo León México: región norte. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 4(4), 531-542.
- Alonzo-Zarazaga, M. A., y Lyall C. H. C. (2009). A catalogue of family and genus group names in Scolytinae and Platypodinae with nomenclatural remarks (Coleoptera: Curculionidae). *Zootaxa*, 2258(1), 1-134.  
<https://doi.org/10.11646/zootaxa.2258.1.1>
- Ángel-Restrepo, M., Ochoa-Ascencio, S., Fernández-Pavía, S., Vazquez-Marruffo, G., Equihua-Martínez, A., Barrientos-Priego, A. F., Correa-Suarez, M., y Saucedo-Carabez, J. R. (2019). Identificación de escarabajos ambrosiales (Coleopteros: Curculionidae) asociados a árboles de aguacate en Michoacán, México. *Folia Entomológica Mexicana (Nueva Serie)*, 5(2), 80-88.  
<https://revistas.acaentmex.org/index.php/fofia/article/view/98>
- ArcGIS. (2016). ArcGIS (Version 10.4.1) [Software].  
<https://www.arcgis.com/index.html>
- Arnett Jr. R., Downie, N. y Jaques, H. (1980). How to know the beetles. The Picture Key Nature Series. Secon Edition. Dubuque, Iowa. Wm. C. Brown Company Publishers. 416 p.
- Atkinson, T. H. (2017). Escarabajos descortezadores y ambrosiales (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae, Platypodinae) de Sonora, México. *Dugesiana* 26(1), 41-49.
- Atkinson, T. H. (2017). Escarabajos descortezadores y ambrosiales (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae, Platypodinae) de Sonora, México. *Dugesiana* 26(1), 41-49.
- Atkinson, T. H. (2023, 10 de marzo). Bark and Ambrosia Beetles of the Americas.  
<https://www.barkbeetles.info/index.php>
- Atkinson, T. H. y Equihua-Martínez, A. (1985). Lista comentada de los coleópteros Scolytidae y Platypodidae del valle de México. *Folia Entomológica Mexicana*, 65, 63-108.



- Atkinson, T. H. y Equihua-Martínez, A. (1986a) Biology of the Scolytidae and Platypodidae (Coleoptera) in a tropical deciduous forest at Chamela, Jalisco, Mexico. *Florida Entomologist*, 62: 303-310.
- Atkinson, T. H. y Equihua-Martínez, A. (1986b). Biology of Bark and ambrosia beetles (Coleoptera: Scolytidae and Platypodidae) of tropical rain forest in Southeastern Mexico with an annotated checklist of species. *Annals of the Entomological Society of America*, 79: 414-423.
- Atkinson, T. H., e Ibarra, J. L. A. (2021). Corrections and additions to the checklist of barck and ambrosia beetles (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae: Platypodinae) of Mesic Montane Forest in Xalapa, Veracruz, México. *The Coleopterist Bulletin*. 75 (1), 227-239.
- Atkinson. T. H. (2019). Escarabajos descortezadores y ambrosiales (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae, Platipodinae) de Sonora, México. *Dugesiana*. 26 (1), 41 – 49.
- Baasch, D. M., Tyre, A. J., Millspaugh, J. J., Hygnstrom, S. E. y Veracauterenm, K. C. (2010). An ecaluation of three statistical methods used to model resource selection. *Ecological Modelling*, 221, 565-574.
- Bateman, B. L., VanDerWal, J. y Johnson, C. N. (2011). Nice weather for bettongs: using weather events, not climate means, in species distribution models. *Ecography*, 35, 306-314.
- Beaver, R. A. (2013) The invasive neotropical ambrosia beetle *Euplatypus parallelus* (Fabricius, 1801) in the oriental region and its pest status (Coleoptera: Curculionidae, Platypodinae). *Entomologist's Monthly Magazine*, 149, 143-154.
- Boa, E. y Kirkendall, L. R. (2004) Strengthening National Capacity for Control of *Pterocarpus indicus* Wilt Disease. *Disease and Forest Protection: Final Technical Report, Sandragon Wilt Disease, Seychelles*. 25 pp.
- Bouza, C. y Covarrubias D. (2005). Estimación del índice de la diversidad de Simpson en sitios de muestreo. *Revista Investigación Operacional*, 26 (2), 187-195.
- Brar, G. P., Capinera, J. L., Kendra, P. E., McLean, S. y Peña, J. E. (2013) Life Cycle development, and culture of *Xyleborus glabratus* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae). *Florid Entomologist*, 96(3): 1158-1167.

- Burgos, S.A. y Equihua, M. A. (2007). Platypodidae y Scolytidae (Coleóptera) de Jalisco, México. *Dugesiana*, 14, 59-82.
- Burgos-Solorio, A. y Hernández-López, N., (2020). Los platipodinos (Coleoptera: Curculionidae: Platypodinae) del estado de Morelos, México. *Dugesiana*, 27 (1), 55-73.
- Bustamante, O. F. y Atkinson, T.H. (1984). Biología del barrenador de las ramas del peral *Corthylus fuscus* Blandford (Coleoptera: Scolytidae), en el norte del Estado de Morelos. *Folia Entomológica Mexicana*. 60, 83-101.
- Carrillo, D., Duncan, R. E. y Peña J.E. (2012). Ambrosia beetles (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) that breed in avocado wood in Florida. *Florida Entomologist*, 95(3), 573-579.
- Carrillo, D., Duncan, R. E., Ploetz, J. N., Campbell, A. F., Ploetz, R. C., y Peña, J. E. (2014). Lateral transfer of a phytopathogenic symbiont among native and exotic ambrosia beetles. *Plant Pathology*, 63:54–62.
- Casaubon, E., Cueto, G., y Spagarino, C. (2006). Diferente comportamiento de *Megaplatypus mutatus* (= *Platypus sulcatus*) (Chapuis, 1865) en un ensayo comparativo de rendimiento de 30 clones de *Populus deltoides* Batr. En el bajo Delta Bonaerense del Río Paraná. *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 35 (2), 103-115.
- Castañeda, A. V. Franco, M. O. Reyes, A. J. C., Ruiz, M. C., Valedéz, C. J. y Equihua, M.A. (2015). Distribution Records of the small avocado seed Weevil, *Conotrachelus perseae* Barber (Coleoptera: Curculionidae), in Mexico and notes on its biology. *The coleopteris Bulletin*, 69(2), 267-271.
- Cibrián, T. D., Méndez, M. J. T., Campos B. R., Yates III, H. O., y Flores, J. E. (1995). *Insectos Forestales de México/ Forest Insects of México*. Universidad Autónoma Chapingo. 453 pp.
- Clements, G. R., Ryan, D. M., Aziz, S. A., Kawanishi, K., Traeholt, C., Magintatn, D., Yazı, M. F. A. y Tingley, R. (2012). Predicting the distribution of the Asian Tapir (*Tapirus indicus*) in Peninsular Malaysia, using maximum entropy modelling. *Integrative Zoology*, 7, 400-406.
- CONABIO. (2022, 22 de enero). Portal de Geoinformación 2023, Sistema Nacional de

- Coria-Ávalos, V. M. (1999). Ciclo de vida, fluctuación poblacional y control del barrenador de la semilla de aguacate (*Conotrachelus perseae* Barber, *C. aguacatae* B.) en Ziracuatero, Michoacán, México. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 5, 267-271-313-318.
- Coulson, R. N. (1979). Population dynamics of bark beetles. *Annual Review of Entomology*, 24(1), 417-447.
- Domínguez-Miranda, J. L., Robles-Bermúdez, A., Equihua-Martínez, A., Cambero-Campos, O. J., Campos-Figueroa, M., Figueroa-Esqivel, E. M. y Domínguez-Monge, S. (2023). Primer Registro de *Xyleborinus gracilis* (Eichhoff) y su fluctuación en huertas aguacateras en Nayarit, México. *Southwestern Entomologist*, 48 (1), 273-278.
- Durán-de Anda, F., Equihua-Martínez, A., González-Hernández, H. (2019). Plagas secundarias. En: D. Téliz y A. Mora. (Eds.) *El Aguacate y su manejo integrado* (162 - 164). Colegio de Postgraduados
- Elith, J., Graham, C. H., Anderson, R. P., Dudík, M. y Ferrier, S. (2006). Novel methods improve prediction of species distributions from occurrence data. *Ecography* 29:129-151.
- Equihua, M. A., Estrada, V. E. G., Trujillo, A. F. J., García A. C. de J., López, B. J. A., Quezada S. A., Ruiz, G. I., González, G. R., Montiel, C. J. M., Alvares. C. J., Laureano, A. B. y Plasencia G. A. (2016a) Nueva asociación entre *Euwallacea* sp. (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) and *Casuarina cunninghamiana* Miq. (Casuarinaceae) en Tijuana, Baja California Norte, México. *Folia Entomológica Mexicana* (n. s.) 2, 20-21.
- Equihua-Martínez, A. y Burgos-Solorio. (2002) Scolytidae. En J. Llorente y J.J Morrone (Eds). *Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artropodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento. Volumen III.* México D.F. CONABIO.
- Equihua-Martínez, A., Estrada-Venegas, E. G., Chairez-Grijalva, M. P., & Acuña-Soto, J. A. (2016b). Comportamiento de *Araptus schwartzi* Blackman (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) en semillas de aguacate (Hass) en diferentes estados

- de madurez. *Folia Entomológica Mexicana* (Nueva serie), 2(2), 33-38.
- Equihua-Martínez. A., Estrada-Venegas. E. G. y González-Hernández, H. (2019). Plagas. En: D. Téliz y A. Mora. (Eds.) *El Aguacate y su manejo integrado* (pp. 133 - 137).
- Eskalen, A. A., González, D. H., Wang, M., Twizeyimana y Mayorquin, J.S. (2012) First reporto *Fusarium* sp. and its vector tea shot hole borer (*Euwallacea* nr. *Fornicates*) causing *Fusarium dieback* on avocado in California. *Plant Disease*. 96 (7), 1070.
- Estrada, V. E. G. (2019). Ácaros asociados al cultivo del aguacate. En Téliz, D. y Mora, A. (Ed.). *El aguacate y su manejo integrado*. (pp.153 – 159) Colegio de Postgraduados
- Estrada, V. M. O., Burgos-Solorio, A., Rios, V.C., Falcon-Brindis, A., Däunert, M. K. B., Burgarín, P. M. L., Domínguez, L. M., Robles, B. M., de Dios, A. N. (2021). Bark and ambrosia beetles (Coleoptera: Curculionidae) associated whit avocado in Nayarit, México. *International Journal of Tropical Insect Science*, 42(2), 1547-1553.
- Estrada-Venegas. E. G. (2019). Plagas (Ácaros asociados al cultivo del aguacate). En: D. Téliz y A. Mora. (Eds.) *El Aguacate y su manejo integrado* (páginas del capítulo).
- Ferrier, S. y Guisan, A. (2006). Spatial modelling of biodiversity at the community level. *Journal of Applied Ecology*, 43,393-404.
- Ferriol, M. y Merle, H. (2012). Los componentes alfa, beta y gama de la biodiversidad. Valencia. Universidad Politécnica de Valencia. 10p.
- Fick, S. E., y Hijmans, R. J. (2017). Worldclim 2: new 1km spatial resolution climate surfaces for global land areas, *International Journal of Climatology*, 37(12), 4302-4315. <https://doi.org/10.1002/joc.5086>.
- Flores-Miranda, S. J. (2019). Relevamiento de flora del área protegida Bosque de Bolognia para la obtención de un índice de diversidad de Shannon Wiener a través de una aplicación móvil. *Revisra de Difusión cultural y científica de la Universidad de La Salle en Bolivia*. 17 (17), 215 – 238.
- Fraderich, S. W., Harrington, T. C., Rabaglia, R. J., Mayfield, A. E., Hanula, J. J.,

- Eickwort, J. M. y Miller, D. M. (2008). A fungal symbiont of the redbay ambrosia beetle causes a lethal wilt in redbay and other Lauraceae in the Southeastern United States. *Plant Disease*. 92, 215-224.
- Franklin, J. (2010). *Mapping species distributions: spatial inference and prediction*. Cambridge, UK. Cambridge University Press.
- García, C., Trujillo, F. P., López, J. A., González, R., Carrillo, D., Cruz, L. F., Ruiz, I., Quezada, A, y Acevedo N. (2016). First report of *Euwallacea nr. Forficatus* (Coleoptera: Curculionidae) in Mexico. *Florida entomologist*, 99(3), 555-556.
- García, M. M. R. (2008) Modelos predictivos de riqueza de diversidad vegetal. Comparación y optimización de métodos de modelo ecológico. [Tesis doctoral] Universidad Complutense de Madrid. Madrid España.
- García-Guevara, J. F., García-Ávila, C. de J., Acevedo-Reyes, N., & Vergara-Pineda, S. (2018). Escarabajos (Curculionidae: Scolytidae) asociados a trampas en huertos de *Persea americana* Miller, en cuatro municipios de Michoacán. *Entomología Agrícola*. 5, 408-414.
- Gerónimo-Torres, J. Del C., Pérez-De la Cruz, M., Arias-Rodríguez, L., De la Cruz-Pérez, A. & Burelo-Ramos, C. M. (2019). Diversidad y fluctuación de la comunidad de escarabajos descortezadores y barrenadores (Coleoptera: Bostrichidae, Curculionidae: Scolytinae, Platypodinae) asociados a una selva en Tabasco, México. *Revista Chilena de Entomología*, 45(19), 37-49.
- Gerónimo-Torres, J. del C., Pérez-de La Cruz, M., de la Cruz-Pérez, A., Arias-Rodríguez, L., & Bruelo-Ramos, C. M. (2021). Diversidad y distribución vertical de escarabajos barrenadores (Coleoptera: Bostrichidae, Curculionidae: Scolytinae, Platypodinae) en un manglar en Tabasco, México. *Caldasia*, 43(1), 172-185.
- GIIIA (2013). *El Aguacate en Michoacán: Plagas y Enfermedades*. Grupo Interdisciplinario e Interinsitucional de Investigación en Aguacate. APEAM. México. 56p.
- Gliessman, S. R. (2002). *Agroecología: Procesos ecológicos en agricultura sostenible*. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 359 p.
- González H. H. y Atkinson T. H. (1985). Coccoideos (Homoptera: Coccidae) asociados

- a árboles frutales de la región central de México. *Agrociencia*, (57), 207 – 225.
- González-Hernández, H., Johansen, R., Gasca, L., Equihua, A., Salinas, A., Estrada, E., Duran, F. y Valle, A. (2000). Plagas del aguacate. En: Téliz, D. (Ed) El aguacate y su manejo integrado. Ediciones Mundi Prensa. México, D.F. pp: 177-186.
- Guillera-Aroita, G., Lahoz-Monfort, J. J., Elith, J., Gordon, A., Kujala, H., Lentini, P. E., McCarthy, M. A., Tingley, R., Wintle, B. A. (2015). In my species distribution model fit for purpose? Matching data and models to applications. *Global Ecology and Biogeography*, 24, 276-292.
- Guisan, A. y Thuiller, W. (2005). Predicting species distribution: Offering more than simple habitat models. *Ecology letters*, 8, 993-1009.
- Guisan, A. y Zimmermann, N. E. (2000) Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecological Modelling*, 135, 147-186.
- Harrington, T. C., Fraedrich, S. W. & Aghayeva, D. N. (2008). *Raffaelea lauricola* a new ambrosia beetle symbiont and pathogen on the Lauraceae. *Mycotaxon*, 104,399–404.
- Hernández, M. B. (2009). Biología del barrenador pequeño del hueso del aguacate (*Conotrachelus perseae* Barber) en condiciones de laboratorio en Chapingo, Estado de México. [Tesis de maestría] Universidad Autónoma de Chapingo.
- Hernández, P. A., Graham, C. H., Master, L. L. y Albert D. L. (2006). The effect of sample size and species characteristics on performance of different species distribution modeling methods. *Ecography*, 29,773-785.
- Hijmans, R. J., y Graham, C. H. (2006). The ability of climate envelope models to predict the effect of climate change on species distributions. *Global Change Biology*, 12, 2272-2281.
- Hoddle, M.S. (2002). Oviposition biopreferences of *Scirtothrips perseae* Nakahara (Thysanoptera: Thripidae) in Southern California avocado orchards. *Pan-Pacific Entomologist*, 78(3), 177-183.
- Hu, J., y Jiang, Z. (2011) Climate change hastens the conservation urgency of an endangered ungulate. *Plos One*, 6(8), 1-9.
- Hulcr, J. y Dunn, R. R. (2011). The sudden emergence of pathogenicity in insect-

- fungus symbioses threatens native forest ecosystems. *Proceedings of the Royal Society of Biology*. 278, 2866-2873.
- Hulcr, J. y Stelinski, L. L. (2017). The ambrosia symbiosis: from evolutionary ecology to practical management. *Annual review of entomology*, 62, 285-303.
- INEGI (2009) *Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos*. Aramberri, Nuevo León. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e informática, México.
- IPPC. 2006 International Plant Protection Convention (IPPC). Norma Internacional para Medidas Fitosanitarias (NIMF) 8. Determinación de la Situación de una Plaga Área (1998). En línea <https://www.ippc.int/es/core-activities/standards-setting/ispms>.
- Johansen, N. R. M., Mojica, G. A., González, H. H., Valle, de la P. A. R., Castañeda, G. E. L., Ávila, Q. G., Sosa, T. C. M. (2019). Trips asociados con el aguacate en México. En Téliz, D. y Mora, A. (Eds.). *El Aguacate y su manejo integrado*. (pp. 146 – 151). Colegio de Postgraduados
- Jordal, B. H. (2015). Molecular phylogeny and biogeography of the weevil subfamily Platypodinae reveals evolutionarily conserved range patterns. *Molecular phylogenetics and evolution*, 92, 294-307.
- Juárez, B., Pérez-De La Cruz, A., Sánchez, S. S. y Capello, G. S. (2012). Fluctuación poblacional de *Xyleborus volvulus* (F.) (Coleoptera: Curculionidae) en localidades de Tabasco, México. *Acta zoológica Mexicana (nueva serie)* 28 (3), 540-549.
- Kalkvik, H. M., Stout, I. J., Doonan, T. J. y Parkinson, C. L. (2011). Investigating niche and lineage diversification in widely distributed taxa: phylogeography and ecological niche modeling of the *Peromyscus maniculatus* species group. *Ecography*, 34, 1-11.
- Kirkendall, L. R., Biedermann P. H. W. y Jordal, B. H. (2015). Evolution and Diversity of Bark and Ambrosia Beetles. En E. Vega y R. W. Hofstetter. (Ed.) *Bark beetles: Biology and Ecology of Native and Invasive Species*. (85-156). Academic Press.
- Kirkendall, L. R., Biedermann P. H. W., Jordal B. H. (2014). Evolution and Diversity of Bark and Ambrosia Beetles. Pp. 85-15 In: F. E. Vega & R. W. Hofstetter (Eds).

- Bark Beetles, biology, and ecology of native and invasive species. United States. Academic Press, London and San Diego.
- Kondo, T. y Muñoz, V. J. (2009). Biodiversidad de los insectos escama en el aguacate/palta en el mundo y su importancia cuarentenaria. En. Memoria del Tercer Congreso Latinoamericano del Aguacate. Colombia. 2-23.
- Laureano, A. B. (2022a). Scolytinae (Coleoptera: Curculionidae) asociados a trampas en huertos de aguacate en Coatepec Harinas, [Tesis de doctorado]. Estado de México. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo.
- Laureano-Ahuelicán, B., Romero-Napoles, J., González-Hernández, H., López-Buenfil, J. A., García-Ávila, C. de J. y Equihua-Martínez, A. (2022b). Diversidad de Scolytinae en huertos de aguacate en el Estado de México. *Southwestern Entomologist*, 47 (3), 691-698.
- Lázaro-Dzul, M. O., Equihua-Martínez, A., Romero-Nápoles, J., González-Hernández, H., Alvarado-Rosales, D., (2020). Diversity of Scolytinae (Coleoptera: Curculionidae) at Three Sites in the Central Avocado-Producing Region of Michoacán, Mexico.
- Li, W., y Guo, Q. E. C. (2011). Can we model the probability of the presence of species without absence data? *Ecography*, 34, 1096-1105.
- Llanderal D. L. L. y Ortega, H. A. (1990). Biología, hábitos e identificación del barrenador pequeño de la semilla del aguacate *Conotrachelus perseae* Barber en Ziracuatero, Michoacán. [Tesis de licenciatura]. Facultad de Agrobiología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Uruapan, Michoacán.
- Logan J. A. y Powell J. A. (2001). Ghost Forest, Global Warming, and the mountain pine beetle (Coleoptera: Scolytidae). *American entomologist*, 47, 160-173.
- Magurran, A. E. (1988). Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press. New Jersey, U.S.A. 179p.
- Mateo, R. G., Felicísimo, M. A. y Muñoz, J. (2011). Modelos de distribución de especies: Una revisión sintética. *Revista Chilena de Historia Natural*, 84, 217-240.
- Miller, D. R. y Davidson, J. A. (1990). A list of the armored scale insect pest. En: D. Rosen (Ed). *Armored scale insects, their biology, natural enemies, and control*.



- World Crop Pests, Vol. 4B. Elsevier. New York. pp. 299-306.
- Moran, J. P. y Goolsby, A. J. (2010). Biology of the armored scale *Rhizaspidiotus donacis* (Hemiptera: Diaspididae), a candidate agent for the biological control of giant reed. *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 103(2), 252-263.
- Moreno, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad 1ª Ed. Manuales y Tesis SEA. Zaragoza, España. 84p.
- Morrone, J. J. (2014) Biodiversidad de Curculionidea (Coleoptera) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 85, 312-324.
- Naoki, K., Gómez, M. I., López, R. P., Meneses, R. I. y Vargas, J. (2006). Comparación de modelos de distribución de especies para predecir la distribución potencial de vida silvestre en Bolivia. *Ecología en Bolivia*, 41(1), 65-78.
- Oberprieler, R. G., Marvaldi, A. E. y Anderson, R. S. (2007). Weevils, weevils, weevils everywhere. *Zootaxa*. 1668, 491-520.
- Pearson R. G., Raxworthy C. J., Nakamura M., y Peterson A. T., (2007). Predicting species distributions from small numbers of occurrence records: A test case cryptic geckos in Madagascar. *Journal of Biogeography*, 34: 102-117.
- Pérez-De la Cruz, M. Hernández-May, M.A., De la Cruz-Pérez, A. y Sánchez-Saul, S. (2016). Scolytinae y Platypodinae (Coleoptera: Curculionidae) de dos áreas de conservación en Tabasco, Mexico, *Revista de Biología Tropical*, 64(1), 335-342.
- Pérez-De la Cruz, M., Equihua-Martínez, A., Romero-Napoles, 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*, 80,779-791.
- Pérez-De la Cruz, M., Hernández-Mayl, M. A., De la Cruz-Pérez y Sánchez-Soto, S. (2015). Scolytinae y Platypodinae (Coleoptera: Curculionidae) de dos áreas de conservación en Tabasco, México. *Revista de Biología Tropical*, 64 (1), 319-326.
- Pérez-De la Cruz, M., Valdéz-Carrasco, J. M., Romero-Nápoles, J., Equihua-Martínez, A., Sánchez-Soto, S. y De la Cruz-Pérez, A. (2011). Fluctuación poblacional, plantas huéspedes, distribución y clave para la identificación de Platypodinae (Coleoptera:Curculionidae) asociados al agroecosistema cacao en Tabasco, México. *Acta Zoologica Mexicana*, (n.s.), 27 (1), 129-143.

- Pérez-Silva, M., Equihua-Martínez, A. Estrada-Venegas, E. G., Muñoz-Viveros, A. L., Valdéz-Carrasco, J. M., Sánchez-Escudero, J. y Atkinson, T. H. (2015). Sinopsis de especies mexicanas del género *Xyleborus* Eichhoff, 1864 (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae). *Acta Zoológica Mexicana*, 31(2),239-250.
- Pérez-Silva, M., Equihua-Martínez, A., Atkinson, T. H., Romero-Nápoles, J. y López-Buenfil, J. A. (2021). Claves ilustradas para la identificación de géneros y especies de la tribu Xyleborini (Curculionidae: Scolytinae) de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 92, 1-39.
- Pérez-Silva, M., Equihua-Martínez, A., Romero-Nápoles, J., Obdulia-Segura, L. L., Atkinson, T.H., (2020). New distribution and host plant records of Xyleborini (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae in Mexico. *The Coleopteris Bulletin*, 74(4), 860-868.
- Peterson, A. T., Soberón, J., Pearson, R. G., Anderson, R. P., Martínez-Meyer, E., Nakamura, M., y Araujo, M. B. (2011). *Ecological niches and geographic distributions*. Princeton, N. J. Princeton University Press.
- Phillips, S. J., Dudík, M., y Schapire, R. E. (2023, 12 de marzo). Maxent (Version 3.4.4) [Software]. [http://biodiversityinformatics.amnh.org/open\\_source/maxent/](http://biodiversityinformatics.amnh.org/open_source/maxent/)
- Phillips, S. J. y Dudík, M. (2008). Modeling species of distributions whit Maxent: New extensions and comprehensive evaluation. *Ecography*, 31, 161-175.
- Phillips, S. J., Anderson, R. P. y Schapire, R. E. (2006). Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*, 190,231-259.
- Pulgarín, D. J. A. (2012). Scolytinae (Coleóptera: Curculionidae) asociados a dos maderas en un bosque muy húmedo premontano (Antioquia, Colombia). *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 65, 6459-6466.
- Quezada-García, R., Jiménez-Sánchez, E., Equihua-Martínez, A., & Padilla-Ramírez, J. (2014). Escolítinos y platipodinos (Coleoptera: Curculionidae) atraídos a trampas tipo NTP-80 en Zapotitlán de las Salinas, Puebla, México. *Acta Zoológica Mexicana*. 30(3), 625-636.
- Ramírez-Dávila, J. F., Solares-Alonso, V. M., Figueroa-Figueroa, D. K. y Sánchez-Pale, J. R. (2013). Comportamiento espacial de trips (Insecta: Thysanoptera), en plantaciones comerciales de aguacate (*Persea americana* Mill), en Zitácuaro,

- Michoacán, México). *Acta Zoológica Mexicana*, 29 (3), 545-562.
- Rangel, R., Pérez, M., Sánchez, S. & Capello, S. (2012). Fluctuación poblacional de *Xyleborus ferrugineus* y *X. affinis* (Coleoptera:Curculionidae) en ecosistemas de Tabasco, México. *Revista de Biología Tropical*, 60(4), 1577-1588.
- Rodríguez, O. R. y Barrios, H. (2017). Diversidad, distribución vertical y temporal de los escarabajos ambrosiales Platypodinae (Coleoptera: Curculionidae) en la Isla de Barro Colorado, Panamá. *Scientia*, 27(2), 69-85.
- Rodríguez-Rivas, A., Díaz-Ramos, S. G., Contreras-Quiñones, H. J., Barrientos-Ramírez, L. Escoto-García, T., Equihua-Martínez, A. (2018). Registro de escarabajos descortezadores (Curculionidae: Scolytinae) en el Bosque La Primavera, Jalisco. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 9 (48), 135-149.
- Romero, P., Ibarra-Juárez, L. A., Carrillo, D., Guerrero-Analco, J. A., Kendra, P. E., Kiel-Martínez, A. L. y Guillén L. (2022). Electroantennographic responses of wild and laboratory-reared females of *Xyleborus affinis* Eichhoff and *Xyleborus ferrugineus* (Fabricius)(Coleoptera:Curculionidae:Scolytinae) to ethanol and bark volatiles of three host-plant species. *Insects*, 13 (7), 655. <https://doi.org/10.3390/insects13070655>
- Romero-Nápoles, J., Anaya, R. S., Equihua, M. A. y Mejia, G H. (1996). Catálogo de insectos de la Colección del Instituto de Fitosanidad. Colegio de Postgraduados, Montecillo. 786.
- Saquicela, C. J. E. (2010) Análisis preliminar de riqueza y diversidad de lepidópteros en dos unidades de vegetación andina de la cuenca alta y media de Río Paute [Tesis de Licenciatura] Universidad de la Cuenca. Cuenca, Ecuador.
- SENASICA (Servicio Nacional de Sanidad Inocuidad y Calidad Agroalimentaria). (2018). Manual de identificación de las principales plagas del aguacate en México. Tecámac, México.
- SENASICA (Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria). (2020). Manejo Fitosanitario de los ambrosiales. Disponible en: <https://www.gob.mx/senasica/documentos/manejo-fitosanitario-de-los-ambrosiales-?state=published> Consultado el 11/11/2023
- SENASICA-DGSV. (2016 a) Barrenador de ramas y tronco del aguacate (*Copturus*

- aguacate* Kissinger, 1957) Servicio Nacional de Sanidad Inocuidad y Calidad Agroalimentaria-Dirección General de Sanidad Vegetal – Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria. Grupo especialista Fitosanitario. Ficha Técnica. Tecámac, México. 12 p.
- SENASICA-DGSV. (2016 b) Barrenador grande de la semilla del aguacate, *Heilipus lauri* Boheman. (Coleoptera: Curculionidae). Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria-Dirección General de Sanidad Vegetal – Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria. Grupo Especialista Fitosanitario. Tecámaca, México. Ficha Técnica. 10 p.
- SIAP (2023). Cierre de la producción agrícola. Anuario estadístico de la producción agrícola. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. México <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>
- SIAP (2024). Cierre de la Producción agrícola. Anuario estadístico de la producción agrícola. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. México. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>
- Soto, A., Orengo, L. y Estrela, A., (2002). Estudio de poblaciones de insectos escolítidos (Coleoptera: Scolytinae) en las masas de *Pinus halepensis* Miller del Parque Natural del Montgó (Alicante). Boletín de Sanidad Vegetal-Plagas, 28, 445-456.
- Soto, H. M., García, O. y Carbajal, C. (2013). Fauna de Curculionidae (Coleoptera), en huertas de aguacate Hass (*Persea americana* Mill) en Xalisco, Nayarit. Dugesiana, 20(2).93-98.
- Tang, J., Li, J., Lu, F. y Baogian, L. (2019) Potential distribution of an invasive pest *Euplatypus parallelus* in China as predicted by Maxent. Pest Management Science. 75, 1630-1637.
- Tang, J., Li, J., Lu, H., Lu, F. y Baoqian, L. (2018). Potential distribution of an invasive pest, *Euplatypus parallelus*, in China as predicted by Maxent. *Pest Management Science*, 75, 1630- 1637.
- Téliz, O. D. y Mora, A. G. (2007). El aguacate y su manejo integrado. 2da edición. Mundi Prensa México. México, D. F. 320 p.
- Tripplehorn C. y Johnson, N. (2005). Borror and DeLong's Introduction to the study of

- insects 7<sup>th</sup> Editions. Brooks Cole United States. 880 p.
- Vázquez M. L. L., Rodríguez, P. M. y Zorrilla, M. A. (2003). Lista de escolítidos (Coleoptera) de Cuba y sus plantas hospederas. *Fitosanidad*, 7:17-21
- Vega, R.D., (2017). Diversidad de Scolytinae (Coleoptera:Curculionidae) de dos comunidades áridas de Baja California Sur. (Tesis de Maestría). Centro de Investigaciones Biológicas del Noreste, S.C. Repositorio Institucional. [https://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1001/435/1/vega\\_d.pdf](https://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1001/435/1/vega_d.pdf)
- Wilson, K. A., Westphal, M. I., Possingham, H. P. y Elith, J. (2005). Sensitivity of conservation planning to different approaches to using predicted species distribution data. *Biological Conservation*, 122:99-112.
- Wilting, A., Cord A., Hearn A. J., Hesse D., Mohamed A., Traeholdt C., Cheyne S. M., Sunarto S., Jayasilan M. A., Ross J., Shapiro A. C., Sebastian A., Desch S., Breitenmoser C., Sanderson J., Duckworth J. W. y Hofer H., (2010) Modelling the species distribution of flat-headed cats (*Prionailurus planiceps*) an endangered South-East Asian small felid. *Plos One*, 5(3) 1- 18.
- Wood, S. L. (2007). Bark and ambrosia beetles of South America (Coleoptera: Scolytidae) Monte L. Bean Science Museum. Provo, Utah: 1-900.
- Wood, S. L. y Bright D. E. (1992a) A catalog of Scolytidae and Platypodidae (Coleoptera), Part 2. Taxonomic Index. *Great Basin Naturalist Memoris*, 13, 1-833.
- Wood, S. L. y Bright D. E. (1992b) A catalog of Scolytidae and Platypodidae (Coleoptera), Part 2. Taxonomic Index. *Great Basin Naturalist Memoris*, 13, 835-1553.
- Wood, S. L. y Bright, D. E. (1992c). A catalog of Scolytidae and Platypodidae (Coleoptera), Part 2: Taxonomic Index. *Great Basin Naturalist Memoris*, 13: 1-1553.
- Wood, S.L. (1982). The bark and ambrosia beetles of North and Central America (Coleoptera: Scolytidae), a taxonomic monograph. *Great Basin Nat. Mem.* 6,1-1356.
- Zanuncio, A. J. V., Pastori, P.L., Kirkendall, L. R., Lino-Neto, J., Serráo, J. E. y Zanuncio, J. C. (2010). *Megaplatypus mutatus* (Chapuis) (Coleoptera: Curculionidae: Platypodinae) attacks hybrid *Eucalyptus* L' Heritier De Brutelle

clones in Southern Espirito Santo, Brazil. *The Coleopteris Bulletin*, 64(1), 81-83.