



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Cd. Victoria



Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria

División de Estudios de Posgrado e Investigación

TESIS

**"BIOLOGÍA, ABUNDANCIA TEMPORAL Y DAÑO ECONÓMICO DEL
PICUDO *Rhyssomatus nigerrimus* Fahraeus, 1837
(CURCULIONIDAE, MOLYTINAE, CLEOGONINI)"**

presentada por

M.C. FILIBERTO MARTÍNEZ LARA

como requisito para la obtención del grado de
Doctor en Ciencias en Biología

Director de tesis

DR. AUSENCIO AZUARA DOMÍNGUEZ

Codirectora de tesis

DRA. MA. DE LA LUZ VÁZQUEZ SAUCEDA

Ciudad Victoria, Tamaulipas, México. Mayo de 2025.



Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria
Subdirección Académica
División de Estudios de Posgrado e Investigación

Cd. Victoria, Tamaulipas, **06/mayo/2025**

Asunto: Carta de originalidad

C. LUDIVINA BARRIENTOS LOZANO
Coordinadora del Doctorado en Ciencias en Biología
PRESENTE

Por medio del presente se le informa, que después de haber realizado un contraste entre los trabajos publicados en internet y la tesis "**Biología, abundancia temporal y daño económico del picudo *Rhyssomatus nigerrimus* Fahraeus, 1837 (Curculionidae, Molytinae, Cleogonini)**", desarrollada por el estudiante **FILIBERTO MARTÍNEZ LARA** con número de control **G-19380016**, se encontró que el trabajo presenta un **13 %** de contenido similar a otros textos, producto del análisis desarrollado utilizando el software Turnitin.

Dado que el límite máximo acordado por el claustro doctoral del **Doctorado en Ciencias en Biología** es del 25% se extiende la presente **CARTA DE ORIGINALIDAD** en Ciudad Victoria Tamaulipas, a los 8 días del mes de mayo de 2025.

Anexo se encuentra el reporte de similitud realizado al documento de tesis previamente mencionado con el objetivo de que emita la constancia de originalidad correspondiente.

ATENTAMENTE
Excelencia en Educación Tecnológica®
"Verdad, Honestidad y Servicio"

C. AUSENCIO AZUARA DOMÍNGUEZ
Directora de Tesis

ccp.- Expediente

Vo.Bo.

C. JESÚS GARCÍA JIMÉNEZ
Presidente Claustro Doctorado en C. en Biología



2025
Año de
La Mujer Indígena

Bld. Emilio Portes Gil No. 1301, C.P. 87010 Cd.
Victoria, Tamaulipas Tel. (834) 153-2000, Ext. 180
e-mail: dir.cd victoria@tecnm.mx
tecnm.mx | cd victoria.tecnm.mx



Posgrado
M00-PM-AUT-INT- TESIS F03



Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria
Subdirección Académica
División de Estudios de Posgrado e Investigación

Cd. Victoria, Tamaulipas, 06/mayo/2025

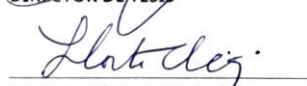
Asunto: Carta de autorización de impresión de tesis

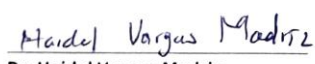
C. Dra. Adriana Mexicano Santoyo
Jefe de la División de Estudios de Posgrado e Investigación
Presente

Como miembros del Comité Tutorial del estudiante **FILIBERTO MARTÍNEZ LARA** del programa de **DOCTORADO EN C. EN BIOLOGÍA** con Número de Control **G-19380016**, certificamos que después de haber sometido a revisión académica la tesis titulada: "**Biología, abundancia temporal y daño económico del picudo *Rhyssomatus nigerrimus* Fahraeus, 1837 (Curculionidae, Molytinae, Cleogonini)**", que fue dirigida por EL C. **DR. AUSENCIO AZAUARA DOMÍNGUEZ** y codirigida por la C. **MARÍA DE LA LUZ VÁZQUEZ SAUCEDA**, acordamos la **ACEPTACIÓN** del documento para obtener el grado de **DOCTOR EN C. EN BIOLOGÍA**, dado que cumple con los criterios expresados en los lineamientos para la Operación de Estudios de Posgrado del Tecnológico Nacional de México.

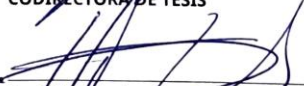
ATENTAMENTE
Comité Tutorial
Excelencia en Educación Tecnológica®
"Verdad, Honestidad y Servicio"


Dr. Ausencio Azuara Domínguez
DIRECTOR DE TESIS


Dr. Jorge Víctor Horta Veja
TUTOR 1


Dr. Haidel Vargas Madriz
TUTOR 3


Dra. María de la Luz Vázquez Saucedo
CODIRECTORA DE TESIS


Dr. Othón Javier González Gaona
TUTOR 2


Dr. Jorge Homero Rodríguez Castro
TUTOR 4

c.c.p. Coordinación de Doctorado en C. en Biología



2025
Año de
La Mujer
Indígena

Bld. Emilio Portes Gil No. 1301, C.P. 87010 Cd.
Victoria, Tamaulipas Tel. (834) 153 2000, Ext. 180
e-mail: dir_cdvictoria@tecnm.mx
tecnm.mx | cdvictoria.tecnm.mx



Posgrado
M00-PM-AUT-IMT-TESIS-F04



Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria
Subdirección Académica
División de Estudios de Posgrado e Investigación

Cd. Victoria, Tamaulipas, **06/mayo/2025**
Asunto: Carta de Cesión de Derechos

En Cd. Victoria, Tamaulipas, a **06 de mayo de 2025**, el que suscribe, **FILIBERTO MARTÍNEZ LARA**, estudiante del programa de **DOCTORADO EN CIENCIAS EN BIOLOGÍA** del Instituto Tecnológico de Cd. Victoria, con número de control **G-19380016**, manifiesto que soy autor intelectual de la presente tesis, la cual fue dirigida por el **DR. AUSENCIO AZUARA DOMÍNGUEZ** y Codirigida por la **DRA. MARÍA DE LA LUZ VÁZQUEZ SAUCEDA**, cedo íntegramente los derechos del trabajo de tesis titulado "**Biología, abundancia temporal y daño económico del picudo *Rhyssomatus nigerrimus* Fahraeus, 1837 (Curculionidae, Molytinae, Cleogonini)**" al Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Cd. Victoria para su uso con fines académicos y de investigación.

Los usuarios pueden consultar y reproducir el contenido para todos los usos que tengan finalidad académica siempre y cuando sea citada la fuente de información.

FILIBERTO MARTÍNEZ LARA



Bldv. Emilio Portes Gil No. 1301, C.P. 87010 Cd.
Victoria, Tamaulipas Tel. (834) 153-2000, Ext. 180
e-mail: dir_cd victoria@tecnm.mx
tecnm.mx | cd victoria.tecnm.mx



Posgrado
M00-PM-AUT_IMT_TESIS-F08



Educación
Secretaría de Educación Pública



Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria
Subdirección Académica
División de Estudios de Posgrado e Investigación

Cd. Victoria, Tamaulipas, 26/mayo/2025

OFICIO No: DEPI-108/2025
Asunto: Autorización de impresión de tesis

FILIBERTO MARTÍNEZ LARA
Candidato al Grado de Doctor en Ciencias en Biología
No. Control: G-19380016
Presente

Por recomendación de su H. Comité Tutorial, se le **AUTORIZA** imprimir y reproducir digitalmente la Tesis: "**BIOLOGÍA, ABUNDANCIA TEMPORAL Y DAÑO ECONÓMICO DEL PICUDO *Rhyssomatus nigerrimus Fahraeus*, 1837 (CURCULIONIDAE, MOLTINAE, CLEOGONINI)**", que tuvo a bien desarrollar en la División de Estudios de Posgrado e Investigación de este instituto.

ATENTAMENTE
Excelencia en Educación Tecnológica®
"Verdad, Honestidad y Servicio"

ADRIANA MEXICANO SANTOYO
JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN



C.c. p. Archivo



2025
Año de
La Mujer
Indígena

Bld. Emilio Portes Gil No. 1301, C.P. 87010 Cd. Victoria, Tamaulipas Tel. (834) 153-2000, Ext. 325
e-mail: dposgrado@cdvictoria.tecnm.mx
tecnm.mx | cdvictoria.tecnm.mx



Posgrado
M00-PM-AUT_IMT_TESIS-F07

Ciudad Victoria, Tamaulipas, México. Mayo de 2025.

Dedicatoria

A mi familia

Por estar, ser y formar un ambiente agradable en mi entorno, que dio aliento y ánimos para concluir estos estudios.

A mis amigos

Gracias por sus buenos deseos, bendiciones y sus palabras, cuando más las necesitaba, para seguir adelante.

Ciudad Victoria, Tamaulipas, México. Mayo de 2025.

Agradecimientos

Agradezco al Tecnológico de Ciudad Victoria, en particular a la División de Estudios de Posgrado, por aceptarme y abrirme las puertas de su comunidad científica para cursar el Doctorado en Ciencias en Biología.

Mi sincero agradecimiento a la plantilla doctoral, quienes generosamente compartieron sus conocimientos, los cuales han sido fundamentales para mi nueva etapa profesional.

Al Dr. Ausencio Azuara Domínguez, le expreso mi gratitud por motivarme a seguir adelante en esta etapa de mi vida, y especialmente por su constante seguimiento y asesoría, que fueron cruciales para culminar este proceso.

A la Dra. María de la Luz Vázquez Saucedo, gracias por brindarme la oportunidad de ser parte de su grupo de estudiantes y por orientarme cada día para mejorar en todo lo que hago.

Al Dr. Othón J. González Gaona, agradezco su amistad y apoyo académico a lo largo de mi estancia en el Doctorado.

Al Dr. Jorge Víctor Horta Vega, le agradezco profundamente por sus atenciones, colaboración y apoyo, así como por formar parte integral de mi formación académica.

Al Dr. Haidel Vargas Madriz, le expreso mi gratitud por sus valiosos consejos y paciencia, que me permitieron culminar con éxito mi estudio.

Agradezco al CONACHYT por haberme otorgado la beca como apoyo durante mi estancia en el programa de estudios.

También, extendiendo mi agradecimiento al M.C. Jorge San Juan Lara por su fundamental contribución en la coordinación logística, en el diseño y establecimiento de experimentos y por su gran desempeño en la recolección y registro de datos en campo, los cuales fueron esenciales para el desarrollo y éxito de este trabajo de tesis, ¡Mil gracias!

Ciudad Victoria, Tamaulipas, México. Mayo de 2025.

RESUMEN

El trabajo de tesis doctoral se centró en el análisis del picudo *Rhyssomatus nigerrimus* Fahraeus, 1837 (Coleoptera: Curculionidae, Molytinae, Cleogonini), un insecto plaga que representa una amenaza significativa para el cultivo de soya (*Glycine max* L. Merrill) en México, debido a las pérdidas económicas que ocasiona.

La investigación se desarrolló en dos fases. En la primera fase, se documentó la distribución de larvas, pupas y adultos en el suelo de las zonas productoras de soya en Tamaulipas. Las muestras se recolectaron a diferentes profundidades (10, 20 y 30 cm) en tres ranchos ubicados en el municipio de Altamira, Tamaulipas. Los resultados mostraron que la mayor concentración de pupas y adultos se encuentra a 10 cm de profundidad, lo cual concuerda con estudios previos sobre otros curculiónidos. Además, se determinó que la emergencia de los adultos ocurre entre junio y noviembre, con un pico en septiembre, lo que sugiere una única generación anual estrechamente vinculada con el ciclo agrícola del cultivo de soya en la región.

La segunda fase del estudio proporcionó una descripción detallada de los estados de huevo, larva, pupa y adulto. Los huevos son ovales y cilíndricos, con una duración embrionaria de 4 días. Las larvas atraviesan cinco estadios, con un desarrollo total de 6 a 7 días. La fase pupal tiene una duración de 34 días, precedida por un período prepupal de aproximadamente cuatro meses, durante el cual la larva se prepara para la metamorfosis. Los adultos, que miden entre 3.7 y 5.2 mm, presentan un cuerpo oval y rasgos morfológicos distintivos.

Estos hallazgos son fundamentales para el desarrollo de estrategias de manejo más efectivas y sostenibles para controlar esta plaga, al proporcionar información detallada sobre su biología y ciclos de vida. Se recomienda que futuras investigaciones se enfoquen en la interacción de *R. nigerrimus* con su entorno edáfico, incluyendo el impacto de prácticas agrícolas como la labranza, así como el desarrollo de agentes de control biológico específicos que puedan integrarse en programas de manejo integrado de plagas. Además, sería valioso explorar cómo las condiciones climáticas influyen en la distribución y supervivencia de las distintas fases del insecto, lo que permitiría ajustar los calendarios de control para maximizar la eficacia de las intervenciones.

PALABRAS CLAVE: soya, hibernación, estadios, instares, ciclo biológico.

ABSTRACT

The doctoral thesis focused on the analysis of the weevil *Rhyssomatus nigerrimus* Fahraeus, 1837 (Coleoptera: Curculionidae, Molytinae, Cleogonini), an insect that poses a significant threat to soybean (*Glycine max* L. Merrill) cultivation in Mexico due to the economic losses it causes. The research was conducted in two phases. In the first phase, the distribution of larvae, pupae, and adults in the soil of soybean-producing areas in Tamaulipas was documented. Samples were taken at different soil depths (10, 20, and 30 cm) in three farms located in the municipality of Altamira, Tamaulipas. The results showed that the highest concentration of pupae and adults was found at 10 cm depth, which is consistent with previous studies on other curculionids. Additionally, it was determined that adult emergence occurs between June and November, peaking in September, suggesting a single annual generation closely linked to the soybean agricultural cycle in the region.

The second phase provided a detailed description of the egg, larval, pupal, and adult stages of *R. nigerrimus*. The eggs are oval and cylindrical, with an embryonic duration of 4 days. The larvae, which go through five instars, have a total development time of 6 to 7 days. The pupal stage lasts 34 days, preceded by a prepupal period of four months, during which the larva prepares for metamorphosis. The adults, measuring between 3.7 and 5.2 mm, have an oval body and distinctive morphological characteristics.

These findings are crucial for developing more effective and sustainable management strategies to control this pest, providing detailed information on its biology and life cycles. Future research should focus on the interaction of *R. nigerrimus* with its edaphic environment, including the impact of agricultural practices such as tillage, as well as the development of specific biological control methods that can be integrated into integrated pest management programs. Additionally, it would be valuable to explore how climatic conditions influence the distribution and survival of the different developmental stages of this insect, which could allow for adjustments in the control calendar to maximize the effectiveness of intervention.

KEY WORDS: Soybean, hibernation, stages, instars, biological cycle.

Ciudad Victoria, Tamaulipas, México. Mayo de 2025.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	8
ABSTRACT	9
TABLA DE CONTENIDO	10
LISTA DE FIGURAS	11
CAPÍTULO 1	13
INTRODUCCIÓN	13
Descripción de las especies del género <i>Rhyssomatus</i>	15
OBJETIVO GENERAL.....	17
Objetivos específicos	17
CAPÍTULO 2	19
Descripción de <i>Rhyssomatus nigerrimus</i> Fahraeus, 1837	19
Distribución de <i>Rhyssomatus nigerrimus</i> Fahraeus, 1837.....	31
Moléculas de olor liberadas por el daño del picudo <i>Rhyssomatus nigerrimus</i> Fahraeus, 1837 a la planta de soya.....	33
Dimorfismo y proporción sexual de <i>Rhyssomatus nigerrimus</i> Fahraeus, 1837	34
Control biológico del picudo <i>Rhyssomatus nigerrimus</i>	36
Capítulo 3	39
METODOLOGÍA	39
CAPÍTULO 4.....	43
RESULTADOS.....	43
CAPÍTULO 5.....	55
CONCLUSIONES	55
REFERENCIAS.....	57
MARCO TEORICO.....	57
CAPITULO II	60

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 Adulto del picudo de la soya <i>Rhyssomatus nigerrimus</i> Fahraeus, 1837.....	18
Figura 2.2 Huevo del picudo de la soya <i>Rhyssomatus nigerrimus</i> Fahraeus, 1837.....	19
Figura 2.3 Larva del picudo de la soya <i>Rhyssomatus nigerrimus</i> Fahraeus, 1837.	20
Figura 2.4. Pupa del picudo de la soya <i>Rhyssomatus nigerrimus</i> Fahraeus, 1837.....	21
Figura 2.5 Plántula de soya <i>Glycine max</i> L. Merrill (A) y adulto del picudo <i>Rhyssomatus nigerrimus</i> Fahraeus, 1837 (B).	22
Figura 2.6 Proceso de copulación de los adultos del picudo <i>Rhyssomatus nigerrimus</i> Fahraeus, 1837 sobre las vainas de la planta de soya.	23
Figura 2.7 La hembra realiza un orificio (A), oviposita un huevo (B) y coloca una película de cera para sellar al orificio (C).	24
Figura 2.8 Larva alimentándose del grano (A), larvas presentes en una vaina (B) y daño económico causado por las larvas y otro patógenos en las vainas de soya (C)..	25
Figura 2.9 Plantas de soya con vainas dañadas (A), patrón de daño en las vainas (B) y ultimo estadio larval del picudo <i>Rhyssomatus nigerrimus</i> Fahraeus, 1837 (C).....	26
Figura 2.10 Registro de larvas (G), pupas (F) y adultos (D) del picudo <i>Rhyssomatus nigerrimus</i> Fahraeus, 1837 a 30 (A), 40 (B) y 50 cm de profundidad (C).	27
Figura 2.11 Mapa de ubicación de la presencia y distribución del picudo de la soya <i>Rhyssomatus nigerrimus</i> Fahraeus, 1837.....	29
Figura 2.12 Caracteres sexuales secundarios y genitalia de <i>Rhyssomatus nigerrimus</i> . A, vista lateral del rostrum de la hembra. B, rostrum del macho. C, tibia anterior de la hembra; m, mucro; pm, premucro. D, tibia anterior del macho. E, esternones abdominales de la hembra. F, esternones del macho. G, espermateca .H, genetlica masculina en vist dorsal, lateral y ventral; ae, apodemas del edeago: at, apodema del tegmen: ed, edeago; es, espícula; p, parámetros: t, tegmen.....	¡Error! l

No se encuentran elementos de tabla de ilustraciones.

Capítulo 1

INTRODUCCIÓN

El picudo *Rhyssomatus nigerrimus* Fahraeus, 1837 (Coleoptera: Curculionidae, Molytinae, Cleogonini) es una plaga agrícola de importancia en el cultivo de soya (*Glycine max* L. Merrill), con un impacto económico considerable en regiones productoras de México, como Tamaulipas y Chiapas. Este insecto causa daños directos al alimentarse de las vainas y brotes tiernos de la planta, y daños indirectos que afectan tanto el rendimiento como la calidad del cultivo (López-Guillén et al., 2012; Terán-Vargas & López-Guillén, 2014). Aunque se han realizado algunos estudios que documentan su comportamiento, distribución y ciclo de vida, persisten importantes vacíos de conocimiento que limitan el desarrollo de estrategias de manejo efectivas (Hernández-López et al., 2015; Gómez-Pérez et al., 2017).

La falta de información detallada sobre aspectos claves, como la distribución vertical y la emergencia del picudo desde el suelo a lo largo del ciclo del cultivo de soya, representa un desafío considerable para su manejo. Si bien se conoce que los adultos emergen con la llegada de las lluvias, aun no se han realizado estudios exhaustivos que detallen cómo y cuándo ocurre exactamente esta emergencia (Martínez-Fuentes et al., 2013). Esta información es crucial para determinar los momentos óptimos de intervención para reducir la infestación y minimizar el daño a los cultivos (Ramírez-López & Sánchez-Torres, 2016).

Por otro lado, aunque se conoce algunos aspectos generales del ciclo biológico del picudo, aún falta una descripción detallada y sistemática que incluya todas las etapas de desarrollo, así como su correlación con los diferentes estados fenológicos de la soya (García-Gutiérrez et al., 2014). Esta carencia de información limita la capacidad de predecir los períodos de mayor riesgo y de implementar estrategias de manejo que sean realmente efectivas (Soto-Ríos et al., 2018).

Aunque el daño económico causado por *R. nigerrimus* es reconocido, no se dispone de datos precisos sobre la magnitud de las pérdidas económicas que ocasiona esta plaga (López-Guillén et al., 2012). La falta de estudios que cuantifiquen de manera rigurosa el impacto económico limita la justificación de las inversiones en programas de manejo y control, así como dificulta la adopción de medidas de mitigación por parte de los agricultores (Martínez-Fuentes et al., 2013).

Por lo que, este trabajo de tesis doctoral se enfocó en abordar las lagunas de conocimiento existentes mediante la descripción detallada de la biología y la abundancia temporal del picudo *R. nigerrimus* Fahraeus, 1837, y la cuantificación del daño económico que causa en el cultivo de soya y en otros hospederos. Con un enfoque en la distribución vertical, la emergencia desde el suelo y la descripción de su ciclo de vida, se aporta información valiosa para mejorar las estrategias de manejo y control de esta plaga, minimizando así las pérdidas económicas y aumentando la sostenibilidad de la producción de soya en las regiones afectadas.

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Descripción de las especies del género *Rhyssomatus*

El género *Rhyssomatus*, que abarca un total de 176 especies según el estudio clásico de O'Brien y Wibmer (1982), es un grupo de insectos ampliamente distribuido en el continente americano. De estas especies, 48 se han registrado en las regiones centro y norte de América, mientras que la mayoría, 133 especies, se encuentran en la zona sur, especialmente en áreas tropicales y subtropicales (O'Brien & Wibmer, 1982). La distribución geográfica de *Rhyssomatus* sugiere una adaptación a diversos climas y ecosistemas, lo que podría estar relacionado con la amplia diversidad de plantas hospederas que utilizan en su ciclo de vida.

La relevancia agrícola de algunas especies de *Rhyssomatus* es notable, ya que afectan a plantas de gran importancia económica. Estas especies se alimentan principalmente de plantas pertenecientes a las familias Fabaceae, Apocynaceae (anteriormente Asclepiadaceae), Asteraceae, Myrtaceae y Convolvulaceae, las cuales incluyen cultivos esenciales tanto para la alimentación humana como para la producción de otros bienes

agrícolas (Marshall, 1929; Da Costa Lima, 1956; Bondar, 1942; Lanteri et al., 2002). La alimentación de estos insectos no solo afecta la salud y el rendimiento de las plantas, sino que también puede tener consecuencias a largo plazo en los ecosistemas agrícolas al alterar la dinámica poblacional de los insectos plaga y control biológico de estos.

El ciclo de vida de las especies del género *Rhyssomatus* agrega otra capa de complejidad a su manejo en la agricultura. Las larvas se desarrollan dentro de los frutos de sus plantas hospederas, donde se alimentan hasta completar su desarrollo larval (Terán-Vargas y López-Guillén 2014). Posteriormente, las larvas se desplazan al suelo, donde completan su metamorfosis y emergen como adultos (Terán-Vargas y López-Guillén 2014). Este comportamiento, que incluye una fase subterránea, puede hacer que las prácticas de control sean más difíciles, ya que las larvas están protegidas dentro del fruto y el suelo, fuera del alcance de muchos métodos convencionales de control (Bondar, 1942). Además, la dispersión de adultos emergentes puede llevar a una rápida colonización de nuevas áreas, lo que agrava su impacto agrícola.

Rhyssomatus nigerrimus Fahraeus, 1837 (Curculionidae: Molytinae: Cleogonini) ocasiona pérdidas económicas en la soya (*Glycine max* (L.) Merr.) en México. Debido a esto, es conveniente conocer donde sobrevive en ausencia del hospedero y es fundamental saber cuándo arriba en el cultivo. Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue documentar la distribución de la larva, pupa y del adulto en el suelo, y registrar el período de emergencia los adultos en la zona productora de soya del estado de Tamaulipas, México. Las larvas, pupas y adultos fueron muestreados a 10, 20, y 30 cm de la superficie del suelo en tres ranchos productores de soya. En estos mismos sitios, los adultos fueron registrados al emerger del suelo con la ayuda de trampas de emergencia de 2 x 2 x 1 m. La larva, pupa y el adulto de *R. nigerrimus* se registraron a 10, 20 y 30 cm de la superficie del suelo. No obstante, las pupas y los adultos fueron registrados en mayor cantidad a 10 cm. En el suelo, la pupa fue registrada de febrero a mayo, la larva de enero a marzo y el adulto de marzo a noviembre. Los adultos emergieron del suelo de junio a noviembre. Con base en el resultado obtenido se puede decir que el picudo *R. nigerrimus* tiene una sola generación por año y dos fases de desarrollo: una activa, que ocurre en presencia del cultivo de soya, y otra latente o en dormancia, que ocurre en el suelo.

1.2 OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Describir la biología y la abundancia temporal del picudo *Rhyssomatus nigerrimus* Fahraeus, 1837, así como cuantificar el daño económico que causa en el cultivo de soya.

Objetivos específicos

Capítulo II

Distribución Subterránea y Emergencia Estacional del Suelo de los Adultos de *Rhyssomatus nigerrimus*¹ Fahraeus, 1837

- 1) Registrar la distribución vertical y emergencia del suelo del picudo *Rhyssomatus nigerrimus* Fahraeus, 1837 (Curculionidae, Molytinae, Cleogonini).

Ciudad Victoria, Tamaulipas, México. Mayo de 2025.

Capítulo III

Ciclo de vida y descripción del daño de *Rhyssomatus nigerrimus*¹ Fahraeus, 1837 (Curculionidae: Molytinae: Cleogonini) en el cultivo de soya.

- 1) Describir el ciclo de vida y el patrón de daño del picudo *Rhyssomatus nigerrimus* Fahraeus, 1837 en el cultivo de soya.

1.3 JUSTIFICACIÓN

Rhyssomatus nigerrimus Fahraeus, 1837 (Curculionidae: Molytinae: Cleogonini) ocasiona pérdidas económicas en la soya (*Glycine max* (L.) Merr.) en México. Debido a esto, es conveniente conocer donde sobrevive en ausencia del hospedero y es fundamental saber cuándo arriba en el cultivo. Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue documentar la distribución de la larva, pupa y del adulto en el suelo, y registrar el período de emergencia los adultos en la zona productora de soya del estado de Tamaulipas, México. De igual manera describir los estados de huevo, larva, pupa y adulto de *R. nigerrimus*.

Capítulo 2

MARCO TEÓRICO

2.1 MARCO TEORICO

Descripción de *Rhyssomatus nigerrimus* Fahraeus, 1837

Adulto

R. nigerrimus Fahraeus, 1837, es un coleoptero que presenta características morfológicas distintivas, esenciales para su identificación y estudio. El adulto de esta especie mide entre 3.7 y 5.2 mm de largo, con un ancho promedio de 2.5 mm (Fig. 2.1). Su cuerpo es de forma ovalada y tiene una superficie lisa o casi lisa, con una coloración que varía entre el negro y el marrón negruzco, lo que le confiere una apariencia robusta y discreta en su entorno natural (López-Guillén 2012; Terán-Vargas y López-Guillén 2014).

La cabeza de *R. nigerrimus* es relativamente pequeña en comparación con el cuerpo, adaptada para su forma de vida y alimentación. El tórax exhibe líneas curvadas, características que pueden ser útiles para su identificación. El rostro, una estructura clave en muchos curculiónidos, es delgado, curvo y de una longitud similar a la combinación de la cabeza y el protórax, permitiendo una manipulación precisa de su alimento (López-Guillén et al., 2012; Terán-Vargas y López-Guillén 2014).

Las antenas de *R. nigerrimus* son notables por su estructura geniculada (en forma de codo), un rasgo típico de la familia Curculionidae. Estas antenas están insertadas en la parte media del rostro y se componen de 11 segmentos, con un mazo o clava bien definido en los tres últimos segmentos. Según Delgado-García et al. (2016), las antenas de *R. nigerrimus* están cubiertas por varios tipos de sensilas, estructuras sensoriales que juegan un papel crucial en la detección de estímulos químicos y mecánicos. Entre las principales, se destacan las sensilas tricoides, que son alargadas y probablemente están involucradas en la percepción del entorno táctil; las sensilas basiconicas, que son más cortas y robustas, con una función probable en la detección de feromonas; y las sensilas coelocónicas, que tienen una morfología más compleja y podrían estar asociadas con la detección de cambios en la humedad o temperatura.

Estas estructuras sensoriales no solo son vitales para la ecología del insecto, permitiéndole localizar alimentos y compañeros de apareamiento, sino que también son indicadores importantes en estudios taxonómicos y de comportamiento. El conocimiento de estas características es fundamental para comprender la interacción de *R. nigerrimus* con su entorno, así como para desarrollar estrategias de manejo efectivas en áreas agrícolas donde este insecto es considerado una plaga.

En cuanto a la diferenciación sexual, los machos y las hembras de *R. nigerrimus* presentan dimorfismo sexual marcado. Un estudio realizado por López-Guillén et al. (2016) determinó que la proporción sexual de machos y hembras en las poblaciones naturales es aproximadamente 1:1, lo que indica una distribución equitativa de los sexos en la naturaleza. Una característica sexual secundaria clave es la presencia de un mucro en la tibia anterior, que es más prominente en los machos, lo que permite una separación eficaz de los sexos. Además, las hembras tienden a ser ligeramente más grandes que los machos, un rasgo que puede estar relacionado con su capacidad reproductiva.

Otra diferencia notable es la estructura del abdomen; los machos presentan un abdomen más cóncavo en su superficie ventral, adaptado para facilitar el proceso de copulación, mientras que las hembras tienen un abdomen más plano o convexo, adaptado para la oviposición. Estos caracteres son fundamentales no solo para la identificación de los sexos en estudios taxonómicos, sino también para investigaciones sobre la bioecología, comportamiento y control de la especie en contextos agrícolas (López-Guillén et al., 2016).

Los élitros, que son las cubiertas endurecidas de las alas, presentan líneas bien definidas con puntos distribuidos a lo largo de toda su extensión. Estas líneas y puntos no solo contribuyen a la identificación de la especie, sino que también pueden tener un papel en su camuflaje o protección (López-Guillén et al., 2016).



Figura 2.1 Adulto del picudo de la soya *Rhyssomatus nigerrimus* Fahraeus, 1837.
Créditos figura: Terán-Vargas y López-Guillen 2014.

Huevo

El huevo es ovalado, cilíndrico, de color blanco transparente a blanco cremoso. Mide aproximadamente 1 mm de largo y 0.5 mm de ancho (Figura 2; Terán-Vargas y López-Guillén 2014).



Figura 2.2 Huevo del picudo de la soya *Rhyssomatus nigerrimus* Fahraeus, 1837. Créditos figura: Terán-Vargas y López-Guillén 2014.

Larva

La larva mide de 1.0 a 8.6 mm de largo y alrededor de 2.3 mm de ancho. Es de color blanco cremoso, curvada, con cápsula cefálica dura y mandíbulas negras (Figura 2.3). No posee patas y presenta cinco estadios larvales con una duración de seis a siete días (Terán-Vargas y López-Guillén 2014).



Figura 2.3 Larva del picudo de la soya *Rhyssomatus nigerrimus* Fahraeus, 1837. Créditos figura: Terán-Vargas y López-Guillén 2014.

Pupa

Es exarata, es decir con los apéndices libres no pegados al cuerpo, y el cuerpo es cilíndrico y de color cremoso. Con la cabeza bien definida, un rostro moderadamente tan largo como el pronoto y antenas acodadas y paralelas al rostro. El abdomen es cilíndrico y posee patas bien desarrolladas (Figura 2.4; Terán-Vargas y López-Guillén 2014).



Ciudad Victoria, Tamaulipas, México. Mayo de 2025.

Figura 2.4 Pupa del picudo de la soya *Rhyssomatus nigerrimus* Fahraeus, 1837. Créditos figura: Terán-Vargas y López-Guillén 2014.

Hábitos de *Rhyssomatus nigerrimus* Fahraeus, 1837

R. nigerrimus presenta una fase activa y una fase latente o dormancia (López-Guillén et al., 2012; Terán-Vargas y López-Guillén 2014). La fase activa comienza al emerger la plántula de soya. En este estado de desarrollo, el adulto se alimenta de la yema terminal de la plántula (Figura 2.5A, B).

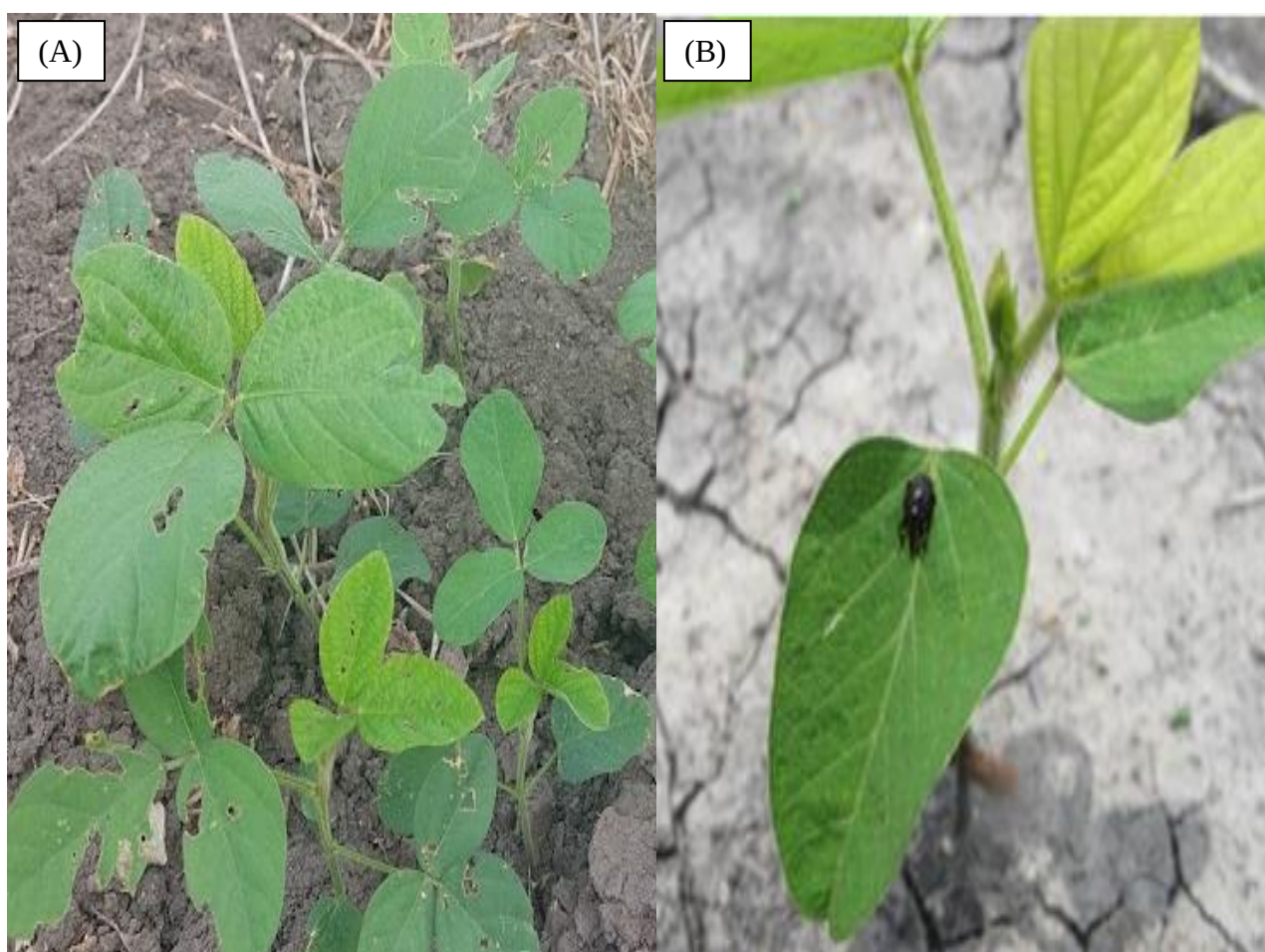


Figura 2.5 Plántula de soya *Glycine max* L. Merrill (A) y adulto del picudo *Rhyssomatus nigerrimus* Fahraeus, 1837 (B). Créditos figura: Terán-Vargas y López-Guillén 2014.

Cuando la planta genera flores y vainas en los entrenudos superiores, la hembra se alimenta de las flores y causa daño ligero a las vainas en desarrollo. Mientras que, cuando las vainas tienen granos de tamaño de una lenteja, los adultos se juntan y copulan en las vainas (Figura 2.6).



Figura 2.6 Proceso de copulación de los adultos del picudo *Rhyssomatus nigerrimus* Fahraeus, 1837 sobre las vainas de la planta de soya. Créditos figura: Terán-Vargas y López-Guillén 2014.

Posteriormente, la hembra realiza un orificio y coloca sus huevos en la vaina. Finalmente, la hembra sella el orificio con una película de cera (Figura 2.7).

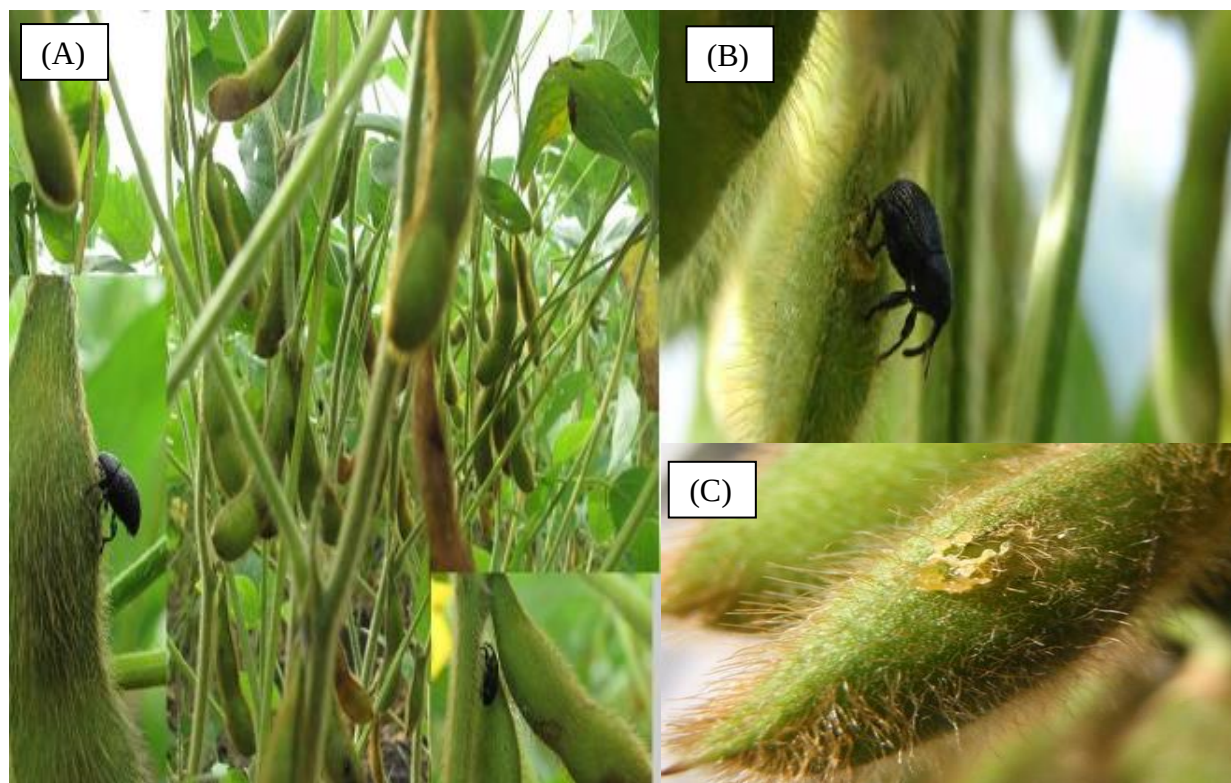


Figura 2.7 La hembra realiza un orificio (A), oviposita un huevo (B) y coloca una película de cera para sellar al orificio (C). Créditos figura: Terán-Vargas y López-Guillén 2014.

Después de unos días, al emerger, la larva se alimenta de los granos en desarrollo (Figura 2.8).



Figura 2.8 Larva alimentándose del grano (A), larvas presentes en una vaina (B) y daño económico causado por las larvas y otro patógenos en las vainas de soya (C). Créditos figura: Terán-Vargas y López-Guillén 2014.

Para finalizar la etapa activa, el ultimo estadio larval cae y se entierra en el suelo (Figura 2.9).

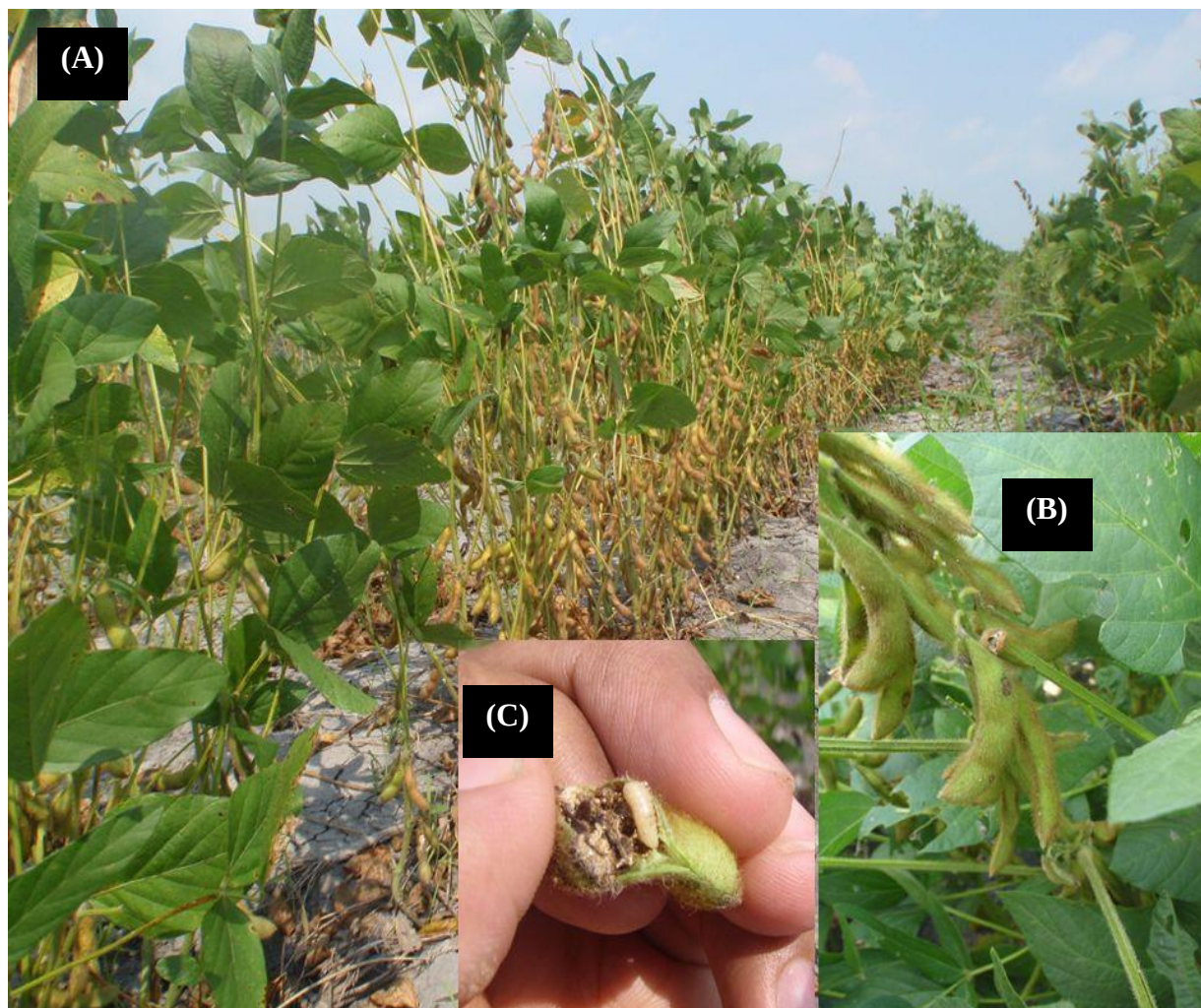


Figura 2.9 Plantas de soya con vainas dañadas (A), patrón de daño en las vainas (B) y ultimo estadio larval del picudo *Rhyssomatus nigerrimus* Fahraeus, 1837 (C). Créditos figura: Terán-Vargas y López-Guillén 2014.

La fase latente o dormancia inicia cuando la larva cae y se entierra en el suelo. La larva se entierra entre 30, 40 y 50 cm de profundidad (Figura 10 A, B, C), donde forma una celda en la que permanece como prepupa (Figura 10 G). Posteriormente, se forma la pupa y el adulto (Figura 2.10 D, F).

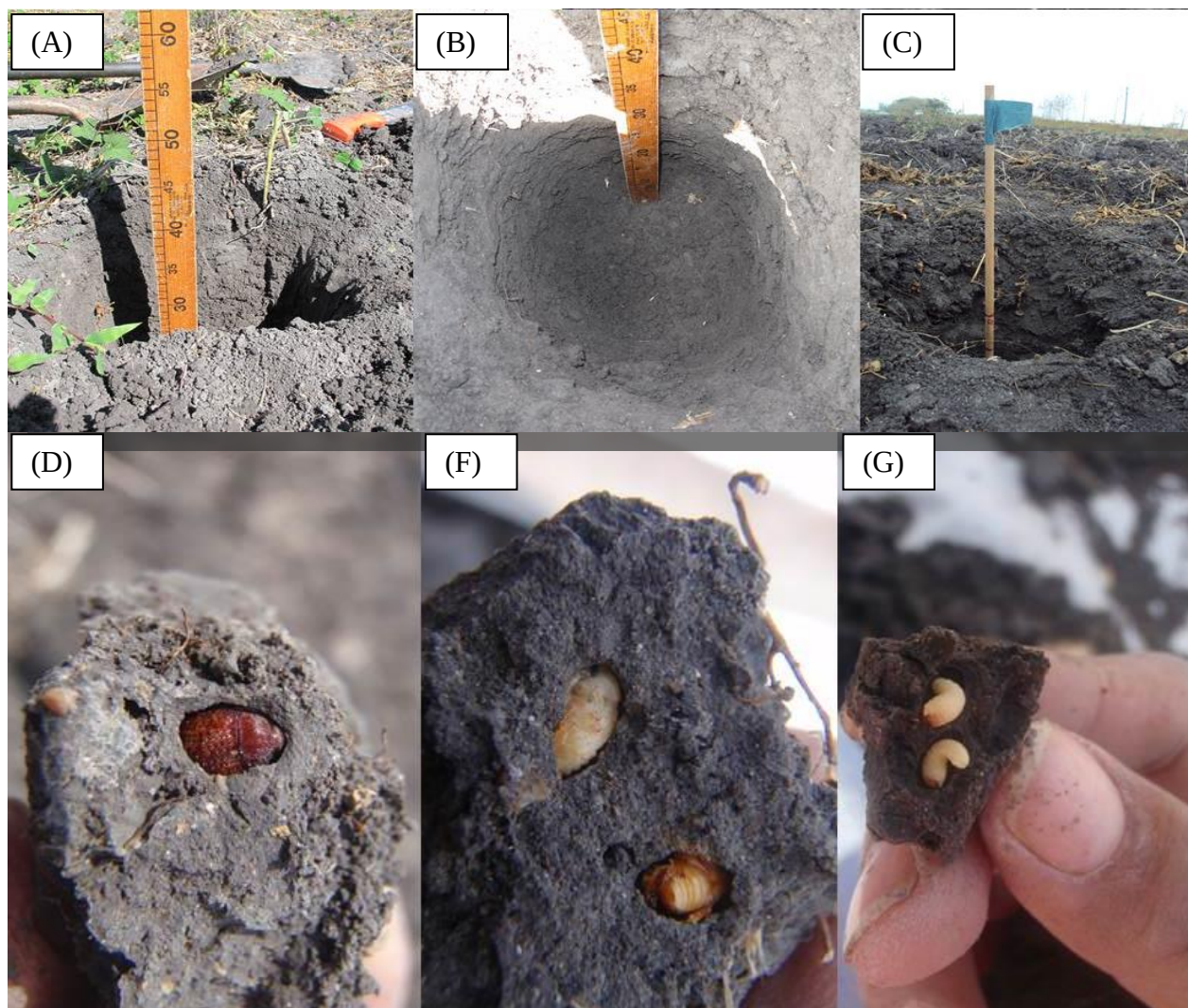


Figura 2.10 Registro de larvas (G), pupas (F) y adultos (D) del picudo *Rhyssomatus nigerrimus* Fahraeus, 1837 a 30 (A), 40 (B) y 50 cm de profundidad (C).

Distribución de *Rhyssomatus nigerrimus* Fahraeus, 1837

R. nigerrimus fue registrado en Belice, Honduras, Panamá, Guatemala y México (Burke 1961; O'Brien & Wibmer 1982; Peck 2009). En México, en el 2001 y 2002, fue registrado en Nayarit, Guanajuato y Tabasco (Salas-Araiza et al., 2001; Morrone et al., 2002). En Guanajuato, *R. nigerrimus* fue encontrado en plantas de *Acacia* spp., *Amaranthus* spp.; *Baccharis salicifolia* (Ruiz & Pavón); *Ficus* spp.; Gramineae; *Ipomoea* spp., *I. heredaceae* Sessé & Moc.; *Mimosa* spp.; *Prosopis* spp.; *Prunus persicae* L. (Araiza et al. (2001). Posteriormente, en el 2008, *R. nigerrimus* fue reportado en el cultivo de la soya en el municipio de Altamira, Tamaulipas y en Tapachula, Chiapas (López-Guillén et al., 2012). El municipio de Altamira, Tamaulipas, *R. nigerrimus* fue reportado en el cultivo de soya en el 2008. En este mismo municipio, en el 2009, en el ciclo agrícola primavera-verano, *R. nigerrimus* fue reportado causando daños económicos en aproximadamente 1800 hectáreas cultivadas de soya en la zona agrícola conocida como la Brecha de Corpus. Ese mismo año fue encontrado en la localidad “El Manzano” en Tapachula, Chiapas (López-Guillén et al., 2012; Figura 2.11). Mientras que, en el 2010, *R. nigerrimus* fue reportado el municipio de Ébano en el estado de San Luis Potosí, en Aldama en el estado de Tamaulipas, en Pánuco, y en todas las localidades productoras de soya en Tapachula, Chiapas (Terán-Vargas y López-Guillén, 2014).

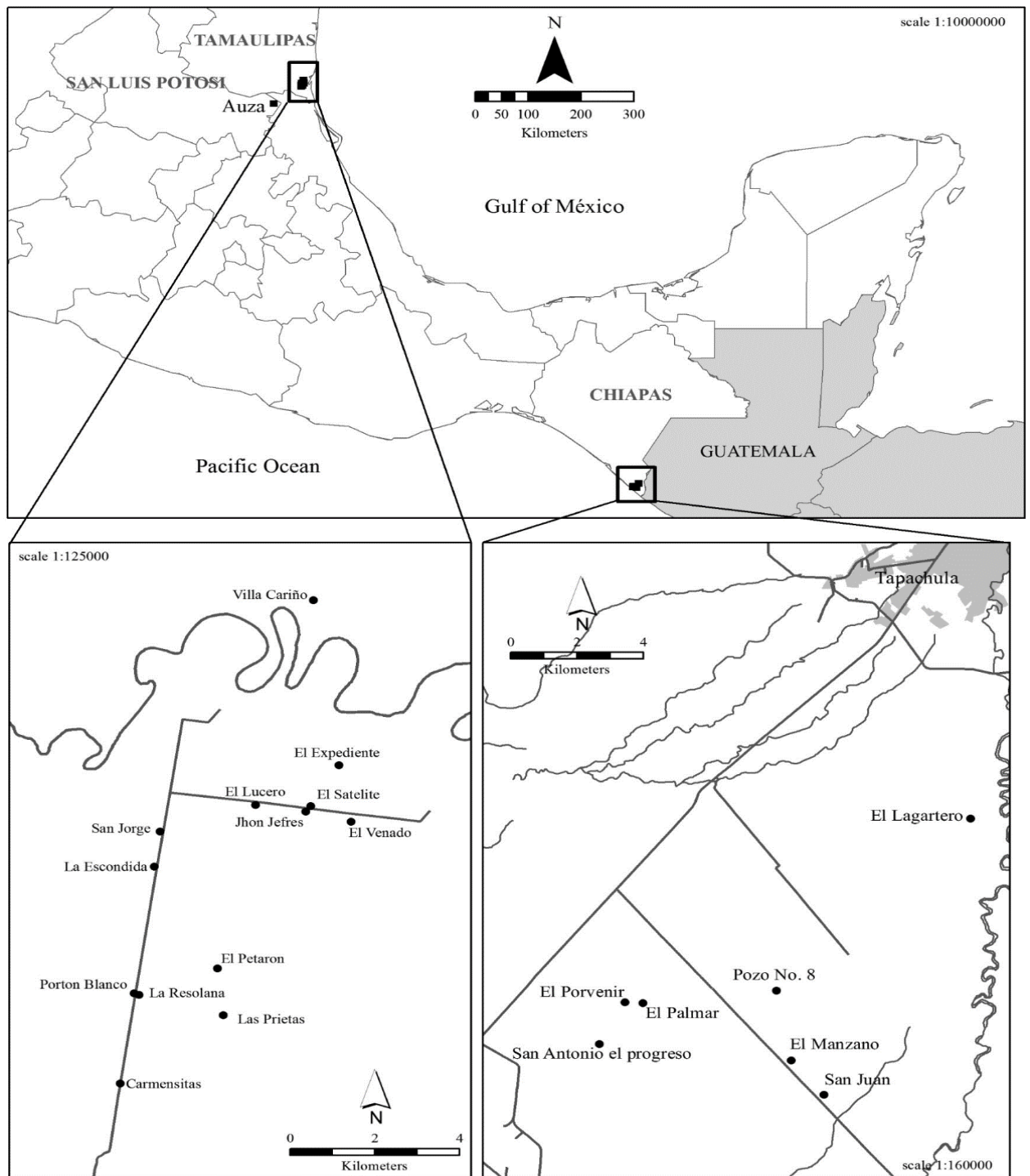


Figura 2.11 Mapa de ubicación de la presencia y distribución *del picudo de la soya* *Rhyssomatus nigerrimus* Fahraeus, 1837. Créditos figura: López-Guillén et al., 2012.

Moléculas de olor liberadas por el daño del picudo *Rhyssomatus nigerrimus* Fahraeus, 1837 a la planta de soya

Las plantas emiten moléculas de olor al ambiente a través de sus flores, frutos y tejido vegetativo (Marín & Céspedes, 2007). Estas moléculas cumplen un papel crucial como señales, tanto para otros organismos como para la propia planta (Rostás & Eggert, 2008). Su función principal es atraer a insectos polinizadores, dispersores de semillas y otros insectos beneficiosos (Byers et al., 2014). Sin embargo, también pueden ser utilizadas por insectos defoliadores para localizar a sus plantas hospedantes (Visser, 1986). En el caso de la planta de soya, se ha identificado que libera moléculas de olor como 3-hexanona, (E)-2-hexenal, 1-hexanol, 3-octanona, hexanal, (E)-2-heptenal, (E)-2-octenal, etanol, 1-hexanol y 1-octen-3-ol (Boué et al., 2003). Según Cortés (2016), los adultos del picudo *Rhyssomatus nigerrimus* son atraídos por las moléculas de olor emitidas por la soya. Más recientemente, Espadas et al. (2021) identificaron 59 moléculas de olor en la planta de soya, detectadas tanto en la planta como en las vainas dañadas, ya sea por la acción conjunta de machos y hembras, por hembras, por machos, o por daños mecánicos. En las plantas de soya dañadas por machos y hembras de *R. nigerrimus* se liberaron moléculas como 1-octen-3-ol, 6-metil-5-hepten-2-ona, (E)- β -ocimeno, salicilaldehído, alqueno 1, linalol, salicilato de metilo, (Z)-8-dodecenil acetato (éster 5), cetona 2 y geranil acetona. En cambio, las plantas dañadas solo por machos liberaron 1-octen-3-ol y (Z)-8-dodecenil acetato (éster 5), mientras que las dañadas solo por hembras liberaron (E)- β -ocimeno y (Z)-8-dodecenil acetato (éster 5). En las vainas de soya, las dañadas por ambos sexos liberaron acetato de (Z)-8-dodecenilo, aldehído 2 y 3, α -copaeno, éster 3 y 4, 6-metil-5-hepten-2-ona, 2-nonen-1-ol, isómero cimeno 4 y aldehído 1. Las vainas dañadas exclusivamente por machos emitieron aldehído 3 y éster 3 y 4, mientras que aquellas dañadas solo por hembras liberaron acetato de (Z)-8-dodecenilo (éster 5), aldehído 2 y α -copaeno.

Dimorfismo y proporción sexual de *Rhyssomatus nigerrimus* Fahraeus, 1837

El reconocimiento de los insectos es muy importante (Posada et al., 2011). Por ejemplo, es necesario distinguir al macho y a la hembra en: el establecimiento de una cría artificial, en el desarrollo de insectos estériles, en la evaluación de la efectividad de moléculas de insecticidas sintéticas, en el estudio de la proporción sexual, en el análisis del comportamiento conductual, en el trapeo (Posada et al. 2011; George et al., 2015).

Al respecto, la hembra y el macho del picudo *R. nigerrimus* muestran diferencias morfológicas en el último en el segmento abdominal, en el rostrum y en la tibia anterior (López-Guillén, 2016). La hembra tiene el abdomen estrecho, con el borde del VII segmento abdominal más redondo, el cual tiene una pequeña concavidad o hendidura de forma redonda en el centro del VII esternón abdominal o placa subgenital. Mientras que, el macho tiene el abdomen más angosto y sin la pequeña concavidad de forma redonda en el VII esternón abdominal (Figura 12 E y F).

El rostrum del macho es corto y curvo que el rostrum de la hembra, el cual es más largo y recto (Figura 12 A y B).

La parte apical de la tibia anterior de la hembra tiene dos espinas denominadas mucro y premucro; el premucro está ligeramente oculto por dos mechones de setas amarillentas, los cuales se localizan en la parte anterior y posterior. En el macho, la tibia anterior sólo tiene una espina denominada mucro, la cual presenta un mechón de setas de color amarillento en su parte anterior (Fig. 12 C y D).

En la hembra de *R. nigerrimus*, la espermateca tiene un cuerpo tubular principal en forma de “U”, en cuyo extremo se desprenden dos brazos más delgados, también dispuestos en forma tubular; el brazo más delgado y largo se junta al conducto espermático, y el brazo que se junta a la glándula espermática tiene una longitud más corta, pero de apariencia más gruesa; mientras que la glándula accesoria es transparente (Figura 12 G).

En el macho, el edeago es curvado, rectangular y de apariencia esclerosada; el tegmen presenta parámetros largos, ligeramente curvados en la parte anterior. La espícula gastrale presenta brazos delgados, que describen una curva y terminan en una placa de forma redondeada (Figura 2.12 H).

La tibia anterior tiene características morfológicas externas más confiables para separar hembras y machos de *R. nigerrimus*, tan sólo con observar la presencia y/o ausencia del mucro y premucro en la tibia anterior.

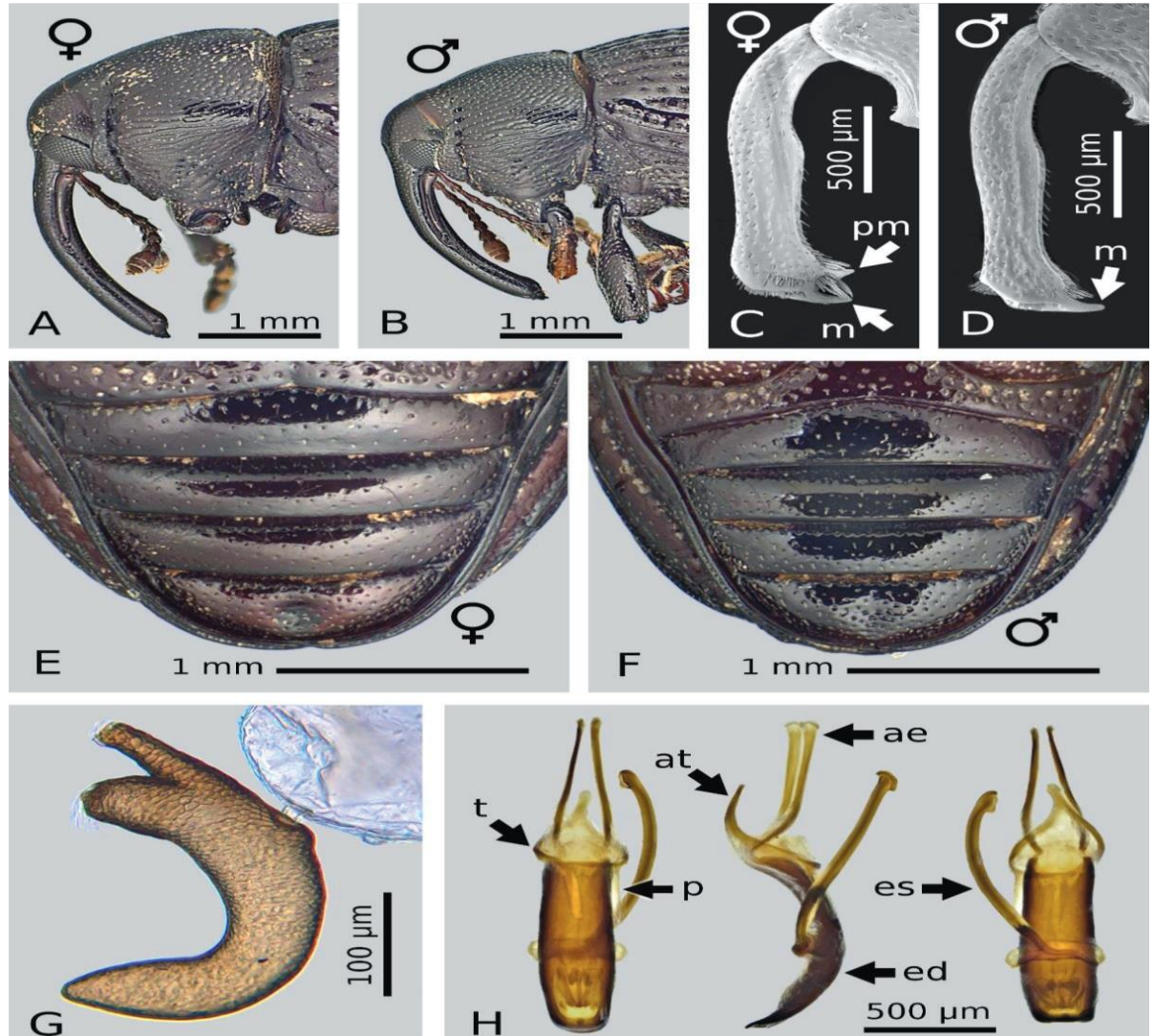


Figura 2.12 Caracteres sexuales de los adultos del picudo *Rhysomatus nigerrimus*. A) vista lateral del rostrum de la hembra, B) rostrum del macho, C) tibia anterior de la hembra; m, mucro; pm, premucro, D) tibia anterior del macho, E) esternones abdominales de la hembra, F) esternones del macho, G) espermateca, H) genitalia masculina en vistas dorsal, lateral y ventral; ae, apodemas del edeago; at, apodema del tegmen; ed, edeago; es, espícula; p, parámetros; t, tegmen. Créditos figura: López-Guillén et al., 2016.

Control biológico del picudo *Rhyssomatus nigerrimus*

El control biológico de *R. nigerrimus*, un insecto plaga que afecta diversas plantas de importancia agrícola, ha sido objeto de estudios recientes centrados en la aplicación de hongos entomopatógenos como *Metarhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana*. Estos hongos ofrecen una alternativa ecológica a los pesticidas químicos, presentando una solución sostenible para el manejo de plagas en sistemas agrícolas.

En un estudio llevado a cabo por López-Guillén et al. (2023), se evaluó la eficacia de formulaciones comerciales de *M. anisopliae* y *B. bassiana* aplicadas por diferentes métodos, incluyendo pulverización directa y la inmersión de los adultos del picudo en suspensiones de los hongos. Los resultados mostraron una alta eficacia de ambos hongos en la mortalidad de *R. nigerrimus*, destacándose la pulverización directa como el método más efectivo. El estudio demostró que las formulaciones comerciales disponibles en el mercado son efectivas en condiciones controladas de laboratorio, sugiriendo un gran potencial para su uso en campo bajo un manejo integrado de plagas (MIP). Este enfoque permite reducir la dependencia de insecticidas químicos, disminuyendo los riesgos asociados al uso excesivo de estos productos, como la resistencia a plaguicidas y los efectos adversos en el medio ambiente y la salud humana.

Por otro lado, Mejía Ortiz et al. (2016) realizaron un estudio enfocado en la evaluación de la patogenicidad de varios aislamientos de *B. bassiana* contra *R. nigerrimus*. En este estudio, se observó una notable variabilidad en la virulencia entre los diferentes aislamientos de *B. bassiana*. Algunos aislamientos mostraron una eficacia particularmente alta, causando mortalidades significativas en los adultos del picudo, mientras que otros aislamientos fueron menos efectivos. Esta variabilidad sugiere que la selección de aislamientos específicos de *B. bassiana* podría mejorar significativamente los resultados en el control biológico de *R. nigerrimus*. Además, el estudio resaltó la importancia de la

compatibilidad de estos aislamientos con las condiciones agroecológicas locales, lo cual es fundamental para maximizar su eficacia en el campo.

Ambos estudios proporcionan evidencia sólida de que *M. anisopliae* y *B. bassiana* son herramientas prometedoras en el manejo de *R. nigerrimus*. Sin embargo, también se destaca la necesidad de continuar investigando para optimizar la aplicación de estos hongos en condiciones de campo, incluyendo la selección de cepas o aislamientos más efectivos y la integración de estos agentes biológicos en programas de manejo integrado de plagas (MIP). La aplicación de hongos entomopatógenos no solo contribuye a un manejo más sostenible, sino que también puede ofrecer soluciones a largo plazo que reduzcan el impacto económico y ambiental de las plagas agrícolas. La integración de estos hallazgos en prácticas agrícolas cotidianas podría llevar a una mayor adopción de estrategias de control biológico, disminuyendo la presión sobre los ecosistemas agrícolas y promoviendo la biodiversidad.

Control químico del picudo *Rhyssomatus nigerrimus*.

El control químico de *R. nigerrimus*, plaga significativa en el cultivo de soya, ha sido objeto de investigación a través del uso de extractos y metabolitos derivados de hongos comestibles. Dos estudios recientes han explorado este enfoque innovador, demostrando el potencial de estos compuestos naturales como agentes insecticidas efectivos.

El primer estudio, realizado por Castañeda-Ramírez et al. (2024), evaluó la eficacia de extractos metanólicos de *Pleurotus ostreatus* y *Lentinula edodes* contra *R. nigerrimus*. En condiciones in vitro, los extractos demostraron un efecto significativo en la mortalidad de los adultos del picudo, sugiriendo que estos hongos contienen compuestos bioactivos que pueden interferir con funciones fisiológicas claves del insecto. Este hallazgo es prometedor, ya que ofrece una posible alternativa a los pesticidas químicos tradicionales, que a menudo tienen efectos negativos sobre el medio ambiente y la salud humana. Sin embargo, los mecanismos exactos por los cuales estos extractos inducen la mortalidad en *R. nigerrimus* aún no están completamente aclarados, lo que indica la necesidad de investigaciones adicionales para comprender mejor su modo de acción.

En un estudio relacionado, Castañeda-Ramírez et al. (2022) profundizaron en la identificación de los metabolitos específicos responsables del efecto insecticida observado en estos hongos. Este trabajo identificó varios compuestos, como terpenoides y fenoles, que

mostraron una alta eficacia en la inducción de mortalidad en *R. nigerrimus*. Los terpenoides, en particular, son conocidos por su actividad biológica contra una amplia gama de insectos plaga, lo que sugiere que estos compuestos podrían ser fundamentales en el desarrollo de nuevos productos insecticidas basados en hongos comestibles. Además, la baja toxicidad de estos compuestos para organismos no objetivo, como mamíferos y otros insectos beneficiosos, subraya su potencial como alternativas más seguras a los pesticidas sintéticos.

Ambos estudios destacan la viabilidad de utilizar hongos comestibles no solo como fuente de alimento, sino también como una herramienta eficaz en el manejo de plagas agrícolas. Este enfoque no solo podría reducir la dependencia de pesticidas químicos, sino que también podría ofrecer soluciones más sostenibles y amigables con el medio ambiente. No obstante, para que estos hallazgos puedan traducirse en aplicaciones prácticas, es esencial realizar estudios complementarios que evalúen la eficacia de estos compuestos en condiciones de campo. Además, se requiere una evaluación exhaustiva de su impacto ambiental y de su seguridad para la salud humana, a fin de asegurar que estos nuevos insecticidas puedan integrarse de manera efectiva y segura en los programas de manejo integrado de plagas (MIP).

Capítulo 3

METODOLOGÍA

3.1 Metodología del Objetivo de capítulo II

Los experimentos se realizaron en los ranchos “El Venado” (22.61812, -97.95763), “La Escondida” (22.607153, -97.999431) y “La Resolana” (22.575867, -98.002706) en el municipio de Altamira, Tamaulipas (Fig. 3.1). En cada rancho, se seleccionaron aleatoriamente 10 sitios de muestreo en 2 hectáreas, separados por 50 m. Cada sitio era de 20 cm², de los cuales se recolectaron larvas, pupas y adultos a 0-10, 10-20, y 20-30 cm por debajo del suelo. Para la recolección de los estadios, se retiró el suelo y se colocó en polietileno transparente.

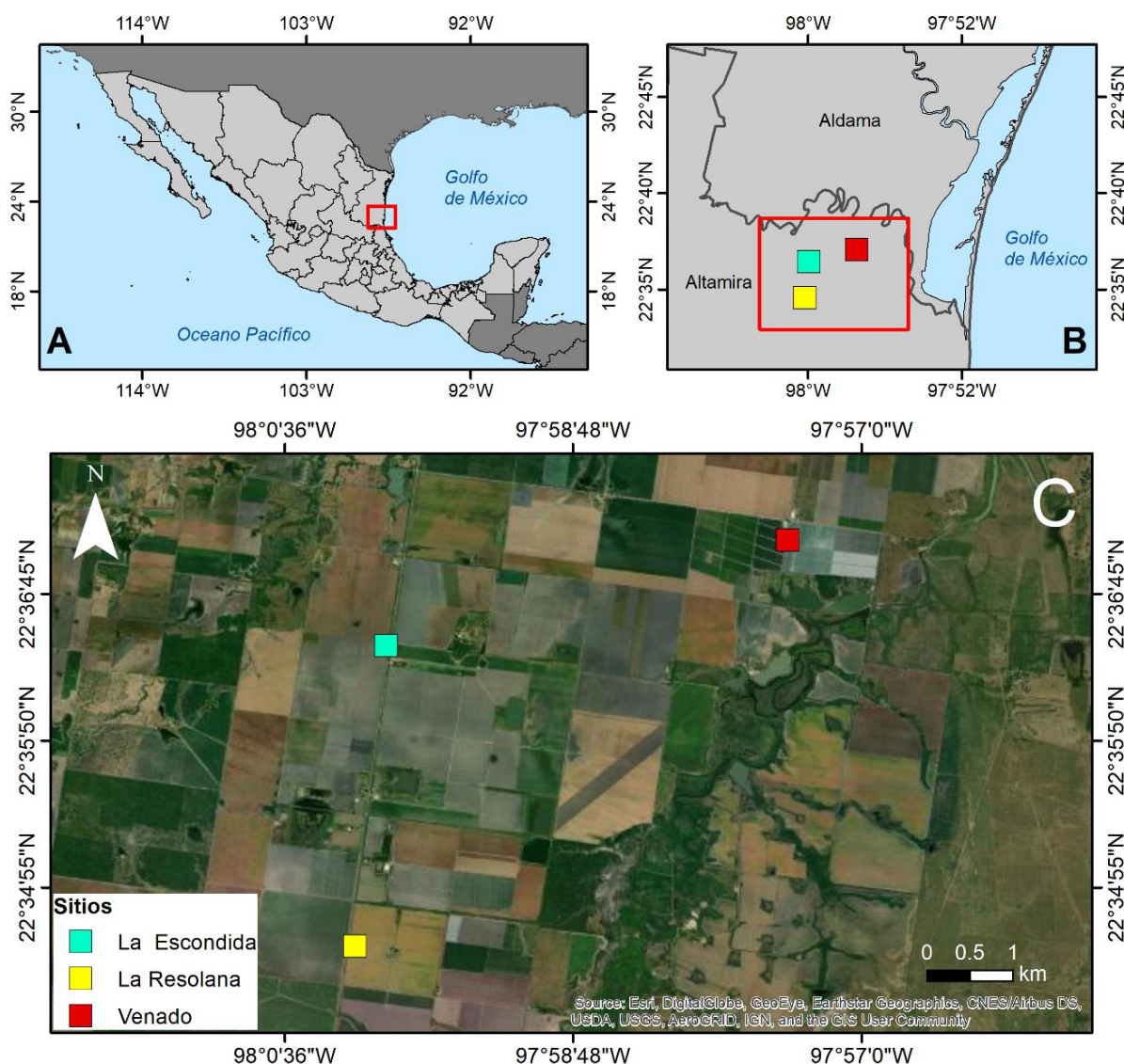


Fig. 3.1 Ubicación geográfica de la zona productora de soja en Altamira, Tamaulipas. En los tres ranchos, se plantó sorgo en primavera-verano y soja en otoño-invierno. El cultivo de soja controla insectos plaga (complejo defoliador) utilizando insecticidas químicos y biológicos.

Las larvas, pupas y adultos recolectados se colocaron en un recipiente de polietileno de 10 ml y se transportaron a un laboratorio para su identificación y conteo. Los adultos fueron identificados taxonómicamente utilizando claves de Clark et al. (2019). El muestreo se realizó cada 8 días desde noviembre de 2020 hasta julio de 2021. El número promedio de larvas, pupas y adultos por fecha de muestreo se sometió a un análisis estadístico no

paramétrico de Kruskal-Wallis para determinar las diferencias en la abundancia de los estadios de desarrollo de *R. nigerrimus* a cada profundidad. También se realizó para determinar diferencias estadísticas en cada estadio de desarrollo en los diferentes estratos del suelo. El número total de estadios de desarrollo de *R. nigerrimus* cada mes se graficó para mostrar la abundancia temporal del insecto.

En cada rancho, se utilizaron trampas de emergencia de 2 x 2 x 1 m (Duncan et al., 2001) para los adultos de *R. nigerrimus* que emergían del suelo. Las trampas se colocaron en cinco puntos en 2 hectáreas. Las trampas se revisaron cada 8 días desde enero hasta diciembre de 2021. Los adultos recolectados se colocaron en viales y se transportaron a un laboratorio para su identificación por sexo, según un informe de López-Guillén et al. (2016). El número promedio de adultos se graficó para determinar los picos de población del insecto a lo largo del tiempo.

3.2 Metodología del Objetivo de capítulo III

Los adultos de *R. nigerrimus* fueron recolectados en un cultivo de soya. En el laboratorio, se formaron cinco grupos de 26 adultos cada uno (13 machos y 13 hembras), los cuales fueron incubados por separado en recipientes de plástico de 500 ml. A cada recipiente se le añadieron 15 vainas de soya en estado fenológico R5.5, y se mantuvieron a una temperatura de 26 °C y una humedad relativa de 75% durante 24 horas. Posteriormente, se recolectaron los huevos y se colocaron en nuevas vainas de soya dentro de cajas Petri, con algodón húmedo para mantener la humedad. Se depositó un huevo en cada semilla de las vainas, con el objetivo de evitar el canibalismo cuando las larvas eclosionaran. La variable evaluada en este experimento fue el período embrionario.

Una vez que emergieron las larvas de primer instar, se contabilizó el número de mudas de la cápsula cefálica y el número de días entre cada estadio larval. Debido a la dificultad de mantener las larvas en condiciones de laboratorio, sólo se determinó el ciclo desde el estado de huevo hasta la última fase larval.

Capítulo 4

RESULTADOS

4.1 RESULTADOS DEL CAPITULO II

El número promedio de estadios (larvas, pupas y adultos) varió según la profundidad del suelo ($p = 0.010$, Fig. 4.1). La mayoría de las larvas, pupas y adultos se encontraron a 0 a 10 cm por debajo del suelo. Se registraron pupas, larvas y adultos de *R. nigerrimus* a profundidades de 0-10, 10-20 y 20-30 cm por debajo del nivel del suelo. Las pupas ($p = 0.001$) y los adultos ($p = 0.001$) fueron más comunes a 0 a 10 cm. Las larvas se encontraron en los tres estratos de profundidad en el suelo ($p = 0.06$, Fig. 4.2).

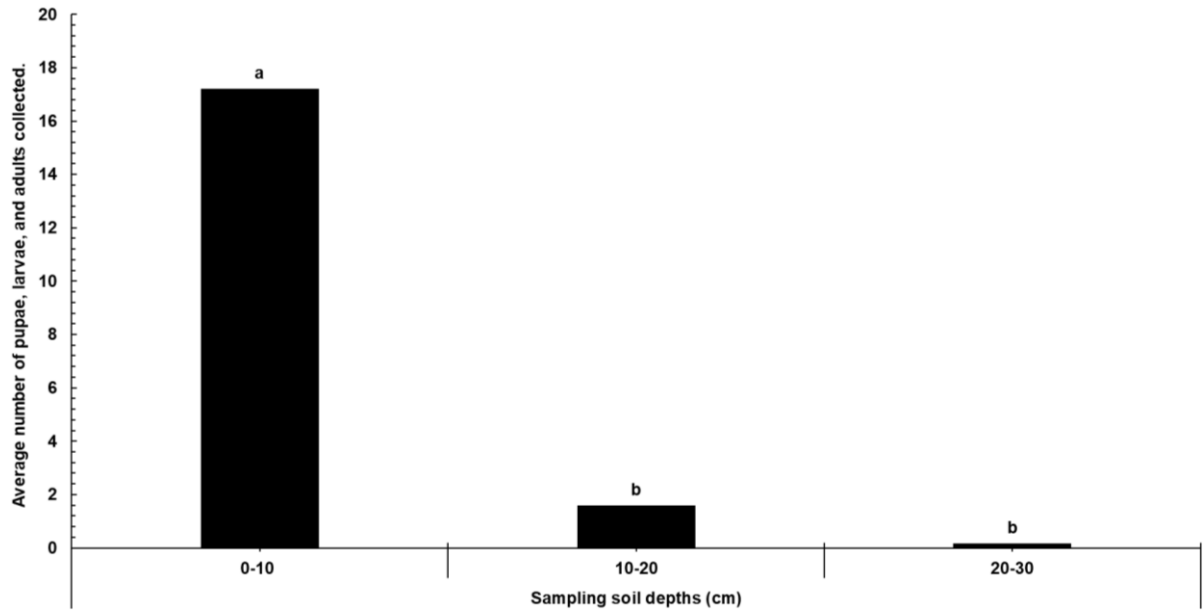


Fig. 4.1 Análisis estadístico de los estadios de *Rhyssomatus nigerrimus* distribuidos verticalmente bajo el suelo.

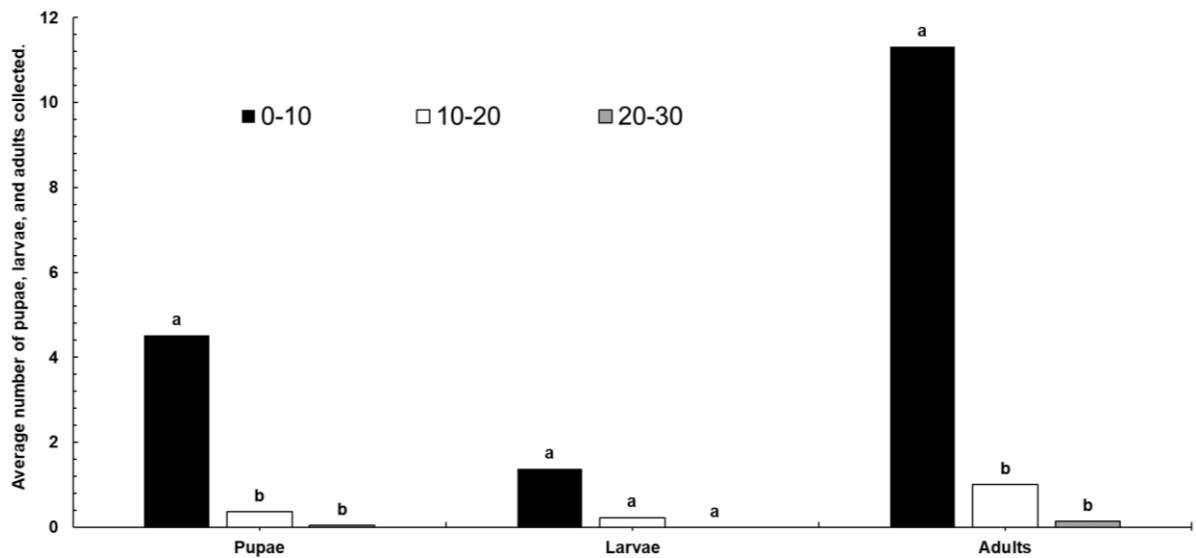


Fig. 4.2 Análisis estadístico de la distribución vertical en el suelo de cada estadio de *Rhyssomatus nigerrimus*.

Las pupas se registraron de febrero a abril, con un pico en marzo (n = 76). Las larvas se registraron de enero a marzo, con un pico en febrero (n = 63). Los adultos se registraron

Ciudad Victoria, Tamaulipas, México. Mayo de 2025.

de marzo a julio, con un pico en abril ($n = 299$, Fig. 4.3). Las pupas, larvas y adultos estuvieron presentes de febrero a marzo de 2021.

Los adultos de *R. nigerrimus* emergieron del suelo de junio a noviembre, con la mayor emergencia en septiembre (media = 27.3, Fig. 4.4). Los machos fueron más numerosos, pero hubo un aumento similar de ambos sexos en septiembre (hembras = 12, machos = 15).

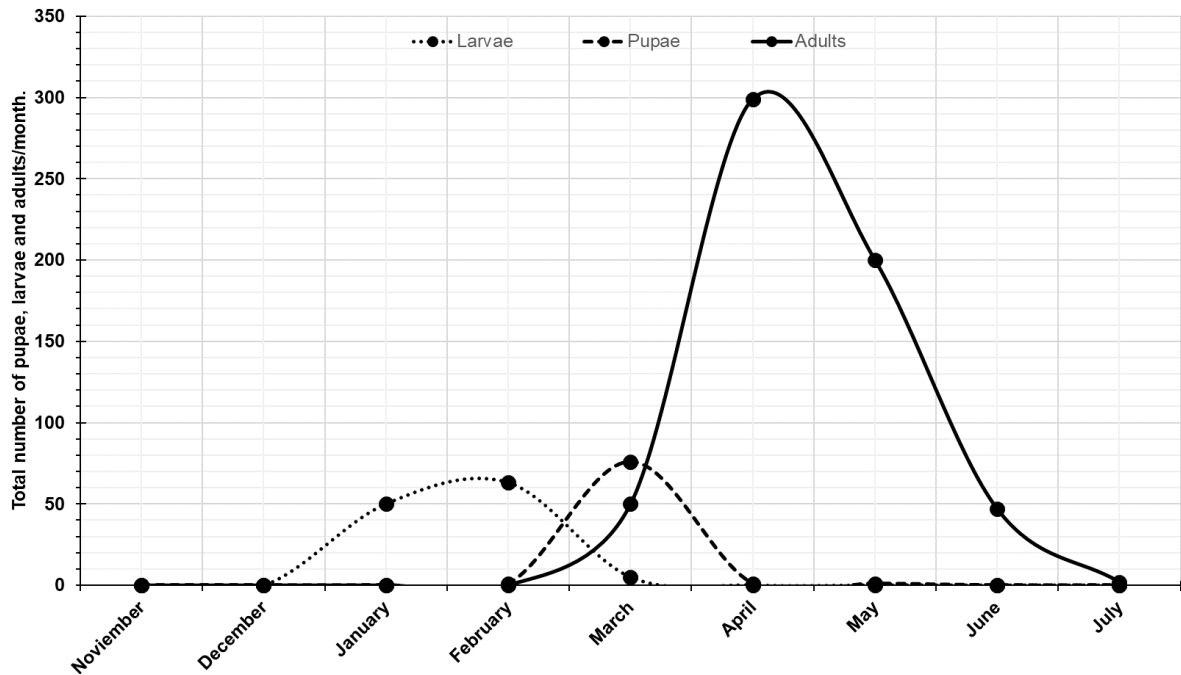


Fig. 4.3 Registro mensual de etapas de desarrollo de *Rhyssomatus nigerrimus* en la zona productora de soya de Tamaulipas, México.

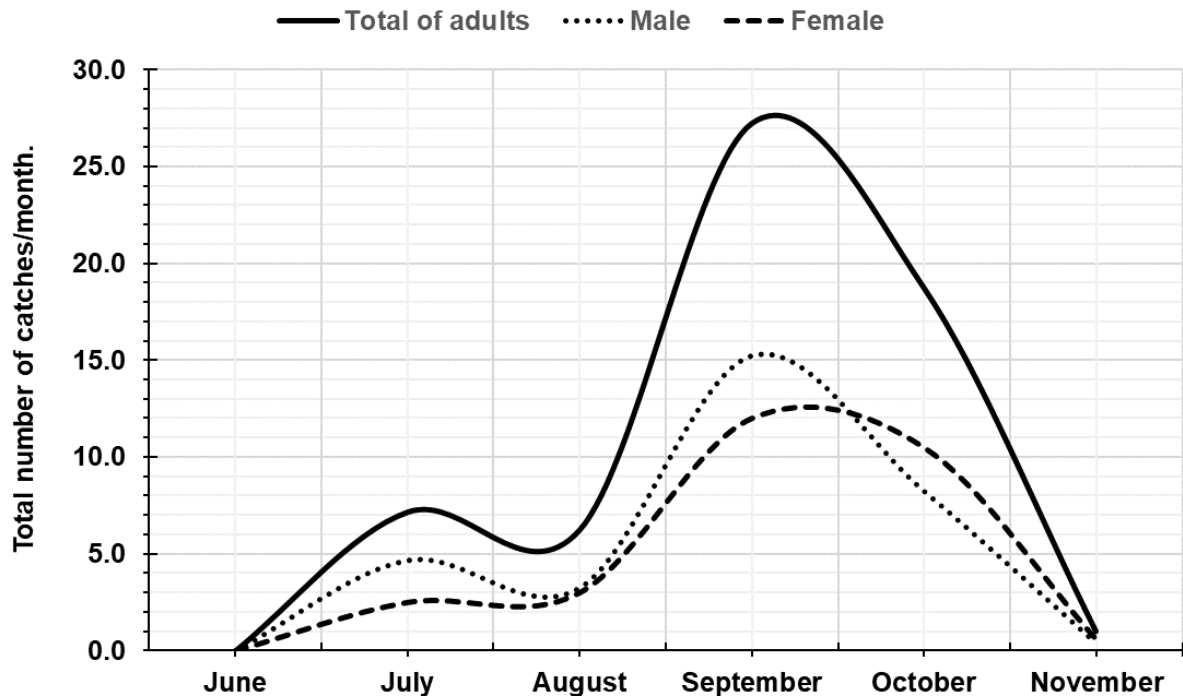


Fig. 4.4 Registro de aparición de hembras y machos de *Rhyssomatus nigerrimus*.

Reportamos larvas, pupas y adultos de *R. nigerrimus* en el suelo. Esto fue más preciso que López-Guillén et al. (2012), quienes solo mencionaron que las larvas del gorgojo caen al suelo y se entierran, al igual que los picudos *Glocianus transcausicus* Korotyaev 1980, *Ceutorhynchus inafectus* Gyllenhal 1837, *Ceutorhynchus rapae* Gyllenhal, *Baris goekseli* y *Melanobaris crambephaga* (Fornasari y Sobhian, 1993; Sobhian y Fornasari, 1994; Briese, 1996a, 1996b; Duan et al., 1996, 1998; Gültekin et al., 2000, 2003). Gibo (1972) afirmó que los insectos buscan refugio en el suelo, tejidos vegetales, madera, troncos y árboles para sobrevivir al frío invernal. En invierno, los insectos inactivos entran en diapausa o hibernan, con su crecimiento, desarrollo y actividad suspendidos, pero su metabolismo es suficiente para mantener la supervivencia (Lees, 1956). La hibernación y la diapausa son adaptaciones para minimizar las necesidades energéticas (Petersen, 1999).

Gültekin and Korotyaev (2012) registraron adultos de los picudos *Mononychus schoenherrii* Kolenati, 1859 y *Mononychus punctumalbum* Herbst, 1784 en hojarasca en el suelo. Tysowsky y Dorsey (1970) encontraron al picudo de la alfalfa, *Hypera postica* Gyllenhal, a 1.016-2.032 cm de la superficie del suelo. Stancă (2016) registró adultos de

Ciudad Victoria, Tamaulipas, México. Mayo de 2025.

Neoglocianus maculaalba Herbst, 1795 hibernando a 10-40 cm de la superficie del suelo. A diferencia de los resultados reportados por Stancă (2016), en el presente trabajo, se reportaron larvas, pupas y adultos de *R. nigerrimus* a 30 cm de la superficie del suelo. Según Tysowsky y Dorsey (1970), la presencia de picudos a cierta profundidad está relacionada con la temperatura, textura y compactación del suelo. A la profundidad reportada, las larvas, pupas y adultos de *R. nigerrimus* podrían estar expuestos durante la barbecha, ya que esta se realiza a 20 a 30 cm de profundidad. Magallanes et al. (2014) mencionaron que la barbecha agrícola, el rastrillado y otros procesos se realizan para romper, desmenuzar y aflojar el suelo, con el fin de airearlo y aumentar su capacidad de retención de agua. Esto incorpora los residuos de la cosecha anterior y las malezas. Además, expone a plagas y organismos patógenos que habitan en el suelo a la luz solar directa, lo que los mata. Sin embargo, aunque las larvas, pupas y adultos puedan estar expuestos, algunos podrían no verse afectados por factores abióticos debido a que los estadios se encuentran en agregados de estructura dura. Por esta razón, se recomienda un pase de rastra después de deshacer los terrones de suelo o terrenos. Según Tysowsky y Dorsey (1970), *H. postica* pasa el invierno en el suelo de diciembre a marzo y emerge de marzo a abril. En este trabajo reportamos que *R. nigerrimus* hiberna de enero a junio y emerge de junio a noviembre. Esto podría estar relacionado con el ciclo agrícola del cultivo de soya, ya que la emergencia de *R. nigerrimus* coincide con el período de siembra (del 15 de junio al 15 de julio) y la germinación de variedades de soya en el sur de Tamaulipas. El pico en el número de adultos coincide con la producción de vainas por la planta de soya. Se necesita más investigación para determinar si la emergencia de los adultos está relacionada con las etapas de la planta hospedera.

4.2 RESULTADOS DEL CAPITULO II

Huevo

El huevo tiene una forma ovalada y cilíndrica, con un color que varía de blanco transparente a blanco cremoso. Su tamaño es de aproximadamente 1 mm de largo y 0.5 mm de ancho. La etapa de desarrollo del huevo dura alrededor de 4 días (Figura 4.5).

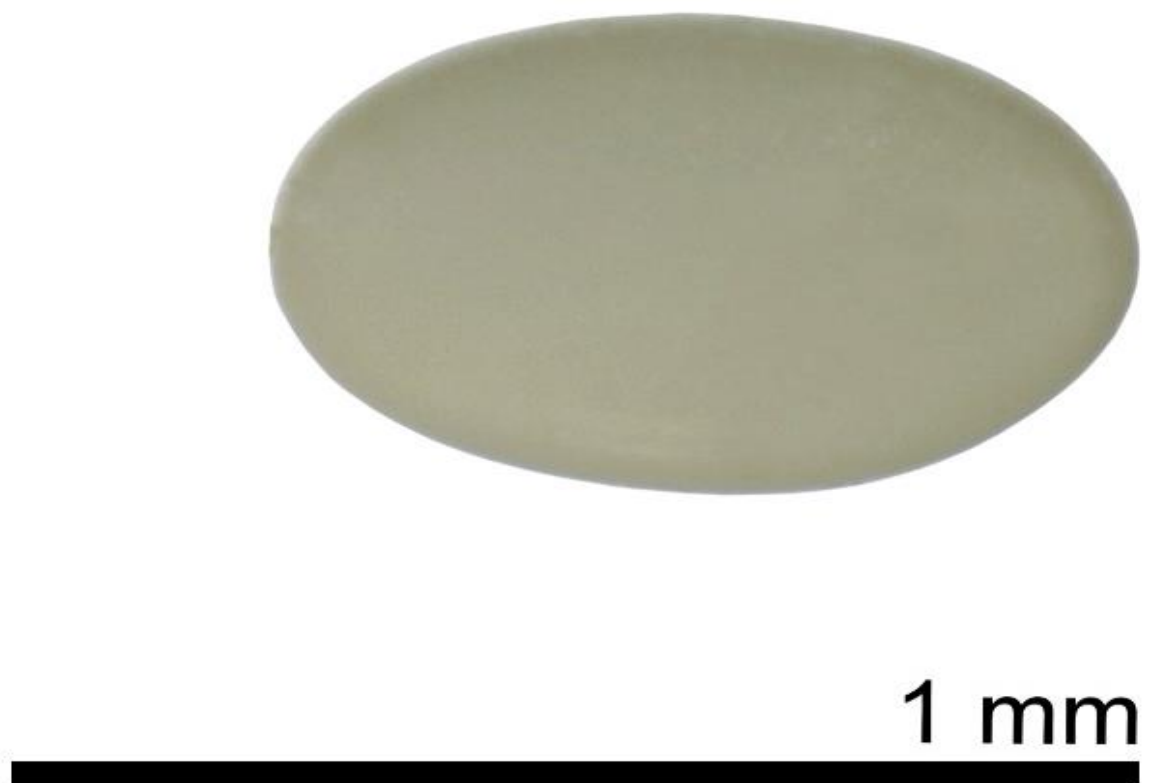


Figura 4.5 Huevo del picudo *Rhyssomatus nigerrimus* Fahraeus (Coleóptera: Curculionidae). Créditos de figura: Jorge San Juan Lara.

Larva

Las larvas son de color blanco cremoso, con un cuerpo curvado y robusto. Poseen una cápsula cefálica de tono ámbar y endurecida, junto con mandíbulas de color negro. Carecen de patas, pero presentan surcos o estrías profundas a lo largo de todo su cuerpo. La parte más ancha del cuerpo se encuentra aproximadamente a dos tercios de la distancia entre la cabeza y el ano, desde donde se estrecha gradualmente hacia el extremo posterior. No poseen cerdas corporales. Al alcanzar la madurez, las larvas tienen una longitud aproximada de 7.5 mm. Pasan por 5 estadios larvales, con una duración total de 6 a 7 días. Los tiempos de desarrollo para cada uno de los estadios son, en promedio, de aproximadamente 1.8, 1.0, 1.0, 1.6 y 1.2 días, respectivamente (Figura 4.6).

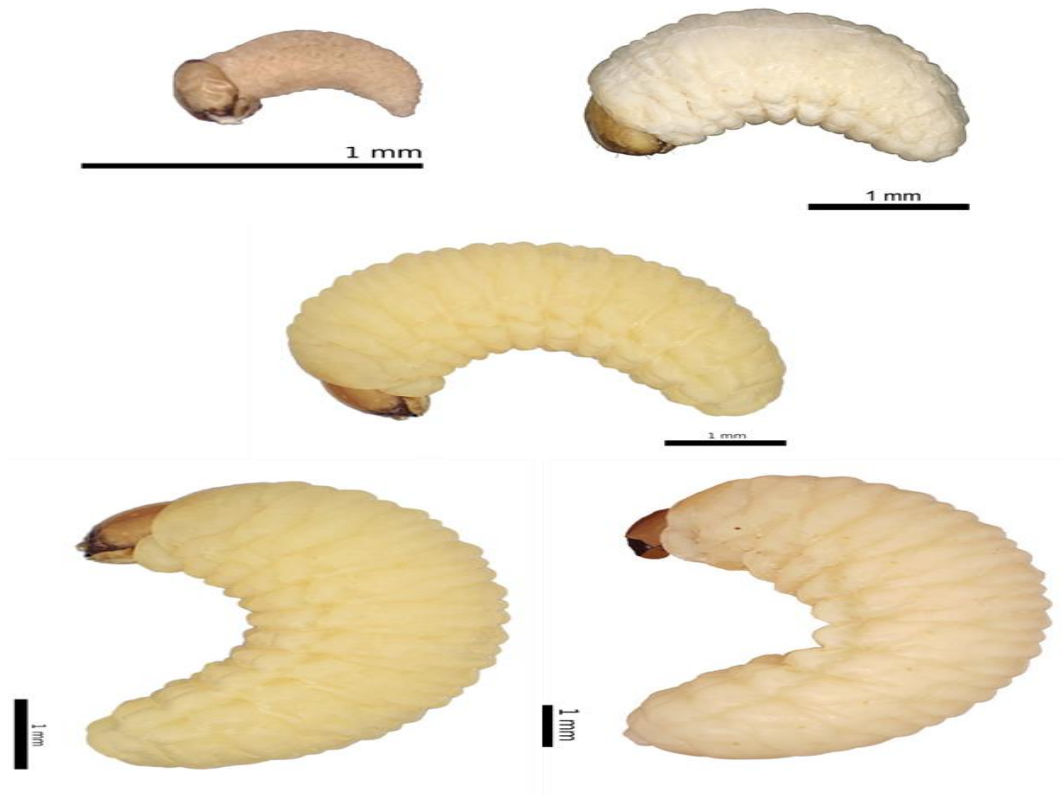


Figura 4.6 Estadios larvales del picudo *Rhyssomatus nigerrimus* Fahraeus (Coleóptera: Curculionidae). Créditos de figura: Jorge San Juan Lara.

Pupa

Tiene un cuerpo cilíndrico y de color cremoso. La cabeza está claramente definida, con un rostro que tiene una longitud similar a la del pronoto. Las antenas, que se doblan en ángulo, se extienden paralelamente al rostro. El abdomen también es cilíndrico, y las patas están bien desarrolladas. Durante los primeros seis días de la etapa prepupal, la larva construye una celda en la que se transforma en pupa. La fase de prepupa dura aproximadamente cuatro meses, y la fase de pupa se completa en unos 34 días. (Figura 4.7).



Figura 4.7 Pupa del picudo *Rhyssomatus nigerrimus* Fahraeus (Coleóptera: Curculionidae).
Créditos de figura: Jorge San Juan Lara.

Adulto

El adulto mide entre 3.7 y 5.2 mm, con un cuerpo ovalado que varía en color desde negro hasta rojo marrón. Su cabeza es pequeña, con un tórax que muestra líneas curvas. Los ojos compuestos están situados en la parte anterior y superior de la cabeza. El pico, que es delgado y curvado, tiene una longitud similar a la de la cabeza y el protórax, y en su parte media se encuentran las antenas. Los élitros, por su parte, exhiben líneas longitudinales que presentan puntuaciones a lo largo de toda su extensión (Figura 4.8).

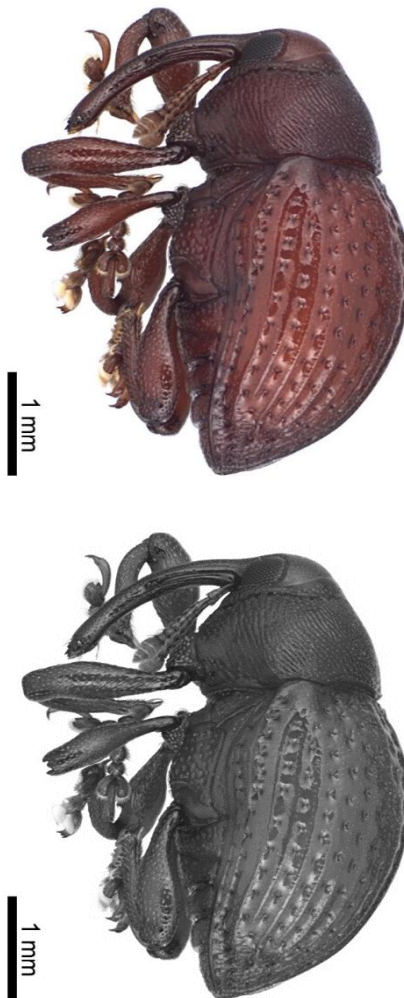


Figura 4.8 Adulto del picudo *Rhyssomatus nigerrimus* Fahraeus (Coleóptera: Curculionidae). Créditos de figura: Jorge San Juan Lara.

Los resultados obtenidos en el estudio sobre *R. nigerrimus* muestran varias similitudes y diferencias con los datos reportados en la literatura sobre otros curculiónidos, incluyendo el estudio de *Rhyssomatus subtilis* realizado por Cazado et al. (2014). En el presente estudio, los huevos de *R. nigerrimus* fueron descritos como ovalados y cilíndricos, de color blanco transparente a blanco cremoso, con una duración del estadio de huevo de aproximadamente cuatro días. Estos hallazgos coinciden con lo reportado por Cazado et al. (2014), quienes describieron los huevos de *R. subtilis* con características morfológicas similares, aunque el tiempo de desarrollo embrionario puede variar ligeramente dependiendo de las condiciones ambientales y de las diferencias específicas entre las especies (Bailez et al., 2003).

En cuanto a las larvas, el estudio reporta que *R. nigerrimus* pasa por cinco estadios larvales, con un desarrollo promedio de 6 a 7 días por estadio. Este número de instares es congruente con lo reportado para otras especies de curculiónidos, como *R. subtilis*, donde Cazado et al. (2014) también identificaron cuatro instares larvales utilizando la medición de las cápsulas cefálicas como un criterio clave. Sin embargo, un error observado en este experimento fue la dificultad para mantener las larvas en condiciones controladas en laboratorio, lo que limitó la capacidad para observar el desarrollo completo hasta la fase adulta. Esta limitación subraya la necesidad de mejorar las condiciones de cría en futuras investigaciones, posiblemente mediante el ajuste de la humedad, la temperatura, y la calidad del sustrato alimenticio, como se ha hecho en estudios anteriores con otros curculiónidos (Valdés Estrada et al., 2010; Pantoja et al., 2006).

La fase pupal de *R. nigerrimus* en el presente estudio tuvo una duración significativamente más prolongada, con un tiempo prepupal de aproximadamente 4 meses y una fase de pupa de 34 días. Estos tiempos son considerablemente más largos que los reportados para otras especies de curculiónidos, como *Conotrachelus psidii*, donde la pupa dura aproximadamente 16 días (Bailez et al., 2003). Sin embargo, durante el experimento se observó un fallo en la interpretación y control de la duración de la fase prepupal, que podría estar influenciada por factores externos no controlados adecuadamente, como variaciones en la humedad y el manejo de la celda prepupal. En futuras investigaciones, se recomienda realizar un monitoreo más riguroso de las condiciones ambientales y asegurar una mejor replicación de las condiciones naturales para mejorar la precisión de los datos (Cazado et al., 2014).

Finalmente, el estadio adulto descrito en el estudio mostró una longitud de 3.7-5.2 mm, con un cuerpo ovalado de color negro o marrón rojizo, lo cual es consistente con la descripción general de curculiónidos, donde la variabilidad en tamaño y coloración puede ser considerable dependiendo de la especie (Whitehead, 1979). Sin embargo, un problema observado en el experimento fue la dificultad para mantener y observar los adultos durante un período prolongado, lo que limitó el estudio de la longevidad y el comportamiento reproductivo. Para corregir este fallo, se sugiere establecer condiciones más estables y prolongadas de observación, posiblemente utilizando cámaras de crecimiento controladas o condiciones de campo simuladas, como se ha hecho en otros estudios (Valdés Estrada et al., 2010; Cazado et al., 2014).

En conclusión, los resultados de este estudio proporcionan una visión detallada del ciclo de vida y desarrollo de *R. nigerrimus*, que en muchos aspectos es congruente con lo reportado para otros curculiónidos, aunque con algunas diferencias notables que pueden estar relacionadas con adaptaciones específicas de esta especie. Estos hallazgos son cruciales para el desarrollo de estrategias de manejo, especialmente en lo que respecta a la identificación de los momentos más vulnerables en el ciclo de vida del insecto. Las diferencias observadas en comparación con otros estudios subrayan la importancia de continuar investigando en este campo para ajustar las prácticas de manejo a las características particulares de cada especie y su entorno. Además, los errores identificados durante el experimento resaltan la necesidad de optimizar las condiciones de cría y monitoreo en futuras investigaciones, lo que permitirá obtener datos más precisos y reproducibles.

Capítulo 5

CONCLUSIONES

El análisis de la distribución subterránea y la emergencia estacional de *R. nigerrimus* en los suelos de las áreas productoras de soya en Tamaulipas revela patrones importantes que coinciden con estudios previos, pero también presentan nuevas perspectivas que podrían enriquecer las estrategias de manejo de esta plaga. La distribución observada de larvas, pupas y adultos a diferentes profundidades del suelo, con una mayor concentración entre 0 y 10 cm, concuerda con la literatura existente sobre otros curculiónidos. Por ejemplo, Tysowsky y Dorsey (1970) reportaron que el picudo de la alfalfa (*Hypera postica*) también se encuentra a profundidades similares durante su hibernación. Sin embargo, es interesante notar que *R. nigerrimus* muestra actividad subterránea desde los 10 cm hasta los 30 cm, lo que sugiere que podría haber adaptaciones específicas a las condiciones del suelo en las regiones donde se cultiva la soya, algo que podría diferir de otros estudios realizados en especies como *Neoglocianus maculaalba* en condiciones climáticas y edáficas diferentes (Stanca, 2016).

El período de emergencia de los adultos de *R. nigerrimus* desde junio hasta noviembre, con un pico en septiembre, parece estar alineado con el ciclo agrícola del cultivo de soya en el sur de Tamaulipas, especialmente con la germinación y la producción de vainas. Este patrón estacional de emergencia es crítico para el desarrollo de estrategias de manejo, como el uso de trampas o la aplicación de tratamientos específicos durante los períodos más vulnerables de la plaga. En este sentido, los estudios sobre compuestos volátiles de plantas hospederas alternas (López-Guillén et al., 2024) y los efectos inducidos por la infestación de *R. nigerrimus* (Espadas-Pinacho et al., 2020) podrían ser herramientas clave para mejorar las prácticas de control basadas en el comportamiento del insecto.

Por otro lado, la comparación de las fases de desarrollo de *R. nigerrimus* en diferentes estudios muestra una consistencia general en las características morfológicas y tiempos de

desarrollo, aunque se destacan algunas diferencias en los tiempos de desarrollo larval y pupal cuando se comparan con otras especies del mismo género, como *R. subtilis* (Cazado et al., 2014). Específicamente, la duración más prolongada de la fase pupal observada en el presente estudio podría deberse a factores ambientales específicos o a diferencias inherentes entre las especies. Esto subraya la importancia de continuar investigando bajo condiciones controladas y en diferentes entornos para determinar los factores exactos que influyen en la variabilidad de estos ciclos.

Finalmente, los estudios sobre la patogenicidad de hongos entomopatógenos como *B. bassiana* y *M. anisopliae* contra *R. nigerrimus* (Mejía Ortiz et al., 2016; López-Guillén et al., 2023) sugieren que la integración de control biológico en programas de manejo podría ser una estrategia prometedora para reducir la dependencia de insecticidas químicos y minimizar el impacto ambiental. Estos resultados, junto con los datos sobre la atracción de *R. nigerrimus* a plantas hospedantes alternas (López-Guillén et al., 2024), ofrecen una base sólida para el desarrollo de métodos de control más sostenibles y específicos para esta plaga.

En conclusión, el presente estudio no solo reafirma muchos de los hallazgos previos sobre *R. nigerrimus*, sino que también introduce nuevas perspectivas y áreas de investigación que podrían ser cruciales para el manejo integrado de plagas en cultivos de soya. La integración de conocimientos sobre la biología, ecología, y respuestas a diferentes métodos de control permitirá desarrollar estrategias más efectivas y sostenibles en el futuro.

REFERENCIAS

MARCO TEORICO

- Bondar, G. (1942). Notas entomológicas da Baía IX. Revista de Entomologia, Rio de Janeiro, 13(1-2), 1-39.
- Boué, S. M., Shih, B. Y., Carter-Wientjes, C. H., & Cleveland, T. E. (2003). Identificación de compuestos volátiles en soja en varias etapas de desarrollo mediante microextracción en fase sólida. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 51(17), 4873-4876. <https://doi.org/10.1021/jf030051q>
- Byers, K. J., Bradshaw Jr, H. D., & Riffell, J. A. (2014). Tres volátiles florales contribuyen a la atracción diferencial de polinizadores en las flores de mono (Mimulus). Journal of Experimental Biology, 217(4), 614-623. <https://doi.org/10.1242/jeb.092213>
- Castañeda-Ramírez, G. S., López-Guillén, G., Aguilar-Marcelino, L., Siu-Rivas, A., & Cruz-López, L. (2022). Insecticidal effect of metabolites identified in edible mushrooms against *Rhyssomatus nigerrimus* Fahraeus. Brazilian Journal of Biology, 84, e264786. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.264786>
- Castañeda-Ramírez, G. S., López-Guillén, G., Cruz-López, L., Hernández-Núñez, E., Wong-Villarreal, A., Sánchez, J. E., & Aguilar-Marcelino, L. (2024). In vitro evaluation of methanol extracts of edible fungi *Pleurotus ostreatus* and *Lentinula edodes* against *Rhyssomatus nigerrimus* Fahraeus. Brazilian Journal of Biology, 83, e276127. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.276127>
- Cortes, F. (2016). Atracción del picudo de la soja (*Rhyssomatus nigerrimus*) a los volátiles de la soja (Tesis de licenciatura). Instituto Tecnológico de Tapachula, México.
- Da Costa Lima, A. (1956). Insetos do Brasil. Vol. 10. Coleópteros, cuarta y última parte. Serie Didáctica (12). Escola Nacional de Agronomia, Rio de Janeiro, Brasil.
- Delgado-García, E. M., Cibrián-Tovar, J., González-Camacho, J. M., Valdez-Carrasco, J., Terán-Vargas, A. P., & Azuara-Domínguez, A. (2016). Caracterización Morfológica de las Sensilas Antenales de *Rhyssomatus nigerrimus* (Coleoptera: Curculionidae). Southwestern Entomologist, 41(1), 225-240. <https://doi.org/10.3958/059.041.0120>

- Espadas-Pinachoun, K., López-Guillén, G., Gómez-Ruiz, J., & Cruz-López, L. (2021). Volátiles inducidos en la interacción entre soja (*Glycine max*) y el picudo mexicano de la soja (*Rhyssomatus nigerrimus*). *Revista Brasileña de Biología*. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.227271>
- Lanteri, A. A., Marvaldi, A. E., & Suarez, S. M. (2002). Gorgojos de la Argentina y sus plantas huéspedes. Tomo I: Apionidae y Curculionidae. Publicación Especial Sociedad Entomológica Argentina (1), San Miguel de Tucumán, Argentina.
- López-Guillén, G., Gómez-Ruiz, J., Bautista-Bautista, G., Aragón-Robles, E., Cruz-López, L., Hernández-Baz, F., & Valle Mora, J. (2023). Patogenicidad de Formulaciones Comerciales de *Metarhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana* Aplicados por Diferentes Métodos sobre *Rhyssomatus nigerrimus*. *Southwestern Entomologist*, 48(1), 169-178. <https://doi.org/10.3958/059.048.0116>
- López-Guillén, G., Terán-Vargas, A. P., Gómez-Ruiz, J., San-Juan Lara, J., Rosado-Neto, G. H., O'Brien, C. W., Cruz-López, L., Rodríguez-Del-Bosque, L. A., & Alatorre-Rosas, R. (2012). First record of *Rhyssomatus nigerrimus* (Curculionidae: Molytinae: Cleogonini) infestations in soybeans in Mexico. *Florida Entomologist*, 95(2), 524-528.
- López-Guillén, G., Valdez-Carrasco, J. R., Gómez Ruiz, J., Martínez Zarate, C. J., & Cruz-López, L. (2016). Dimorfismo y Proporción Sexual de Poblaciones Naturales de Adultos de *Rhyssomatus nigerrimus*. *Southwestern Entomologist*, 41(3), 837-844. <https://doi.org/10.3958/059.041.0325>
- Marín, J., & Céspedes, C. (2007). Compuestos volátiles de plantas, origen, emisión, efectos, análisis y aplicaciones al agro. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 30(4), 327-351. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61030401>
- Marshall, A. K. (1929). New Curculionidae (Col.) from cultivated plants. *Bulletin of Entomological Research*, 19(4), 391-400.
- Mejía Ortiz, S. A., Gómez Ruiz, J., López-Guillén, G., Cruz López, L., & Valle Mora, J. (2016). Evaluation of the Pathogenicity of Isolates of *Beauveria bassiana* Against *Rhyssomatus nigerrimus*. *Southwestern Entomologist*, 41(1), 41-50. <https://doi.org/10.3958/059.041.0106>
- Moraes, M. C. B., Laumann, R. A., Sujii, E. R., Pires, C. S., & Borges, M. (2005). Volátiles inducidos en plantas de soja y guandú infestadas artificialmente con la chinche

- apestosa marrón neotropical, *Euschistus heros*, y su efecto sobre el parasitoide de huevos, *Telenomus podisi*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 115(1), 227-237. <https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.2005.00290.x>
- O'Brien, C. W., & Wibmer, G. J. (1982). Annotated checklist of the weevils (Curculionidae sensu lato) of North America, Central America, and the West Indies (Coleoptera: Curculionoidea). *Memoirs of the American Entomological Institute*, 34, 1-382.
- Porto-Santos, G., Vinha-Zanuncio, T., Freitas, M. F., Bautista-Alves, J., & Cola-Zanuncio, J. (2001). Daños causados por *Rhyssomatus* sp. (Coleoptera: Curculionidae), *Triaspis* sp. (Hymenoptera: Braconidae) y *Lepidoptera* (Pyralidae) en semillas de angico-vermelho. *Revista Ceres*, 48(279), 539-549.
- Posada, F. J., Virdiana, I., Navies, M., Pava-Ripoll, M., & Hebbbar, P. (2011). Sexual dimorphism of pupae and adults of the cocoa pod borer, *Conopomorpha cramerella*. *Journal of Insect Science*, 11(1), 52.
- Rostás, M., & Eggert, K. (2008). Patrones ontogenéticos y espaciotemporales de volátiles inducidos en *Glycine max* a la luz de la hipótesis de la defensa óptima. *Chemoecology*, 18(1), 29-38. <https://doi.org/10.1007/s00049-007-0390-z>
- Terán-Vargas, A. P., & López-Guillén, G. (2014). El picudo de la soja *Rhyssomatus nigerrimus* Fahraeus 1837 (coleóptera: curculionidae). INIFAP/CIRNE, Campo Experimental Las Huastecas, Tamaulipas, México. Folleto Técnico 38. <http://biblioteca.inifap.gob.mx/portal/index.php/component/content>.
- Visser, J. H. (1986). Percepción del olor del huésped en insectos fitófagos. *Annual Review of Entomology*, 31(1), 121-144. <http://dx.doi.org/10.1146/annurev.en.31.010186.001005>.
- Zhu, J., & Park, K. C. (2005). Salicilato de metilo, una planta inducida por el áfido de la soja, volátil y atractiva para el depredador *Coccinella septempunctata*. *Journal of Chemical Ecology*, 31(8), 1733-1746. <http://dx.doi.org/10.1007/s10886-005-5923-8>.

CAPITULO II

- Bondar, G. 1942. Notas entomológicas da Baía IX. Revista de Entomología, Río de Janeiro 13: 1-39.
- Briese, D. T. 1996a. Potential impact of the stem-boring weevil *Lixus cardui* on the growth and reproductive capacity of *Onopordum* thistle. Biocontrol Sci. Technol. 6: 251-261.
- Briese, D. T. 1996b. Life history of the *Onopordum capitulum* weevil *Larinus latus* (Coleoptera: Curculionidae). Oecologia 105: 454-463.
- Clark, W. E., H. R. Burke, R. W. Jones, and R. S. Anderson. 2019. The North American species of the *Anthonomus squamosus* species-group (Coleoptera: Curculionidae: Curculioninae: Anthonomini). Coleopt. Bull. 73: 773-827.
<https://doi.org/10.1649/0010-065X-73.4.773>
- Da Costa Lima, A. 1956. Insetos do Brasil. Vol. 10. Coleópteros, Cuarta y última parte. Serie Didáctica (12). Escola Nacional de Agronomia, Rio de Janeiro, Brasil.
- Duan, J. J., D. C. Weber, B. Hirs, and S. Dorn. 1996. Spring behavioral patterns of the apple blossom weevil. Entomol. Exp. Appl. 79: 9-17.
- Duan, J. J., D. C. Weber, and S. Dorn. 1998. Flight behavior of pre- and post-diapause apple blossom weevils in relation to ambient temperature. Entomol. Exp. Appl. 88: 97-99.
- Duncan, I. W., C. M. McCoy, P. A. Stansly, J. H. Graham, and R. F. Mizell. 2001. Estimating the relative abundance of adult citrus root weevils (Coleoptera: Curculionidae) with modified tedders traps. Environ. Entomol. 30: 939-946.
<https://doi.org/10.1603/0046-225X-30.5.939>
- Fornasari, L., and R. Sobhian. 1993. Life history of *Eustenopus villosus* (Coleoptera: Curculionidae), a promising biological control agent for yellow starthistle. Biol. Control 22: 684-692.
- Gibo, D. L. 1972. Hibernation sites and temperature tolerance of two species of *Vespula* and one species of *Polistes*. J.N.Y. Entomol. Soc. 80: 105-108.
- Gültekin, L., Ş. Güçlü, and H. Özbek. 2000. The biology of *Larinus latus* (Herbst) and *Lixus cardui* (Olivier) (Coleoptera, Curculionidae) on *Onopordum bracteatum*

- Boiss. et Heldr. (Asteraceae), pp. 197-206. Proceeding of the Fourth Turkish National Congress of Entomology, 12-15 September 2000, Kuşadası-Aydın-Turkey.
- Gültekin, L., Ş. Güçlü, and O. N. Nikulina. 2003. The life history of the capitulum weevil, *Larinus latus* (Herbst) (Coleoptera, Curculionidae). N. Z. J. Agric. 46: 271-274.
- Kissinger, D. G. 1962. The curculionid beetles collected on the explorers Club American Museum of Natural History Entomological Expedition to Yucatan, Mexico, in 1952 (Coleoptera, Curculionidae). American Museum Novitates 2086: 1-28.
- Lanteri, A. A., A. E. Marvaldi, y S. M. Suarez. 2002. Gorgojos de la Argentina y sus plantas huéspedes. Tomo I: Apionidae y Curculionidae. Publicación Especial Sociedad Entomológica Argentina, San Miguel de Tucumán, Argentina.
- Lees, A. D. 1956. The physiology and biochemistry of diapause. Annu. Rev. Entomol. 1: 1-16.
- Levent, G., and B. A. Korotyaev. 2012. Ecological description of two seed-feeding weevils of the genus *Mononychus germar* (Coleoptera: Curculionidae) on *Iris iberica* Hoffmann and *Iris spuria* L. in Northeastern Turkey. Coleopt. Bull. 66: 155-161.
- López-Guillén, G., A. P. Terán-Vargas, J. Ruiz Gómez, J. San-Juan Lara, G. H., Rosado-Neto, C. W. O'Brien, L. Cruz-López, L. A., Rodríguez-del-Bosque, and R. Alatorre-Rosas. 2012. First record of *Rhyssomatus nigerrimus* (Curculionidae: Molytinae: Cleogonini) infestations in soybeans in Mexico. Fla. Entomol. 95: 2524-2528.
- López-Guillén, G., R. E. Palacios Torres, A. G. Bustamante Ortiz, L. A. Prieto Baeza, J. A. Rueda Barrientos, y A. R. Ramírez Seañez. 2016. Morfología del corion de huevos de *Pachycoris klugii* Burmeister y *P. torridus* (Scopoli) (Hemiptera: Scutelleridae), plagas de *Jatropha curcas*. Southwest. Entomol. 41: 133-144.
- Maes, J. M., y C. W. O'Brien. 1990. Lista anotada de los Curculionidea (Coleoptera) de Nicaragua. Rev. Nica. Ent. 12:1-78.
- Magallanes, E. A., A. Díaz-Franco, M. A. Reyes-Rosas, E. Rosales-Robles, M. Alvarado-Carrillo, M. M. Silvia-Serna, A. J. Bustamante-Dávila, y H. M. Cortinas Escoba. 2014. Tecnología de producción en soya [*Glycine max* (L.) Merrill] para el norte de Tamaulipas. Folleto Técnico MX-0-310301-47-03-13-09-58. CIRNE- INIFAP. pp. 4-5.

- Marshall, A. K. 1929. New Curculionidae (Col.) from cultivated plants. Bull. Entomol. Res. 19: 391-400.
- Morrone, J. J., R. Muñiz, J. Asiain, y J. Márquez. 2002. Lista de las especies de curculionoidea (insecta: Coleoptera) depositadas en la colección del Museo de Zoología "Alfonso I. Herrera", Facultad de Ciencias, UNAM (MZFC). Acta Zool. Mex. (n.s.) 87: 147-165.
- O'Brien, C. W., and G. J. Wibmer. 1981. An annotated bibliography of keys to Latin American weevils, Curculionidae sensu lato (Coleoptera: Curculionoidea). Southwest. Entomol. Suppl. 2: 1-58.
- Petersen, M. K. 1999. Capacity of the *Bembidon lampros* and *Tachyporus hypnorum* to survive periods of starvation in early spring. Entomol. Exp. Appl. 90: 207-214.
- Salas-Araiza, M. D., C. W. O'Brien, and J. Romero-Nápoles. 2001. Curculionidae (Insecta: Coleoptera) from the State of Guanajuato, Mexico. Insecta Mundi 15: 44-57.
- Sobhian R., and L. Fornasari. 1994. Biology of *Larinus curtus* Hochhut (Coleoptera: Curculionidae), a European weevil for biological control of yellow starthistle *Centaurea solstitialis* L. (Asteraceae), in the United States. Biol. Control 4: 328-335.
- Stanca-Moise, C. 2016. Observations on the biology, ecology, and ethology of the poppy weevil *Neoglocianus maculaalba* (Herbst, 1795) (Coleoptera, Cuculionidae) in a garden with spontaneous poppy in the city of Sibiu (Romania) under 2014 climate conditions. Analele Universității din Oradea, Fascicula Biologie, Short Communication, Tom. XXIII: 84-86.
- Tysowsky, M., and C. K. Dorsey. 1970. Hibernation and estivation habits of the alfalfa weevil in West Virginia. J. Econ. Entomol. 63: 347-350.
- Wibmer, G. J., and C. W. O'Brien. 1986. Annotated checklist of the weevils (Curculionidae sensu lato) of South America (Coleoptera: Curculionoidea). Memoirs American Entomological Institute 39: 1-563.

CAPITULO III

- Bailez, O., Viana-Bailez, A. M., Gomes de Lima, J. O., & Moreira, D. D. O. (2003). Life-history of the guava weevil, *Conotrachelus psidii* Marshall (Coleoptera: Curculionidae), under laboratory conditions. *Neotropical Entomology*, 32(2), 141-149.
- Castañeda-Ramírez, G. S., López-Guillén, G., Cruz-López, L., Hernández-Núñez, E., Wong-Villarreal, A., Sánchez, J. E., & Aguilar-Marcelino, L. (2024). In vitro evaluation of methanol extracts of edible fungi *Pleurotus ostreatus* and *Lentinula edodes* against *Rhyssomatus nigerrimus* Fahraeus. *Brazilian Journal of Biology*, 83, e276127. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.276127>
- Cazado, L. E., Van Nieuwenhove, G. A., O'Brien, C. W., Gastaminza, G. A., & Murúa, M. G. (2014). Determination of number of instars of *Rhyssomatus subtilis* (Coleoptera: Curculionidae) based on head capsule widths. *Florida Entomologist*, 97(2), 639-643. <https://doi.org/10.1653/024.097.0241>
- González-Domínguez, M., López-Guillén, G., & Cruz-López, L. (2024). Volatiles from soybean flowers attract the Mexican soybean weevil, *Rhyssomatus nigerrimus* (Coleoptera: Curculionidae). *Applied Entomology and Zoology*. <https://doi.org/10.1007/s13355-023-00857-2>.
- López-Guillén, G., Terán-Vargas, A. P., Ruiz, J. G., Lara, J. S. J., Rosado-Neto, G. H., O'Brien, C. W., & Alatorre-Rosas, R. (2012). First record of *Rhyssomatus nigerrimus* (Curculionidae: Molytinae: Cleogonini) infestations in soybeans in Mexico. *Florida Entomologist*, 95(2), 524-528.
- López-Guillén, G., Valdez-Carrasco, J., Gómez, J., Martínez Zarate, C. J., & Cruz-López, L. (2016). Dimorfismo y Proporción Sexual de Poblaciones Naturales de Adultos de *Rhyssomatus nigerrimus*. *Southwestern Entomologist*. <https://doi.org/10.3958/059.041.0325>
- Martínez-Lara, F., Vázquez-Sauceda, M., Vargas-Madríz, H., Horta-Vega, J. V., González-Gaona, O. J., & Azuara-Domínguez, A. (2023). Subterranean Distribution and Seasonal Emergence from Soil of Adults of *Rhyssomatus nigerrimus* Fahraeus, 1837. *Southwestern Entomologist*. <https://doi.org/10.3958/059.048.0406>

- Pantoja, A., Salazar, A., & Macchiavelli, R. (2006). Recognition of instars and adult trap catches of *Cosmopolites sordidus* (Coleoptera: Curculionidae) from plantains in Puerto Rico. *Annals of the Entomological Society of America*, 99(6), 875-880.
- Terán-Vargas, A. P., & López-Guillén, G. (2014). El picudo de la soya *Rhyssomatus nigerrimus* Fahraeus 1837 (Coleoptera: Curculionidae). *Folleto Técnico*, 38.
- Valdés Estrada, M. E., Hernández Reyes, M. C., & Gutiérrez Ochoa, M. (2010). Determination of the life cycle of *Scyphophorus acupunctatus* (Coleoptera: Curculionidae) under laboratory conditions. *Florida Entomologist*, 93(3), 394-401.
- Whitehead, D. R. (1979). Recognition characters and distribution records for species of *Conotrachelus* (Coleoptera: Curculionidae) that damage avocado fruits in Mexico and Central America.

Filiberto
Martínez Lara

BIOLOGÍA, ABUNDANCIA TEMPORAL Y DAÑO ECONÓMICO DEL
PICUDO *Rhyssomatus nigerrimus* Fahraeus, 1837 (CURCULIONIDAE,

2025