



UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO
DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

“Estudio en la duda. Acción en la fe”



COORDINACION DE INVESTIGACION Y POSGRADO

INSECTOS PARASITOIDES Y DEPREDADORES DE *Opsiphanes cassina fabricii* (LEPIDOPTERA: NYMPHALIDAE) EN PALMA DE ACEITE *Elaeis guineensis* JACQ.

TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRO EN CIENCIAS AGROALIMENTARIAS

PRESENTA

Ocarl Joseph

DIRECTOR

Dr. Rodolfo Osorio Osorio

CODIRECTOR

M.C. Luis Ulises Hernández Hernández

Villahermosa, Tabasco, marzo de 2023

Villahermosa, Tabasco a 28 de marzo de 2023
Of. No. 183/JP/2023
Asunto: Autorización de impresión de Tesis

C. OCARL JOSEPH
EGRESADO DE LA MAESTRÍA EN CIENCIAS AGROALIMENTARIAS
MATRÍCULA 211C26002
PRESENTE.

Estimado C. Joseph.

Por medio de la presente y de acuerdo con su solicitud de autorización de impresión de su trabajo recepcional bajo la modalidad de Tesis, le informo que sobre la base del Artículo 77 del reglamento de estudios de Posgrado vigente 2022 de esta Universidad, y atendiendo a las indicaciones de su Comité Sindical, esta Dirección a mi cargo, le **autoriza la impresión** de su Tesis titulada: "**Insectos parasitoides y depredadores de *Opsiphanes cassina fabricii* (Lepidoptera: Nymphalidae) en palma de aceite *Elaeis guineensis* JACQ**".

Sin otro particular, aprovecho la ocasión para enviarle un afectuoso saludo.

ATENTAMENTE


M. V. Z. JORGE ALFREDO THOMAS TÉLLEZ
DIRECTOR

U.J.A.T.


DIVISION ACADÉMICA DE
CIENCIAS AGROPECUARIAS
DIRECCIÓN

c.c.p. M. C. Irma Gallegos Morales – Coordinadora de Investigación y Posgrado de la DACA
Dra. Magally Guadalupe Sánchez Domínguez – Jefa de Posgrado de la DACA
Dr. Aldenamar Cruz Hernández – Coordinador del Programa Maestría en Ciencias Agroalimentarias
Dr. Rodolfo Osorio Osorio – Director de Tesis.
MGSD'eml

Kms 25, Carretera Villahermosa-Teapa
Ra. La Huasteca, 2ª sección, 86298, Centro, Tabasco, México
Teléfono 993 358 1500 EXT 6601 Y 6602
Correo electrónico: dirección.daca@ujat.mx

www.ujat.mx

CARTA DE CEDE DE DERECHOS

El que suscribe, Ocarl Joseph, estudiante del programa de estudios de posgrado de la Maestría en Ciencias Agroalimentarias, con número de matrícula 211C26002, adscrito a la División Académica de Ciencias Agropecuarias, manifiesto ser autor intelectual y titular de los Derechos de Autor del presente Trabajo de Tesis denominada "INSECTOS PARASITOIDES Y DEPRADADORES DE *Opsiphanes cassina fabricii* (LEPIDOPTERA: NYMPHALIDAE) EN PALMA DE ACEITE *Elaeis guineensis* JACQ.

", y autorizo a la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco para que utilice el presente trabajo con fines Académicos y de Investigación, ya sea de forma física o digital para su difusión y sin fines de lucro; autorización que se hace de manera enunciativa mas no limitativa para subirla a la Red Abierta de Bibliotecas Digitales (RABID), y a cualquier otra red académica con las que la Universidad tenga relación institucional.

Por lo antes manifestado, libero a la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco de cualquier reclamación legal que pudiera ejercer respecto al uso y manipulación de la Tesis mencionada y para los fines estipulados en este documento.

Se firma la presente autorización en la Ciudad de Villahermosa, Tabasco; a los veintisiete días del mes de marzo del año 2023.

ATENTAMENTE



Ocarl Joseph

Matricula: 211c26002

AGRADECIMIENTOS

A mi amado Dios por su amor incondicional y singular a mi persona, siempre está conmigo, al Espíritu Santo quien glorifica el nombre de Jesús en este proceso.

A mi director de tesis el Dr. Rodolfo Osorio-Osorio y mi codirector M.C. Luis Ulises Hernández-Hernández que durante todo el periodo de la maestría me dieron todo para crecer profesional y humanamente, de verdad agradecerles es muy poco. Al M.C. Jorge Manuel Valdez Carrasco por las excelentes tomas fotográficas de los especímenes que están en este documento.

A mi comité sinodal por su entrega desde el principio al fin sus recomendaciones y aportes son valiosos para este logro.

Al cuerpo docente sin distinción por su paciencia, dedicación y colaboración siempre en busca de una u otra forma para transmitir el conocimiento y que sus mensajes sean bien captados y entendidos.

A todos mis amigos y amigas quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por otorgarme la beca con que financia todo el estudio y los gastos de la maestría.

A la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT), por brindarme la oportunidad de concretizar este sueño de ser Maestro en Ciencias a través de la División Académica de Ciencias Agroalimentarias (DACA), en su programa de Maestría en Ciencias Agroalimentarias. A todas las autoridades de la (DACA) de una o otra forma que contribuyen a este logro, por confiar en mí, abrirme las puertas y permitirme realizar todo el proceso de investigación dentro y fuera del establecimiento educativo.

DEDICATORIA

A mi Querida madre Oxana Simeón, por ser el pilar más importante en mi vida y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional sin importar nuestras diferencias de opiniones.

Sobre todo, gracias a mis lindas especialmente mi esposa Dra. Samenta Dolcin y a mi querida hija Carla Samie D. Joseph, por su paciencia, comprensión y solidaridad con este proyecto, por el tiempo que me han concedido, para este estudio que sin su apoyo este trabajo no sería posible.

A mis hermanos y hermanas: Jn Ebert, Edeure, Lidana y Rose-Darlie Joseph, gracias por estar conmigo y apoyarme siempre, los quiero mucho.

A mi suegra Marie Delivrance Pierre, cuñado Dr. Darby Dolcin por sus colaboraciones siempre me apoyan más allá de todas las fronteras.

A los doctores: Felson Flovil y Jean Jacques Donatien quienes me orientan y colaboran conmigo en la maestría desde el principio al fin.

A Jean Toussaint Altine, con un papel a veces como padre, hermano, consejero y financiador (Brother, chapo ba pou ou).

A Fernanda Cobra de Oliveira, que desde Brasil ha colaborado de forma muy especial desde 2021 hasta hoy para el logro de este objetivo.

CONTENIDO

	Página
INDICE DE CUADROS	vii
INDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. JUSTIFICACIÓN	3
III. OBJETIVOS	5
3.1. Objetivo general	5
3.2. Objetivos específicos	5
IV. HIPÓTESIS	6
V. REVISIÓN DE LITERATURA	7
5.1. Importancia de la palma de aceite	7
5.2. Distribución geográfica de <i>O. cassina fabricii</i>	8
5.3. Morfología, taxonomía y desarrollo de <i>O. cassina fabricii</i>	9
5.4. Comportamiento, ciclo de vida y plantas huéspedes de <i>O. cassina fabricii</i>	9
5.5. Daños de <i>O. cassina fabricii</i>	11
5.6. Manejo fitosanitario del cultivo de palma de aceite	11
5.7. Especies de parasitoides y depredadores de <i>O. cassina fabricii</i>	12
5.8. Búsqueda y recolecta de parasitoides y depredadores	15
VI. MATERIALES Y MÉTODOS	18
6.1. Localización del área de estudio	18
6.2. Búsqueda y recolecta de parasitoides y depredadores	19
6.3. Preservación y alimentación de los insectos recolectados	20
6.4. Identificación taxonómica de los parasitoides	20
6.5. Análisis de datos	21
VII. RESULTADOS Y DISCUSION	22
7.1. Poblaciones de <i>O. cassina fabricii</i>	22
7.2. Identificación taxonómica de parasitoides	24
7.2.1. <i>Cotesia cassina</i> Salgado-Neto, Vásquez & Whitfield	25

7.2.2. <i>Conura maculata</i> Fabricius.....	27
7.2.3. <i>Conura immaculata</i> Cresson.....	29
7.3. Tasas de parasitismo de <i>O. cassina fabricii</i>	31
7.3.1. Parasitismo de larvas.....	31
7.3.1. Parasitismo de pupas	32
VIII. CONCLUSIONES.....	36
IX. BIBLIOGRAFÍA.....	37

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Especies de insectos parasitoides que atacan a <i>O. cassina</i> en plantaciones de la palma de aceite en Centro y Sur de América.	14
Cuadro 2. Especies de insectos depredadores que atacan a <i>O. cassina</i> en plantaciones de la palma de aceite en Centro y Sur de América.	15

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

INDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Localización geográfica de las plantaciones comerciales de palma de aceite (<i>E. guineensis</i>) en Tabasco, México (INEGI, 2023).	18
Figura 2. Número y porcentaje de estados de desarrollo de <i>O. cassina fabricii</i> encontrados en plantaciones de palma de aceite (<i>E. guineensis</i>) de los ejidos Ceiba, Tacotalpa (A) y Montaña, Jalapa (B), Tabasco, de septiembre de 2021 a agosto de 2022.....	22
Figura 3. Densidad relativa de <i>O. cassina fabricii</i> en plantaciones de palma de aceite (<i>E. guineensis</i>) en los ejidos Ceiba, Tacotalpa y Montaña, Jalapa Tabasco, de septiembre de 2021 a agosto de 2022.....	23
Figura 4. Adultos de <i>Cotesia cassina</i> Salgado-Neto, Vásquez & Whitfield (Hymenoptera: Braconidae).....	26
Figura 5. Larva de 5.º instar de <i>O. cassina fabricii</i> sobre una masa de puparios de <i>C. cassina</i> en un foliolo de palma de aceite.....	27
Figura 6. Adultos de <i>Conura maculata</i> Fabricius (Hymenoptera: Chalcididae).....	28
Figura 7. Pupas de <i>O. cassina fabricii</i> . Pupa recién formada (A), pupa parasitada por <i>Conura maculata</i> (B) y Pupario con orificios de salida de <i>C. maculata</i> (C).	29
Figura 8. Adultos de <i>Conura immaculata</i> Fabricius (Hymenoptera: Chalcididae).....	30
Figura 9. Número de parasitoides y porcentaje de parasitismo sobre larvas o pupas de <i>O. cassina fabricii</i> , en dos plantaciones de palma de aceite (<i>E. guineensis</i>) en Tabasco, México, de septiembre de 2021 a agosto de 2022.	32
Figura 10. Relación entre número total de pupas recolectadas de <i>O. cassina fabricii</i> y número de pupas parasitadas por <i>Conura maculata</i> y <i>C. immaculata</i> en plantaciones de palma de aceite (<i>E. guineensis</i>) del ejido Ceiba, Tacotalpa (A) y ejido Montaña, Jalapa (B), Tabasco, México de septiembre de 2021 a agosto de 2022.	34

RESUMEN

La mariposa-búho de bandas divididas *Opsiphanes cassina fabricii* (Boisduval) (Lepidoptera: Nymphalidae) es una plaga importante en el cultivo de la palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.). Por lo tanto, es importante saber cuáles son sus enemigos naturales y cuál es el impacto de cada uno de ellos sobre los estados de desarrollo de *O. cassina fabricii*. Desde septiembre de 2021 hasta agosto de 2022, se realizaron muestreos mensuales en plantaciones comerciales de palma de aceite de los ejidos Montaña Jalapa y Ceiba Tacotalpa, Tabasco, México. El objetivo fue identificar las especies de parasitoides que atacan a *O. cassina fabricii* y sus tasas de parasitismo. En cada fecha de muestreo se seleccionaron 120 palmas de forma aleatoria por plantación, en un recorrido en zigzag por los caminos de cosecha. En cada palma se revisaron el haz y envés de 4 frondas (considerando las frondas 17 al 25), para la búsqueda y recolecta de huevos, larvas, pupas y adultos de *O. cassina fabricii*, sanas y parasitadas. Los especímenes encontrados fueron preservados o criados en condiciones de laboratorio hasta el estado de adulto para detectar parasitismo. Se encontraron tres especies de parasitoides de *O. cassina fabricii*: *C. maculata* Fabricius y *C. immaculata* Cresson (Hymenoptera: Chalcididae) como parasitoides de pupas; y *Cotesia cassina* Salgado-Neto, Vásquez & Whitfield (Hymenoptera: Braconidae) como parasitoide de larvas de 5.º instar. Las tasas de parasitismo de *C. maculata*, *C. immaculata* y *C. cassina* en el ejido la Ceiba fueron de 61.7%, 15.3% y 17.6%, respectivamente; mientras que, en el ejido Montaña la tasa de parasitismo de *C. maculata* fue de 18.2% y la de *C. cassina* fue de 22.2%. Se considera que esta actividad parasítica contribuye, al menos de forma parcial, en la regulación de los niveles de población de *O. cassina fabricii* en el área de estudio.

Palabras claves: Enemigos naturales, parasitismo, *Conura* spp., *Cotesia cassina*.

ABSTRACT

The split-banded owl-butterfly *Opsiphanes cassina fabricii* (Boisduval) (Lepidoptera: Nymphalidae) is an important pest of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) crop. Therefore, it is important to know which are its natural enemies and what is the impact of each of them on the developmental stages of *O. cassina fabricii*. From September 2021 to August 2022, samplings per month were carried out in commercial oil palm plantations in the Montaña Jalapa and Ceiba Tacotalpa ejidos, Tabasco, Mexico. The aim was to identify the species of parasitoids that attack *O. cassina fabricii* and their parasitism rates. On each sampling date, 120 palms were randomly selected per plantation, in a zigzag route along the harvest roads. In each palm, the top and underside of 4 fronds (considering fronds 17 to 25) were checked for the search and collection of healthy and parasitized eggs, larvae, pupae, and adults of *O. cassina fabricii*. The specimens found were preserved or reared under laboratory conditions until the adult stage to detect parasitism. Three species of *O. cassina fabricii* parasitoids were founded: *C. maculata* Fabricius and *C. immaculata* Cresson (Hymenoptera: Chalcididae) as parasitoids of pupae; and *Cotesia cassina* Salgado-Neto, Vásquez & Whitfield (Hymenoptera: Braconidae) as parasitoid of 5th instar larval. The parasitism rates of *C. maculata*, *C. immaculata* and *C. cassina* in the La Ceiba ejido were 61.7%, 15.3% and 17.6%, respectively; while, in the Montaña ejido, the parasitism rate of *C. maculata* was 18.2% and that of *C. cassina* was 22.2%. It is considered that this parasitic activity contributes, at least partially, to the regulation of population levels of *O. cassina fabricii* in the study area.

Keywords: Natural enemies, parasitism, *Conura* spp., *Cotesia cassina*.

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) es afectado por factores bióticos y abióticos, que inciden en su crecimiento, desarrollo y productividad. Uno de los factores bióticos más importantes es el ataque de insectos defoliadores; entre los cuáles, se encuentra *Opsiphanes cassina fabricii* (Boisduval) (Lepidoptera: Nymphalidae) (Genty et al., 1978; Chinchilla, 2003; Osorio-Osorio et al., 2021). El estado larval de esta especie se alimenta de las frondas (hojas) de la palma, reduciendo la capacidad fotosintética, respiración y nutrición de la planta.

Opsiphanes cassina es una plaga de importancia económica en plantaciones comerciales de palma de aceite de América Central (Genty et al., 1978; Rodríguez et al., 2006; Mexzón y Chinchilla, 2011; Bustillo-Pardey, 2019). Las primeras defoliaciones documentadas de esta especie ocurrieron en Honduras a principios de la década de 1970, y en Costa Rica en la década de 1980, cuando se contaron hasta 600 larvas por fronda en varios cientos de hectáreas afectadas (Chinchilla, 2003).

Los estados biológicos de huevo, larva y pupa de *O. cassina* son atacados por varias especies de insectos parasitoides y depredadores, en plantaciones de palma de aceite de América Central y América del Sur (Genty et al., 1978). En Colombia, las avispas *Telenomus* sp. (Scelionidae) y *Oencyrtus* sp. (Encyrtidae) parasitan huevos (Zenner de Polanía y Posada, 1992); mientras que, las avispas de *Cotesia cassina* (Braconidae) parasitan larvas de *O. cassina* (Salgado-Neto et al., 2021). En Venezuela, los parasitoides *Brachymeria* sp. (Hymenoptera: Chalcididae), *Cotesia* sp. (Hymenoptera: Braconidae), *Sarcodexia innota* Walker (Diptera: Sarcophagidae), *Conura* sp. (Hymenoptera: Chalcididae), *Tetrastichus* sp. (Hymenoptera: Eulophidae), *Rhysipolis* sp. (Hymenoptera: Braconidae), *Aleiodes* sp. parasitan larvas o pupas de *O. cassina*; mientras que la chinche *Alcaeorrhynchus grandis* (Hemiptera: Pentatomidae) es un depredador de larvas

(Escalante y Rosales, 2007). En Costa Rica, las avispa *C. maculata* y *C. immaculata* parasitan pupas de *O. cassina* (Delvare y Genty, 1992; Mexzón y Chinchilla, 1996).

Un desafío de la agricultura mexicana en materia fitosanitaria es la disponibilidad de alternativas o paquetes tecnológicos basados en el control biológico (Williams et al., 2013). El control biológico es un enfoque seguro y sostenible que se basa en el uso de enemigos naturales, tales como depredadores, parasitoides o patógenos para controlar plagas agrícolas (Wang et al., 2019). Los insectos parasitoides y depredadores son los más comunes en los programas de control biológico de plagas (Carballo, 2002).

Uno de los aspectos clave para mejorar el control biológico natural en un agroecosistema, es la identificación taxonómica de los insectos parasitoides y depredadores nativos que actúan como enemigos naturales y el impacto que ejercen sobre la plaga (Heimpel y Mills, 2017). Por lo anterior esta investigación tiene como finalidad establecer la identidad taxonómica y los porcentajes de parasitismo de parasitoides y depredadores sobre *O. cassina fabricii* en dos plantaciones comerciales de palma de aceite en Tabasco, México. La información obtenida será la base para profundizar en el estudio de las interrelaciones que ocurren entre *O. cassina* y sus parasitoides y depredadores en las plantaciones de palma de aceite. Asimismo, será de utilidad para fomentar las estrategias y acciones de manejo integrado de plagas, bajo un enfoque de producción sostenible del cultivo, privilegiando la salud humana, la conservación de la biodiversidad, la disminución de los costos de producción y el incremento del retorno económico de los productores de palma de aceite.

II. JUSTIFICACIÓN

La palma de aceite (*E. guineensis*) es uno de los cultivos oleaginosos más importantes del mundo. A nivel global, en año de 2021 se cultivaron unas 28.9 millones de hectáreas, con una producción 416,396,560 toneladas de aceite al año (FAOSTAT, 2023). En los últimos 10 años, la superficie sembrada de palma de aceite en México se incrementó de 32,701 a 115,238 ha (FAOSTAT, 2023). Esta tendencia fue similar en el estado de Tabasco, México, al pasar de 5,925 ha a 27,520 ha (FEMEXPALMA, 2021). A nivel nacional participan un total de 6,926 productores de palma de aceite (FEMEXPALMA, 2021).

Con el crecimiento del área cultivada de palma de aceite en México, las importaciones de aceite crudo de palma en 2021 con respecto a 2020, se redujeron 100,400 toneladas, lo que representó una baja de las importaciones de un 24.5% (SIAVI, 2021). Dado que en nuestro país se consumen unas 709,252 toneladas de aceite de palma al año (FEMEXPALMA, 2021), se estima que la producción nacional actual de palma de aceite solo satisface un 56.3% de la demanda en el consumo interno. En el 2021 se importaron 309,703 ton de aceite de palma procedentes principalmente de países productores de Latinoamérica (SIAVI, 2021).

En América Central y América del Sur, el defoliador *O. cassina* ha causado importantes daños en plantaciones de palma de aceite (Genty et al., 1978; Chinchilla, 2003). Por lo tanto, se encuentra bajo vigilancia permanente a través de estrategias de manejo integrado de plagas (Calvache, 2001; Rodríguez et al., 2012; Rosales, 2020). El rápido crecimiento poblacional de *O. cassina* en una plantación de palma de aceite puede generar hasta un 90% de la defoliación del cultivo (Chinchilla, 2003). Las defoliaciones de un 50% se traducen en 17 y 43% de pérdidas en la producción del primer y segundo año, respectivamente (Pérez, 2010).

Recientemente, Osorio-Osorio et al. (2021) reportaron que *O. cassina fabricii* es una especie fitófaga que se encuentra en las plantaciones de palma de aceite en el estado de Tabasco, México. Sus poblaciones son relativamente escasas, no obstante, se espera que surjan brotes poblacionales de *O. cassina fabricii* a medida que aumente la superficie y el tiempo de cultivo de palma de aceite en el Estado, tal como ha ocurrido en otros países de América (Calvache, 2001; Mexzón y Chinchilla 2003; Rodríguez et al., 2012; Rosales, 2020). Se cree, que, al establecer grandes extensiones de palma de aceite, cerca de los hábitats originales de esta plaga (bosques) contribuye a la fragmentación del hábitat y podría ocasionar la ruptura del equilibrio natural sobre la biodiversidad de los enemigos naturales y la plaga en la región, dando lugar a que *O. cassina fabricii* exprese su potencial de daño (Osorio-Osorio et al., 2021). Un reto importante para enfrentar este problema es reconocer, en primera instancia, cuáles son los especímenes que ejercen el control biológico natural de esta plaga, para que puedan ser utilizadas como agentes de control biológico en esquemas de manejo integrado de plagas (Osorio-Osorio et al., 2021).

III. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

Establecer la identidad taxonómica y los niveles de parasitismo o depredación de insectos parasitoides o depredadores en los diferentes estados de desarrollo de *O. cassina fabricii*, en plantaciones de palma de aceite del municipio de Jalapa y Tacotalpa, Tabasco, México.

3.2. Objetivos específicos

- 3.2.1 Realizar la búsqueda y recolecta de insectos parasitoides y depredadores de *O. cassina fabricii* en plantaciones de palma de aceite.
- 3.2.2 Preservar y/o alimentar las formas biológicas parasitadas de *O. cassina fabricii* hasta la emergencia de los parasitoides adultos.
- 3.2.3 Identificar a nivel de especie los parasitoides y depredadores encontrados.
- 3.2.4 Estimar los niveles de parasitismo o depredación por especie, fecha de recolecta y localidad a través del periodo de muestreo.

IV. HIPÓTESIS

Los parasitoides *Telenomus* sp. (Scelionidae), *Brachimeria* sp. (Chalcididae), *Conura* spp. (Chalcididae), *Tetrastichus* sp. (Eulophidae), *Cotesia* sp. (Braconidae), *Aleiodes* sp. (Braconidae) y *Rhysipolis* sp. (Braconidae); así como los depredadores *Alcaeorrhynchus grandis*, *Podissus* sp. y *Mormidea* sp. (Pentatomidae) son enemigos naturales de *O. cassina* en Centro y Sur de América, que se encuentran y contribuyen al control biológico natural de *O. cassina fabricii* en Jalapa y Tacotalpa, Tabasco, México.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

V. REVISIÓN DE LITERATURA

5.1. Importancia de la palma de aceite

La palma de aceite (*E. guineensis*) también conocida como la palma africana por su lugar de origen, es uno de los cultivos oleaginosos más importantes del mundo (FAOSTAT, 2023). A nivel mundial, se cultivan unas 28.9 millones de hectáreas, con un rendimiento promedio de 14.4 toneladas por hectárea (FAOSTAT, 2023). Este cultivo requiere de bajos insumos de producción y su rendimiento por unidad de área cultivada es más alta que otros cultivos oleaginosos (Khatun et al., 2017). La cantidad de aceite vegetal por unidad de área cultivada de palma de aceite es hasta tres y cinco veces mayor que el rendimiento obtenido del cultivo de palma de coco (*Cocos nucifera* L.) y soya (*Glycine max* L.), respectivamente (FAOSTAT, 2023). Esto hace que el aceite de palma sea el aceite vegetal menos costoso del mundo (RSPO, 2023).

Las plantas de *E. guineensis* producen racimos de frutos, de los cuáles se pueden extraer dos tipos de aceites. A partir de la pulpa o mesocarpio de los frutos, se extrae el aceite vegetal comercial, y de la semilla del fruto (encerrada en una nuez dura) se obtiene el aceite de palmiste. Este último deja un residuo proteico (la torta de palmiste) que se utiliza como alimento para animales. El aceite vegetal obtenido de la palma de aceite se utiliza en una amplia gama de productos, tanto del ámbito alimenticio como industrial (RSPO, 2023). Este aceite se usa en confitería, aceite para freír, galletería, helados, margarinas para panadería, repostería y de mesa, mantecas industriales, pastillaje, crema para café, emulsificantes, mayonesas y sustituto de la manteca de cacao, salsas y aderezos entre otros (Garcés y Cuéllar, 1997). Otros usos del aceite vegetal en la industria no alimenticia son la producción de biodiesel, gomas, tintas para impresión, jabones de uso doméstico y detergentes, barro de perforación, velas, cosméticos, láminas de estaño

y ácidos para lubricar fibras en la industria textil, entre otros (Garcés y Cuéllar, 1997; Sanabria, 2016).

5.2. Distribución geográfica de *O. cassina fabricii*

El adulto de *Opsiphanes cassina fabricii* (Boisduval 1870) (Lepidoptera: Nymphalidae: Satyrinae) se denomina “mariposa búho de bandas divididas”, fue encontrado por primera vez en Guatemala y designado como *Caligo fabricii* por Boisduval (1870). Posteriormente fue denominado como *O. cassina fabricii* por Stichel (1902) y Bristow (1991). Otros autores, en Costa Rica (DeVries 1987, Chacón et al., 2012) y Guatemala (Rosales, 2020) esta subespecie se le conoce con el nombre científico de *Opsiphanes cassina* Felder & Felder tal como fue identificado por primera vez en 1862 (Felder y Felder, 1862).

De acuerdo a los trabajos de Stichel (1902) y Bristow (1991) se reconocen 12 subespecies de *O. cassina*, de las cuales *O. cassina fabricii* se distribuye en México, Guatemala, Belice, El Salvador, Honduras y probablemente Nicaragua (Bates, 1932; Bristow, 1991). De acuerdo con DeVries (1987), la especie *O. cassina*, está ampliamente distribuida en los bosques tropicales, desde México hasta las Amazonas en Brasil. En México, se han recolectado especímenes adultos en los estados de Campeche, Chiapas, Guerrero, Hidalgo, Michoacán, Nayarit, Oaxaca, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sinaloa, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán (Vargas et al., 2008). Sin embargo, no se especifican sobre que especies de plantas se recolectaron. Los primeros datos de la presencia de adultos de *O. cassina fabricii* en el cultivo de palma de aceite en México, se registraron en Cárdenas, Tabasco, México (Hernández-Martínez et al., 2016). Recientemente, se ha confirmado la presencia de las larvas atacando el follaje de la palma de aceite en prácticamente todas áreas de cultivo del estado de Tabasco (Osorio-Osorio et al., 2021).

5.3. Morfología, taxonomía y desarrollo de *O. cassina fabricii*

Los estados de desarrollo de *Opsiphanes cassina fabricii* son: huevo, larva, pupa y adulto. Los huevos son redondos, de 2 mm de diámetro, de apariencia reticulada, inicialmente son de color crema, después se tornan oscuros al término de la incubación y su duración aproximada es de 9.5 días (Barriga, 1996). La larva pasa por cinco estadios larvales (Genty et al., 1978). Las larvas pequeñas son de color verde amarillento con una banda longitudinal dorsal de color amarillo y bandas longitudinales delgadas supraespiraculares y espiraculares de color verde pálido. Cuando alcanzan su máximo desarrollo miden de 70 a 90 mm de longitud, son de color verde oscuro y la banda dorsal es de color verde amarillento. La larva presenta seis procesos cefálicos en forma de cuernos de color rosado, de donde se ha tomado el nombre de “gusano cabrito”, y en la parte posterior o terminal del abdomen dos apéndices en forma de “V” (Zenner de Polanía y Posada, 1992). La pupas miden en promedio 30 mm de longitud. Recien formadas son de color verde y a medida que avanza el desarrollo se tornan de color café claro, o pajizo. En cada lado del cuerpo presentan una mancha dorada de forma circular (Zenner de Polanía y Posada, 1992).

Los adultos, macho y hembra, son de color marrón chocolate, con una banda ancha en forma de “Y” en las alas anteriores, que las atraviesa diagonalmente desde el margen costal al ángulo anal. En la hembra esta banda es de color naranja mientras que en el macho es de color rojizo (Zenner de Polanía y Posada, 1992; Hernández-Martínez et al., 2016).

5.4. Comportamiento, ciclo de vida y plantas huéspedes de *O. cassina fabricii*

Los huevos de *O. cassina* son adheridos de manera individual en el envés de los folíolos, cerca del raquis o en el ápice de los folíolos, en los bordes laterales del raquis, o en los racimos (Barriga, 1996). La duración del estado huevecillo de *O. cassina* que es de 5 a 10 días (Mexzón y

Chinchilla, 2011). Las larvas recién emergidas raspan el envés de la lámina foliar (primer día); a partir del segundo día, comienzan a alimentarse en los bordes de los folíolos en dirección hacia la nervadura (Harrison, 1963; Young y Muyschondt, 1975). Una vez concluido el quinto ínstar, las larvas no se alimentan más y excretaron la mayor cantidad de heces lo que indica los momentos próximos a pupar. Durante el desarrollo larval se observan a su alrededor unos hilos blancos, donde se refugia durante las horas de menor actividad. El estado larval dura de 34 a 62 días (Mexzón y Chinchilla, 2011). La pupa es de color verde claro que va a cambiar a café en la medida que avanza el proceso desarrollo. La duración de la pupa es de 10 a 15 días (Mexzón y Chinchilla, 2011). Una vez que emerge el adulto, la exuvia se torna de color blanca (Harrison, 1963; Young y Muyschondt, 1975). Los adultos del *O. cassina* tienen hábitos diurnos, con capacidad de volar con rapidez y atracción por sustancias en putrefacción o fermentación (Zenner de Polanía y Posada, 1992). La duración del estado de adulto es de 7 a 10 días (Mexzón y Chinchilla, 2011). En total, el ciclo de desarrollo completo de *O. cassina* ocurre entre 57 y 98 días, en condiciones de $29.0 \pm 2^\circ\text{C}$ y $87 \pm 5\%$ humedad relativa (Mexzón y Chinchilla, 2011).

O. cassina fabricii tiene un número limitado de plantas hospedantes; las larvas prefieren alimentarse de plantas monocotiledóneas "duras" de la familia Arecaceae en áreas boscosas (Bristow, 1991). En San Salvador, se ha encontrado en *Cocos nucifera* L., *Brahea salvadorensis* H. Wendl. Ex. Becc. y *Roystonea regia* (Kunth) O. F. Cook (Young y Muyschondt, 1975). En Costa Rica, se encontró en *C. nucifera*, *Bactris minor* (L.) H. E. Moore y *Acrocomia vinifera* Oerst (Young y Muyschondt, 1975). En México se ha encontrado en palma de aceite *E. guineensis* Jacq. (Osorio-Osorio et al., 2021) y en palma Navidad *Aodiniella merrilli* Becc. (Becc.) (Joseph et al., 2022).

5.5. Daños de *O. cassina fabricii*

La importancia de una determinada plaga es muy relativa, depende del órgano de la palma del cual se alimenta y también las condiciones en las cuales se encuentra la plantación atacada (Genty et al., 1978; Reyes y Cruz, 1986; Calvache, 2001). En Centroamérica *O. cassina fabricii* ocasiona daños severos debido a la voracidad de sus larvas, que logran consumir un equivalente de tres folíolos durante su desarrollo larval. Además, esta especie se caracteriza por un rápido incremento poblacional en grandes extensiones de palma de aceite, lo cual puede provocar defoliaciones hasta de un 90% de la planta en un periodo de tiempo muy corto y generar pérdidas mayores del 50% de la producción en las áreas afectadas (Chinchilla, 2003). Las defoliaciones de un 50% representan entre el 17 y 43% de pérdidas en la producción de palma de aceite del primer y segundo año, respectivamente (Pérez, 2010).

5.6. Manejo fitosanitario del cultivo de palma de aceite

El control de plagas es la aplicación de tecnología, en el contexto del conocimiento biológico, para alcanzar una reducción satisfactoria del número de plagas o sus efectos (Pedigo et al., 2021). De acuerdo con la Mesa Redonda sobre Sostenibilidad en Palma de Aceite (RSPO, por sus siglas en inglés), el manejo fitosanitario de la palma de aceite debe realizarse mediante un Manejo Integrado de Plagas (MIP) (RSPO, 2023). Para alcanzar la certificación RSPO, las unidades de certificación deben establecer, implementar, monitorear y documentar un plan de MIP que considere el uso de los agentes de control biológico de plagas. Con lo cual se pretende proteger, conservar y mejorar los ecosistemas y el medio ambiente, haciendo énfasis en el crecimiento de un cultivo de palma de aceite saludable con la menor alteración posible de los ecosistemas agrícolas (RSPO, 2023).

El control biológico es un enfoque seguro y sostenible que aprovecha enemigos naturales como depredadores, parasitoides o patógenos para controlar plagas agrícolas (Wang et al., 2019).

De forma general, Van Driesche et al. (2007) consideran el control biológico como una forma de manejar poblaciones de plantas o animales con la utilización de uno o más organismos para la reducción de la densidad de planta o animal que causa daño económico. Los diferentes tipos de control biológico en su inmensa mayoría involucran el uso de poblaciones de enemigos naturales para disminuir poblaciones de plagas a densidades menores, ya sea temporal o permanente (Van Driesche y Bellows, 1996). El control biológico puede tener tres distintos enfoques para diferentes propósitos. El control biológico clásico resulta ser el método más factible cuando el propósito es la supresión continua de una plaga en una superficie grande. Las otras dos modalidades de control biológico, son la conservación de enemigos naturales o la liberación de enemigos naturales criados con fines comercial que pueden suprimir por un tiempo plagas de cultivos, ya sean nativas o invasoras (Van Driesche et al., 2007).

5.7. Especies de parasitoides y depredadores de *O. cassina fabricii*

Un insecto parasitoide es aquella especie que se comporta como parasítico dentro o sobre otro insecto conocido como huésped, al que finalmente mata para completar su ciclo de vida (Hajek y Eilenberg, 2018). El parasitismo inicia cuando la hembra adulta del parasitoide busca, selecciona y finalmente oviposita en la parte interna o externa del cuerpo del huésped. Dependiendo de los hábitos del parasitoide, el ataque puede ocurrir en el huevo, larva o pupa del huésped (Van Driesche y Bellows, 1996). En cambio, los insectos depredadores, tanto inmaduros (ninfas o larvas) como adultos, tienen la característica de atacar y consumir muchas presas durante su vida, y generalmente son más grandes que sus presas (Van Driesche y Bellows, 1996).

Los insectos parasitoides dependen completamente de sus huéspedes para su reproducción y supervivencia, son considerados como los enemigos naturales más eficientes de los insectos

plaga (Van Driesche et al., 2007). La mayoría de los parasitoides pertenecen a los Ordenes Diptera o Hymenoptera, en particular de las familias Braconidae, Ichneumonidae, Eulophidae, Pteromalidae, Encyrtidae, Aphelinidae y Tachinidae; mientras que insectos depredadores con uso potencial en control biológico pertenecen a los ordenes Dermaptera, Mantodea, Hemiptera, Thysanoptera, Coleoptera, Neuroptera, Hymenoptera y Diptera (Van Driesche et al., 2007; Hajek y Eilenberg, 2018).

En países palmicultores de Centro y Sur de América, se han identificado varias especies de parasitoides y depredadores como enemigos naturales del defoliador *O. cassina*, que mitigan los brotes poblacionales en las plantaciones de palma de aceite (Delvare y Genty, 1992; Zenner de Polanía y Posada, 1992; Mexzón y Chinchilla, 1996; Calvache, 2001; Mexzón y Chinchilla, 2011; Salgado-Neto et al., 2021). Las especies parasíticas de *O. cassina* se clasifican en las familias taxonómicas de Braconidae, Chalcididae, Encyrtidae, Eupelmidae y Scelionidae del Orden Hymenoptera (Cuadro 1). Tres especies son parasitoides de huevos y nueve especies parasitan larvas o pupas.

Cuadro 1. Especies de insectos parasitoides que atacan a *O. cassina* en plantaciones de la palma de aceite en Centro y Sur de América.

Especie (Orden: Familia)	Estado biológico atacado	País	Autor (es)
<i>Telenomus</i> sp. (Hymenoptera: Scelionidae)	Huevo	Colombia Costa Rica Venezuela	Zenner de Polanía y Posada (1992), Calvache (2001), Pastrana et al. (2021). Mexzón y Chinchilla (2011). Escalante y Rosales (2007), Rodríguez (2021).
<i>Anastatus</i> sp. (Hymenoptera: Eupelmidae)	Huevo	Venezuela Colombia	Rodríguez (2021). Pastrana et al. (2021)
<i>Ooencyrtus</i> sp. (Hymenoptera: Encyrtidae)	Huevo	Colombia Costa Rica	Zenner de Polanía y Posada (1992). Mexzón y Chinchilla (2011).
<i>Cotesia cassina</i> Salgado-Neto, Vásquez & Whitfield (Hymenoptera: Braconidae)	Larva	Colombia	Salgado-Neto et al., (2021).
<i>Rhysipolis</i> sp. (Hymenoptera: Braconidae)	Larva	Venezuela	Escalante y Rosales (2007).
<i>Aleiodes</i> sp. (Hymenoptera: Braconidae)	Larva	Venezuela	Escalante y Rosales (2007).
<i>Conura immaculata</i> Cresson (Hymenoptera: Chalcididae)	Larva-Pupa	Colombia Costa Rica	Calvache (2001). Delvare y Genty (1992), Mexzón y Chinchilla (1996).
<i>Conura maculata</i> F. (Hymenoptera: Chalcididae)	Larva-Pupa	Costa Rica Colombia	Mexzón y Chinchilla (1996). Pastrana et al. (2022).
<i>Conura (=Spitochalcis) nigrifrons</i> (Cameron) (Hymenoptera: Chalcididae)	Pupa	Colombia	Zenner de Polanía y Posada (1992).
<i>Brachymeria</i> sp. (Hymenoptera: Chalcididae)	Pupa	Colombia Costa Rica Venezuela	Zenner de Polanía y Posada (1992), Pastrana et al. (2021). Mexzón y Chinchilla (1996), Mexzón y Chinchilla (2011). Escalante y Rosales (2007).
<i>Tetrastichus</i> sp. (Hymenoptera: Eulophidae).	Pupa	Venezuela	Escalante y Rosales (2007).
<i>Sarcodexia innota</i> Walker (Diptera: Sarcophagidae)	Pupa	Venezuela	Escalante y Rosales (2007).

En cuanto a los insectos depredadores, se conocen cuatro especies de la Familia Pentatomidae del Orden Hemiptera y una de la Familia Dermestidae del orden Coleoptera, todas ellas atacan a larvas de *O. cassina* (Cuadro 2).

Cuadro 2. Especies de insectos depredadores que atacan a *O. cassina* en plantaciones de la palma de aceite en Centro y Sur de América.

Especie (Orden: Familia)	Estado biológico atacado	País	Autor (es)
<i>Alcaeorrhynchus grandis</i> Dallas (Hemiptera: Pentatomidae)	Larva	Colombia Costa Rica Venezuela	Zenner de Polanía y Posada (1992), Pastrana et al. (2021). Mexzón y Chinchilla (2011). Escalante y Rosales (2007).
<i>Podisus</i> sp. (Hemiptera: Pentatomidae)	Larva	Colombia Costa Rica	Zenner de Polanía y Posada (1992), Pastrana et al. (2021) Mexzón y Chinchilla (2011).
<i>Mormidae</i> sp. (Hemiptera: Pentatomidae)	Larva	Costa Rica	Mexzón y Chinchilla (2011).
<i>Proxys punctulatus</i> Palisot de Beauvois (Hemiptera: Pentatomidae)	Larva	Costa Rica	Mexzón y Chinchilla (2011).
<i>Caccoteptus wicki</i> Beal (Coleoptera: Dermestidae)	Huevo y Larva	Colombia	Zenner de Polanía y Posada (1992).

5.8. Búsqueda y recolecta de parasitoides y depredadores

Las especies del Orden Lepidoptera que se alimentan de palmas prefieren alimentarse de las hojas más viejas de la planta (Howard et al., 2001), y para las especies del género *Opsiphanes* que se alimentan de palma de aceite no es la excepción (Rhaindis et al., 1993; Almeida de Oliveira et al., 2018). Por lo tanto, para el muestreo de las formas biológicas de *O. cassina* se recomienda realizar la búsqueda en las frondas 17-25 que corresponden a la parte media-baja del dosel de la planta (Genty et al., 1978; Rhaindis et al., 1993).

Los insectos parasitoides y depredadores representan el tercer nivel trófico en las redes alimenticias terrestres que dependen de sus huéspedes o presas (fitófagos), y éstos a su vez, de las plantas huésped (Mills, 2005). La precisión de la estimación de la abundancia o diversidad de los parasitoides y depredadores depende más de un tamaño de muestra grande en relación a sus huéspedes fitófagos (Henderson, 2021).

En la relación parasitoide-huésped, los parasitoides pasan la mayor parte de su ciclo de vida (huevo, larva y pupa) en íntima asociación con su huésped; por lo tanto, la búsqueda de parasitismo debe dirigirse a los ejemplares del huésped (herbívoro) (Hajek y Eilenberg, 2018). Por el contrario, en la relación depredador-presa es suficiente la observación directa en campo de esta asociación, y el muestreo es independiente de las poblaciones de sus presas (Hajek y Eilenberg, 2018). En cualquiera de los dos casos, es necesario disponer de parasitoides y depredadores adultos para una correcta identificación taxonómica, lo cual nos condiciona a la crianza de los huéspedes parasitados y a los depredadores juveniles hasta obtener adultos (Mills, 2005).

En estudios sobre el parasitismo en insectos fitófagos varían dependiendo del objetivo planteado. En el presente estudio se pretende identificar las especies de parasitoides presentes en lugares, épocas o especies huésped particulares, y clasificar la frecuencia relativa de las especies observadas (Van Driesche, 1983). Los estudios faunísticos de este tipo son en gran parte cualitativos y son válidos en la medida en que se toman suficientes muestras para detectar parasitoides que actúan solo dentro de áreas, tiempos o entornos ecológicos limitados (Van Driesche, 1983). El porcentaje de parasitismo se estima comúnmente a partir de una muestra de huéspedes como la relación entre el número de parasitoides y el número total de hospederos en la muestra (Mills, 2005). En general, los informes de parasitismo porcentuales en la literatura se

basan en el nivel máximo o en el nivel medio de parasitismo de una serie de muestras recolectadas a intervalos del mismo sitio de muestreo.

La depredación es bastante más difícil de medir que el parasitismo por dos razones: la interacción entre un depredador y su presa es muy breve, una cuestión de minutos en la mayoría de los casos, lo que reduce drásticamente las posibilidades de detección por parte del investigador; muy a menudo quedan pocos restos de la presa que puedan ser detectados después de que haya tenido lugar la depredación (Mills, 2005). En los casos en los que se detectan restos de presas después de un evento de depredación, el porcentaje de depredación proporciona una estimación directa del impacto de una población de depredadores. Sin embargo, en la mayoría de los casos, el impacto de la depredación debe estimarse indirectamente como una tasa de depredación basada en una combinación de abundancia de depredadores y tasa de consumo per cápita (Mills, 2005).

Para el estudio de la relación depredador-presa, la observación directa es la estrategia de muestreo más eficaz, ya que es la única técnica que garantiza la validez de la asociación (Mills, 2005). El muestreo cualitativo se realiza para cualquier especie de presa fácilmente observable, mediante búsqueda visual, recolección e identificación correcta de todos los depredadores que se ve que se alimentan activamente de la presa. La observación directa lleva mucho tiempo, pero tiene la ventaja de que también se puede utilizar para cuantificar la abundancia de depredadores y proporciona al observador un conocimiento profundo de la actividad y el comportamiento de las diferentes especies de depredadores (Van Driesche y Bellows, 1996).

El conteo directo de depredadores o plagas parasitadas es el método más común utilizado para evaluar el nivel de enemigos naturales en los sistemas de manejo de plagas. A menudo, estos recuentos se realizan junto con los recuentos de la plaga para obtener proporciones de depredador presa o valores porcentuales de parasitismo (Van Driesche y Bellows, 1996).

VI. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1. Localización del área de estudio

El estudio se llevó a cabo en dos plantaciones comerciales de palma de aceite (*E. guineensis*) uno en el ejido Ceiba 1.^a sección municipio de Tacotalpa (17.571983° Norte, 92.828683° Oeste), y el otro, en el ejido Montaña municipio de Jalapa (17.658796° Norte, 92.824866° Oeste), Tabasco, México (Figura 1).

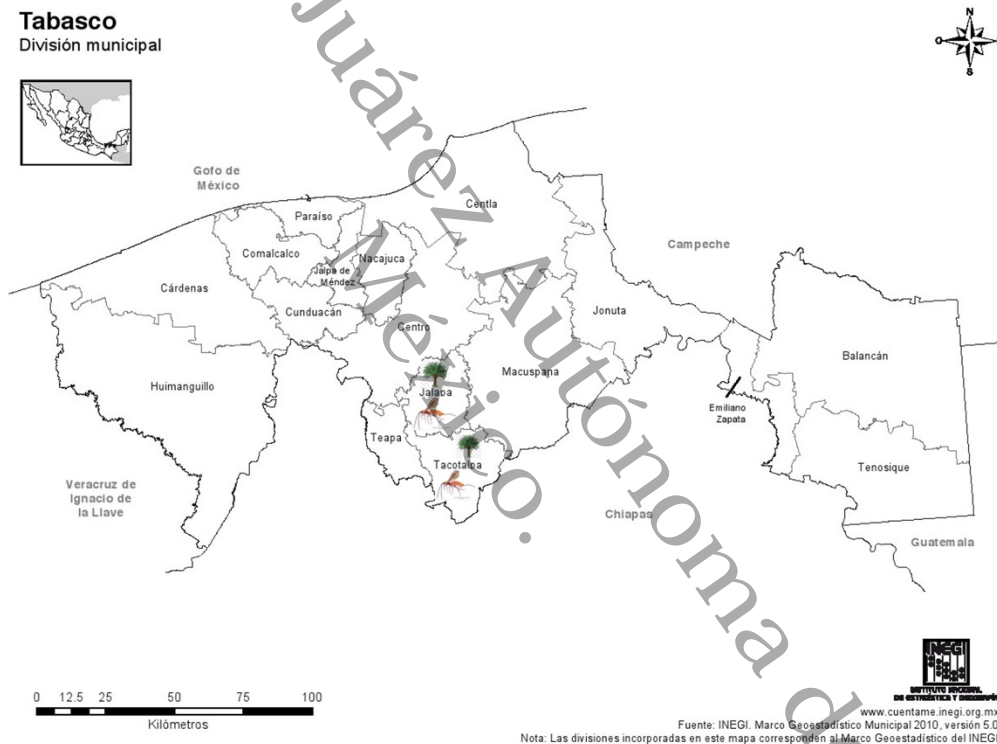


Figura 1. Localización geográfica de las plantaciones comerciales de palma de aceite (*E. guineensis*) en Tabasco, México (INEGI, 2023).

En Jalapa, la plantación consistió de 14 lotes de palma de aceite de la variedad “Deli × La Mé” distribuidos en 240 ha, mientras que, en Tacotalpa fueron 8 lotes de un total de 110 ha de

palma de aceite de la variedad “Deli × Nigeria” proveniente de Costa Rica. Al inicio del estudio, ambas plantaciones tenían entre 5 y 6 años de edad.

El clima del área de estudio es cálido-húmedo (Am), con lluvias acumuladas de 1,600 a 2,500 mm al año. La región se caracteriza por: 1) Una estación seca de marzo a mayo, con temperaturas cálidas y escasas precipitaciones; 2) Una temporada de lluvias de junio a septiembre caracterizada por fuertes aguaceros de corta duración; y 3) Una temporada de 'nortes' de octubre a febrero definida por lluvias prolongadas de baja intensidad (lloviznas) asociadas con días nublados (Larios-Romero y Hernández, 1987).

6.2. Búsqueda y recolecta de parasitoides y depredadores

La búsqueda y recolecta de insectos se llevó a cabo a intervalos de un mes durante 12 meses consecutivos, de septiembre de 2021 a agosto de 2022. En cada fecha de muestreo se seleccionaron 120 plantas de palma de aceite, de forma aleatoria por las calles de cosecha de la plantación mediante un recorrido en zig-zag (Henderson, 2021). De acuerdo con Calvache (1995), este esquema de revisión permite detectar y recolectar plagas de insectos en sus fases iniciales de infestación o cuando se presentan en pequeños brotes de población en la plantación. Por planta, se revisaron cuatro frondas (hojas) de la parte media del dosel de la palma (entre las hojas 17-25), orientadas hacia el norte, sur, este y oeste. Los folíolos de cada fronda se inspeccionaron por completo en el haz y el envés, en búsqueda de insectos depredadores (juveniles o adultos) y ejemplares de huevos, larvas y pupas de *O. cassina* sanas y parasitadas. Las formas biológicas recolectadas se colocaron individualmente en recipientes de plástico; los cuáles, se etiquetaron con datos de localización geográfica, fecha y forma biológica del ejemplar; anotando además, las características morfológicas y de comportamiento del ejemplar recolectado. En las actividades de

búsqueda y recolección se contó con recipientes de plástico de diferentes tamaños, una cámara fotográfica, GPS, una red entomológica, un aspirador, tijeras de podar, pinzas, pinceles, libreta de campo y nevera, entre otros.

6.3. Preservación y alimentación de los insectos recolectados

Las formas biológicas recolectadas de *O. cassina fabricii* en campo se trasladaron al laboratorio de Sanidad Vegetal de la División Académica de Ciencias Agropecuarias (DACA) de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, donde se mantuvieron dentro una cámara de cría de insectos a temperatura de $28\pm 2^{\circ}\text{C}$, humedad relativa de $75\pm 5\%$ y fotoperiodo de 12 horas. Los especímenes se mantuvieron individualmente en recipientes debidamente identificados con fecha y lugar de colecta. Los huevecillos se colocaron en frascos de plástico de 20 ml, mientras que las larvas y pupas dentro de cajas de plástico de 118 ml. En el caso de las larvas vivas se alimentaron con folíolos de palma de aceite para que prosiguieran su desarrollo hasta alcanzar el estado de pupa, y después la emergencia de parasitoides (aquellos que estuvieran parasitadas desde campo) o adultos de *O. cassina fabricii*.

6.4. Identificación taxonómica de los parasitoides

Los adultos parasitoides emergidos de larvas o pupas de *O. cassina* fueron identificados taxonómicamente a nivel de familia y luego a especie. La identificación a nivel de familia se realizó mediante las claves taxonómicas de Triplehorn y Johnson (2005). Los especímenes de la familia Braconidae se identificaron con las claves taxonómicas de Wharton et al. (2017) y la diagnosis de Salgado-Neto et al. (2021). Para la determinación a nivel de especie de los especímenes de la familia Chalcididae se utilizaron las claves taxonómicas de Delvare (1992a,

1992b), y las diagnósis de la base de datos de Chalcidoidea (Noyes, 2019). La confirmación de la identidad taxonómica a nivel de especie de los especímenes de Chalcididae lo realizó el Dr. Gerard Delvare del Institute for Agriculture, Food, and Environment (INRAE) en Francia. Muestras de los especímenes identificados fueron depositados en la Colección Entomológica del Laboratorio de Sanidad Vegetal del Centro de Investigaciones en Ciencias Agropecuarias de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

6.5. Análisis de datos

Para cada una de las especies de parasitoides identificadas se realizó una descripción morfológica y taxonómica, respaldando la descripción de sus características con fotografías. Con los datos cuantitativos de las recolectas se elaboraron tablas y gráficos, en los que se compararon el número de insectos parasitoides recolectados por especie, fecha de muestreo y localidad, a través del periodo de estudio (Henderson, 2021). El porcentaje de parasitismo se estimó a partir de la siguiente ecuación (Mills, 2005):

$$\% \text{ de parasitismo} = \left(\frac{\text{Número de ejemplares parasitados}}{\text{Número total de ejemplares recolectados}} \right) * 100$$

VII. RESULTADOS Y DISCUSION

7.1. Poblaciones de *O. cassina fabricii*

Se realizaron un total de 24 muestreos para recolectar ejemplares de *O. cassina fabricii* en plantaciones de palma de aceite; de la cuáles, 12 muestreos fueron en el ejido Ceiba 1.^a sección municipio de Tacotalpa, y 12 muestreos en el ejido Montaña municipio de Jalapa, Tabasco, México. En total se recolectaron 257 ejemplares de *O. cassina fabricii*; de los cuales, 26 fueron huevos, 26 larvas, 162 pupas (crisálidas) y 43 en estado de adulto. En el ejido Ceiba se recolectó el 59.9% de los especímenes y en el ejido Montaña el 40.1% restante. La abundancia comparativa de huevos, larvas, pupas y adultos de *O. cassina fabricii* entre éstas dos localidades fue variable, pero en ambas localidades predominó la recolecta de altos porcentajes de pupas y adultos (Figura 2).

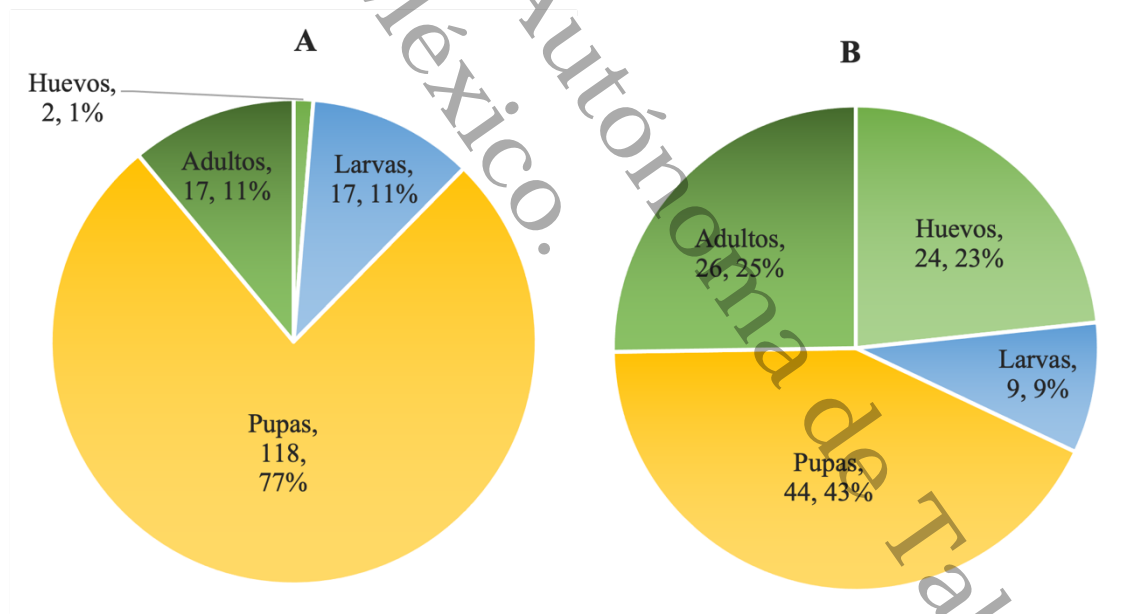


Figura 2. Número y porcentaje de estados de desarrollo de *O. cassina fabricii* encontrados en plantaciones de palma de aceite (*E. guineensis*) de los ejidos Ceiba, Tacotalpa (A) y Montaña, Jalapa (B), Tabasco, de septiembre de 2021 a agosto de 2022.

Las densidades de población de *O. cassina fabricii* en las plantaciones de palma de aceite estudiadas, a través del periodo de muestreo, fueron relativamente bajas. En el ejido Ceiba se encontró un promedio de 0.11 insectos/fronda (mínimo 0.03, máximo 0.27); mientras que, en el ejido Montaña, el promedio fue de 0.07 insectos/fronda (mínimo 0, máximo 0.18) (Figura 3). Las densidades de población bajas puede ser por efecto del paisajismo que prevalece en el área de estudio, donde la existencia de una gran diversidad de especies de plantas, dentro y fuera de las plantaciones (incluyendo palmas), favorecen la presencia, establecimiento y actividad de los enemigos naturales.

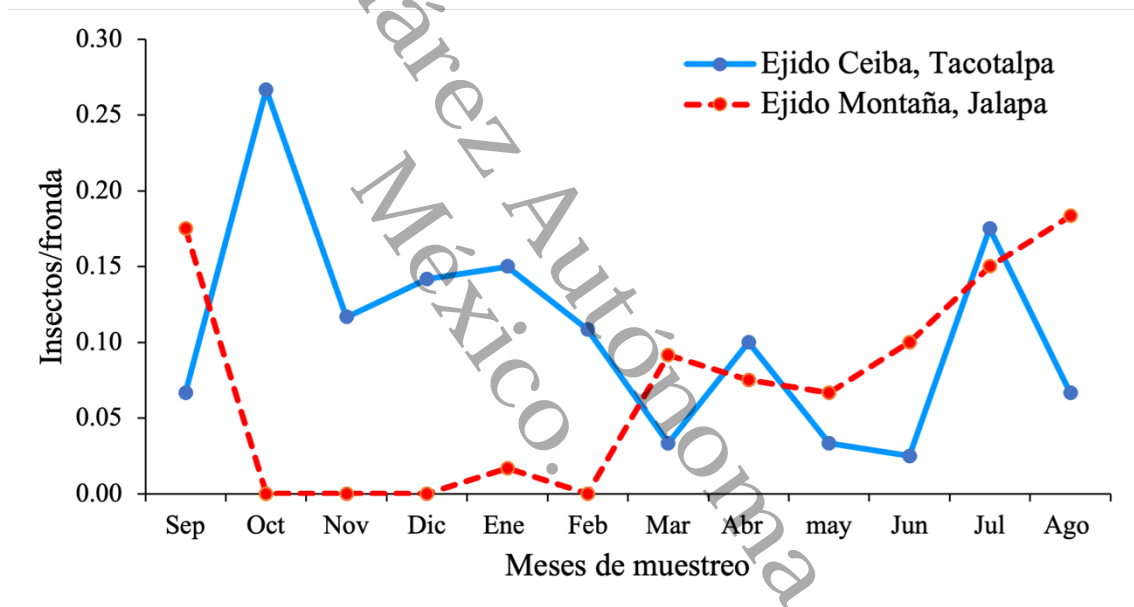


Figura 3. Densidad relativa de *O. cassina fabricii* en plantaciones de palma de aceite (*E. guineensis*) en los ejidos Ceiba, Tacotalpa y Montaña, Jalapa Tabasco, de septiembre de 2021 a agosto de 2022.

La herbivoría de esta especie en palma de aceite *E. guineensis* fue descrita recientemente por Osorio-Osorio et al. (2021). Estos autores encontraron que *O. cassina fabricii* se presenta en prácticamente todas las plantaciones de palma de aceite de Tabasco, México; no obstante, que sus densidades de población son relativamente bajas (0 a 0.12 larvas/fronda), en algunas áreas y épocas

del año ocurren brotes poblacionales de importancia. Además de México, el defoliador *O. cassina fabricii* se encuentra en Guatemala, Belice, El Salvador, Honduras, y probablemente Nicaragua (Bates 1932; Bristow 1991). En Guatemala, *O. cassina* es una especie defoliadora importante en palma de aceite, por lo que se encuentra bajo vigilancia permanente a través de estrategias de manejo integrado de plagas (Rosales, 2020).

Además de *O. cassina fabricii*, se han reconocido otras 11 subespecies de *O. cassina* que actúan como plagas defoliadoras en plantaciones comerciales de palma aceitera en América Central y del Sur (Genty et al., 1978; Mexzón y Chinchilla 2011, Bristow 1991). La primera defoliación documentada por *O. cassina* ocurrió en Honduras a principios de la década de 1970 y en Costa Rica en la década de 1980, cuando se contaron hasta 600 larvas por hoja y varios cientos de hectáreas se vieron afectadas (Chinchilla, 2003). Otros brotes de *O. cassina* causaron una gran defoliación en algunas plantaciones de palma aceitera en Colombia (Calvache, 1995), Venezuela (Rodríguez et al., 2006; Escalante y Rosales 2007) y Guatemala (Rosales, 2020).

7.2. Identificación taxonómica de parasitoides •

Se encontraron tres especies de avispas parasitoides de *O. cassina fabricii*; las cuáles fueron identificadas como: 1) *Cotesia cassina* Salgado-Neto, Vásquez & Whitfield (Hymenoptera: Braconidae); 2) *Conura maculata* Fabricius (Hymenoptera: Chalcididae); 3) *Conura immaculata* Cresson (Hymenoptera: Chalcididae).

7.2.1. *Cotesia cassina* Salgado-Neto, Vásquez & Whitfield

Cotesia cassina Salgado-Neto, Vásquez & Whitfield (Hymenoptera: Braconidae) es un parasitoide de larvas de *O. cassina fabricii*. La hembra es de color negro-amarillento; con el escapo antenal sombreado de color marrón claro a marrón oscuro; palpos de color amarillo pálido; tégulas marrón; patas amarillentas, con el extremo distal del fémur marrón/negro dorsalmente, extremo distal de la tibia de color marrón, coxas translúcidas amarillentas; laterotergitos amarillentos ventralmente, matizándose a marrón dorsalmente; esternitos e hipopigio translúcido de color amarillo (Figura 4).

La longitud del cuerpo del parasitoide hembra de *C. cassina* encontrado en este estudio es ligeramente menor (2.6–2.7 mm) que lo reportado para esta misma especie (3.1–3.3 mm) en el suroeste de Colombia por Salgado-Neto et al. (2019). Esta diferencia en tamaño se puede deber a lo siguiente: *O. cassina fabricii*, huésped de *C. cassina* en México, es una especie de menor tamaño que las subespecies de *O. cassina* que ocurren en el suroeste de Colombia (*O. cassina chiriquensis*, *O. cassina numatius*, *O. cassina calientes* y *O. cassina periphetes*) (Salgado-Neto et al., 2021). En cuando al macho de *C. cassina*, existe una similitud con la hembra con excepción del metasoma que está ligeramente más estrecho.

Cotesia cassina es una especie muy parecida morfológica y biológicamente a *C. invirae*; un parasitoide de *O. invirae amplificatus* en el sur de Brasil (Salgado-Neto et al., 2021). Algunas características que sirven para separar a ambas especies son: 1) *C. cassina* tiene un color más oscuro; 2) tergito abdominal 3 (T3) y posteriores a T3 son marrones a negros, en *C. invirae* son de color amarillo-naranja brillante; mesopleura casi por completo de color negro, en *C. invirae* la mesopleura es de color amarillo claro/marrón en el lado ventral (Salgado-Neto et al., 2021).

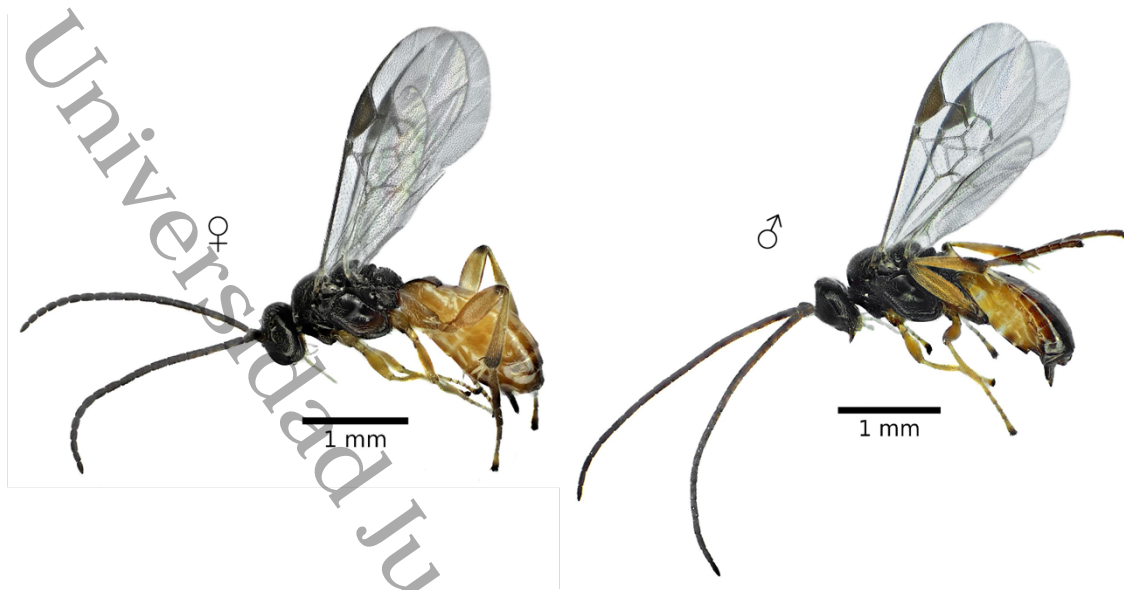


Figura 4. Adultos de *Cotesia cassina* Salgado-Neto, Vásquez & Whitfield (Hymenoptera: Braconidae).

Cotesia cassina es un endoparasitoide gregario koinobionte, ya que permite el desarrollo del huésped después del parasitismo. La hembra inserta sus huevecillos dentro de la larva de *O. cassina fabricii* (huésped). En poco tiempo, las larvas del parasitoide desarrolladas en el interior del huésped emergen al exterior a través de muchos orificios o puntitos negros que se observan en la cutícula del cuerpo del huésped (Figura 5). La larva huésped cuida de los ejemplares parasitoides hasta que se formen los puparios y emerjan las avispas. En la Figura 5, se observa una larva del último estadio (5.º) de *O. cassina fabricii*, que, por debajo de su cuerpo, inmerso en una seda blanca se encuentran los puparios del parasitoide *C. cassina*.



Figura 5. Larva de 5.º instar de *O. cassina fabricii* sobre una masa de puparios de *C. cassina* en un foliolo de palma de aceite.

7.2.2. *Conura maculata* Fabricius

Conura maculata Fabricius (Hymenoptera: Chalcididae) es un parasitoide gregario de pupas (crisálidas) de *O. cassina fabricii*. Las características más importantes de esta especie son: Cuerpo de 5 mm de longitud, color amarillo con bandas negras en el torax (especialmente en el mesonoto), el escapo antenal no sobrepasa mucho más allá del vertex de la cabeza. Propodeo desprovisto de apófisis laterales, gáster y epipigio más cortos en la hembra (Figura 6). Se distingue de otras especies del mismo grupo por la coloración, escultura del mesonoto y la estructura del gáster en la hembra (Bouček y Delvare, 1992).

Esta especie fue descrita por primera vez como *Chalcis maculata* por Fabricius en 1787 (Fabricius, 1787). Se ha reportado en Estados Unidos de América (Arkansas y Texas), México, Costa Rica, Guayana Francesa, Colombia, Ecuador, Brasil, Paraguay y Argentina (Noyes, 2019). Es un parasitoide gregario de pupas de la subfamilia Brassolinae (Lepidoptera: Nymphalidae) (Salgado-Neto y Lopes-da-Silva, 2011). Además de *O. cassina* (Bouček y Delvare, 1992b; Mexzon y Chinchilla, 1996), esta especie parasita al defoliador *O. invirae* Hübner (Sakazaki et al., 2011; Salgado-Neto y Lopes-da-Silva, 2011) asociado a especies de palmas nativas y exóticas en

Brasil, y a *Brassolis sophorae* L. (Bouček y Delvare, 1992) en plantaciones de palma de aceite *E. guineensis* (Arecaceae). En el estado de Zulia, Venezuela *C. cassina* es un parasitoide del defoliador *Opsiphanes tamarindi* Felder & Felder en plátano, *Musa* AAB subgrupo Plantain cv. Harton (Domínguez-Gil, 2006), con porcentajes de parasitismo de pupas de 6.5 a 100%.



Figura 6. Adultos de *Conura maculata* Fabricius (Hymenoptera: Chalcididae).

Conura maculata también se encuentra en diversas plantas con exudaciones extraflorales presentes en el estrato herbáceo de las plantaciones de palma de aceite (*Solanum hirtum* Vahl [Solanaceae], *Urena* sp. [Malvaceae], *Scleria pterota* C. Presl [Cyperaceae], *Solanum* sp. [Solanaceae]) (Delvare, 1992b).

Conura maculata es un parasitoide gregario de pupas de *O. cassina fabricii*. Se observó que la avispa emerge del pupario del huésped a través de una perforación circular (Figura 7), que realiza la propia avispa con sus mandíbulas o aprovechando una perforación realizada por otro individuo. En promedio emergieron 28.3 ejemplares de *C. maculata* por pupa de *O. cassina*

fabricii (mínimo 19, máximo 37, $n=6$). La proporción sexual hembra: macho de este parasitoide por huésped fue de 4.4: 1 (mínimo 2.6: 1, máximo 10: 1, $n = 6$). En Costa Rica, también se ha observado que los adultos de esta especie emergen del pupario del huésped a través de varios agujeros circulares en grupos de 12 a 16 individuos (Mexzón y Chinchilla, 1996). Los mismos autores, mencionan que en la región de Barú en el norte de Panamá emergen hasta 36 avispas por pupa.



Figura 7. Pupas de *O. cassina fabricii*. Pupa recién formada (A), pupa parasitada por *Conura maculata* (B) y Pupario con orificios de salida de *C. maculata* (C).

7.2.3. *Conura immaculata* Cresson

Conura immaculata Cresson también es un parasitoide gregario de pupas (crisálidas) de *O. cassina fabricii*. Sus características más importantes son: cuerpo de 2.5 a 5 mm de longitud, es completamente amarillo en ambos sexos, con pelos amarillos excepto en el ápice de los tarsos, siendo los últimos segmentos tarsales negros en los machos y marrón en la hembra; a su vez el escapo de la antena es muy largo en ambos sexos, con el ápice mucho más allá del vértice de la

cabeza. Costulae posterior del propodeo formando un ángulo obtuso con la carina mediana; peciolo de hembra apenas más largo que ancho; escapo del macho con franja ventral negro-marrón y flagelo sombreado dorsalmente.

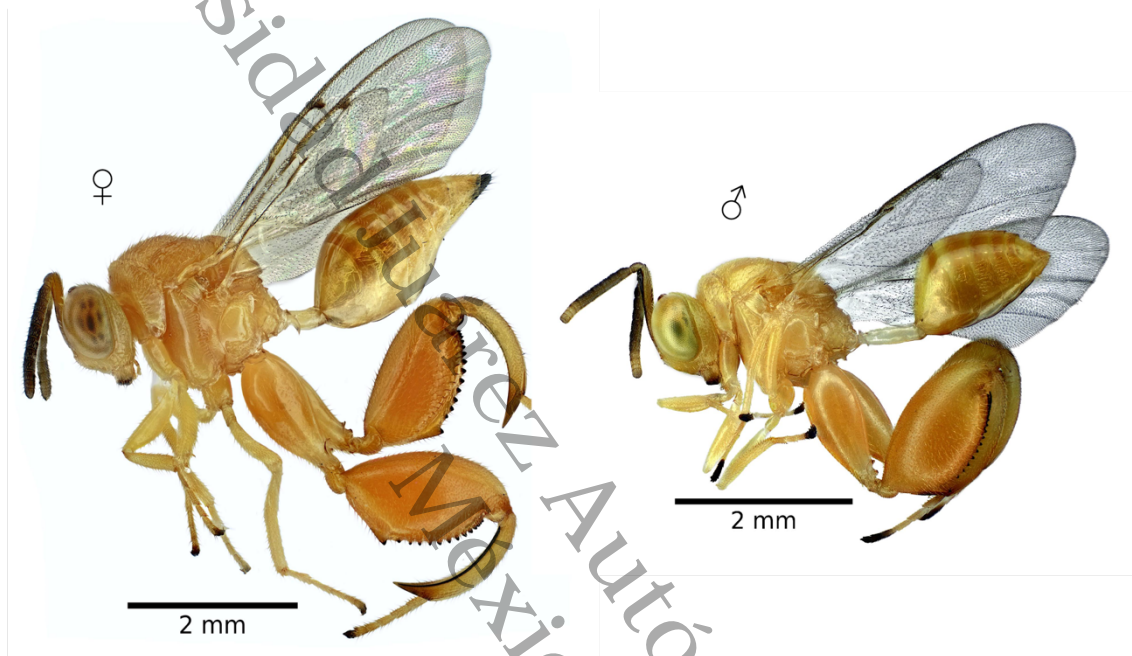


Figura 8. Adultos de *Comura immaculata* Fabricius (Hymenoptera: Chalcididae).

Esta especie fue descrita por primera vez como *Smiera immaculata* por Cresson en 1865 (Cresson, 1865). Presenta una amplia distribución en la región neotropical del mundo, y parte de la región Neártica (Noyes, 2019). Se ha registrado como un parasitoide primario de varias especies de Lepidoptera de las familias Dalceridae, Hesperidae, Limacodidae, Noctuidae, Nymphalidae, Oecophoridae, Pieridae y Tineidae (Noyes, 2019). En otras situaciones, se comporta como parasitoide secundario (hiperparasitoide) de especies de avispas parasíticas de las familias Braconidae e Ichneumonidae del orden Hymenoptera (Dominguez-Gil et al., 2006; Noyes, 2019). Además, *C. immaculata* se asocia a varias especies de plantas de las familias Arecaceae,

Brassicaceae, Euphorbiaceae y Malvaceae (Noyes, 2019). En plantaciones de palma de aceite se encuentra en diversas plantas con exudaciones extraflorales, tales como *Solanum hirtum* Vahl (Solanaceae), *Urena lobata* L. (Malvaceae), *Solanum* sp. (Solanaceae) (Delvare, 1992b).

7.3. Tasas de parasitismo de *O. cassina fabricii*

En general, el nivel de parasitismo sobre *O. cassina fabricii* fue más alto en pupas que en larvas (Figura 9). En huevos de *O. cassina fabricii* no se encontraron parasitoides. De un total de 26 larvas recolectadas, el 19.2% (5 larvas) estaban parasitadas por *C. cassina*; mientras que, de un total de 162 pupas recolectadas, el 61.1% (99 pupas) estaban parasitadas por *Conura maculata* o *C. immaculata*.

7.3.1. Parasitismo de larvas

De las 26 larvas recolectadas de *O. cassina fabricii* durante el periodo de muestreo, cinco larvas (19.2%) resultaron parasitadas por *C. cassina* (Figura 9). En el ejido Ceiba, tres larvas (17.6%) de las 17 recolectadas estaban parasitadas; mientras que, en el ejido Montaña dos larvas (22.2%) de las nueve recolectadas resultaron parasitadas (Figura 9). Las larvas parasitadas se encontraron en los meses de septiembre, octubre y diciembre 2021, y junio y agosto de 2022. Al parecer, este parasitoide se presenta durante la época más húmeda del año en Tabasco, México, que justamente, coincide con la localización del un número mayor de larvas de *O. cassina fabricii* en la región. En el suroeste de Colombia, *C. cassina* como parasitoide de *O. cassina*, ocurre principalmente en la estación húmeda del año (marzo-mayo) (Salgado-Neto et al., 2021). En Venezuela, el parasitismo de *Cotesia* sp. varía del 37.5% al 100%, coincidiendo con la mayor abundancia de larvas del 5.º instar de *O. cassina* y la época húmeda del año (julio-diciembre)

(Rodríguez et al., 2021). Durante la época seca del año, cuando disminuyen las poblaciones de su huésped (larvas del 5.º instar) el parasitoide no fue detectado (Rodríguez et al., 2021).

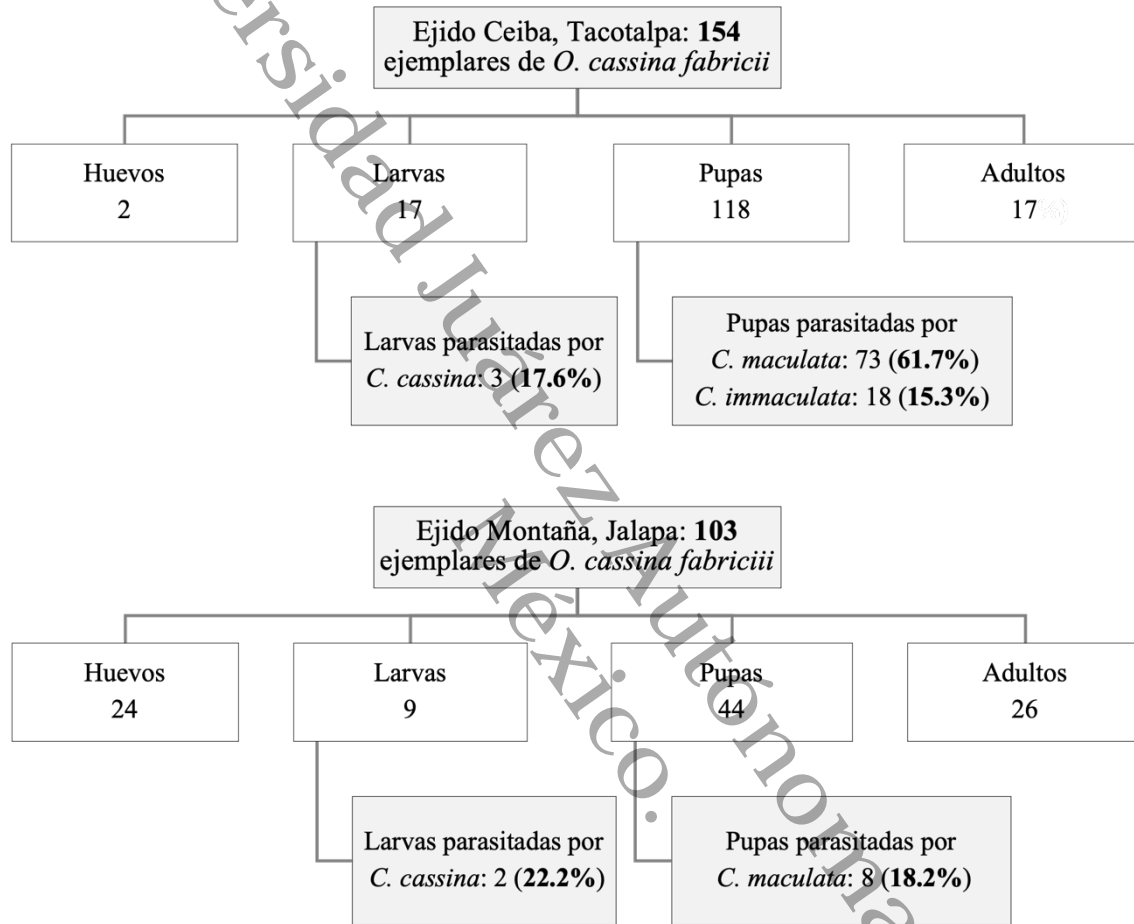


Figura 9. Número de parasitoides y porcentaje de parasitismo sobre larvas o pupas de *O. cassina fabricii*, en dos plantaciones de palma de aceite (*E. guineensis*) en Tabasco, México, de septiembre de 2021 a agosto de 2022.

7.3.1. Parasitismo de pupas

Los niveles de parasitismo de pupas de *O. cassina fabricii* por plantación fueron relativamente más altos en el ejido Ceiba, Tacotalpa que en el ejido Montaña, Jalapa, Tabasco. En el ejido Ceiba, se encontró el 77% de pupas parasitadas, 61.7% por *C. maculata* y 15.3% por *C.*

immaculata; mientras que, en el ejido Montaña solo se encontró a *C. maculata* con un 18.8% de parasitismo (Figura 9). En cuanto a la tendencia de los niveles de parasitismo de *Conura* spp. sobre pupas *O. cassina fabricii* a través del periodo de estudio, es evidente que se incrementó al aumentar al incrementar la densidad del huésped (Figura 10).

Las avispas *C. maculata* y *C. immaculata* son especies de gran importancia económica en plantaciones de palma de aceite de América tropical (Delvare, 1992b). *C. maculata* es un endoparasitoide gregario de pupas de varias especies de Nymphalidae en plantaciones de palma de aceite de Brasil y Colombia, en particular de *O. cassina* (Delvare, 1992b). Por su parte, *C. immaculata* actúa como parasitoide o hiperparasitoide de varias especies de lepidópteros en palmas (Delvare, 1992b). Como parasitoide, su principal huésped es *O. cassina*, y con menos frecuencia también ataca a *Sibine fusca* (Stoll) (Limacodidae), *Natada subpectinata* Dyar (Limacodidae), *Durrantia (Paleopoda) sp. pos arcanella* (Oecophoridae) y *Antaeotricha sp.* (Depressariidae) (Delvare, 1992b). Como hiperparasitoide, ataca a las avispas *Casinarina sp.* y *Cotesia sp.* (Braconidae), que a su vez son parasitoides de varias especies de insectos lepidópteros (Delvare, 1992b).

Conura maculata es la segunda especie en importancia como parasitoide de *O. cassina* en Venezuela (Rodríguez et al., 2021). En los brotes poblacionales de *O. cassina* se ha registrado entre un 14.3% y 100% de parasitismo en pupas, lo cual contribuye a la regulación de las poblaciones sucesivas. Estos índices de parasitismo son muy similares a los encontrados en el presente estudio (61.7% en ejido Ceiba y 18.2% en ejido Montaña). En el estado de Monagas, Venezuela, *C. maculata* también es un parasitoide del defoliador *O. cassina* en palma de aceite (Rodríguez et al., 2021), donde el número de ejemplares emergidos por huésped fluctúa entre 6 y

72. En el estado de Zulia, Venezuela *C. maculata* parasita a larvas de *Opsiphanes tamarindi* Felder & Felder (Rodríguez et al., 2021).

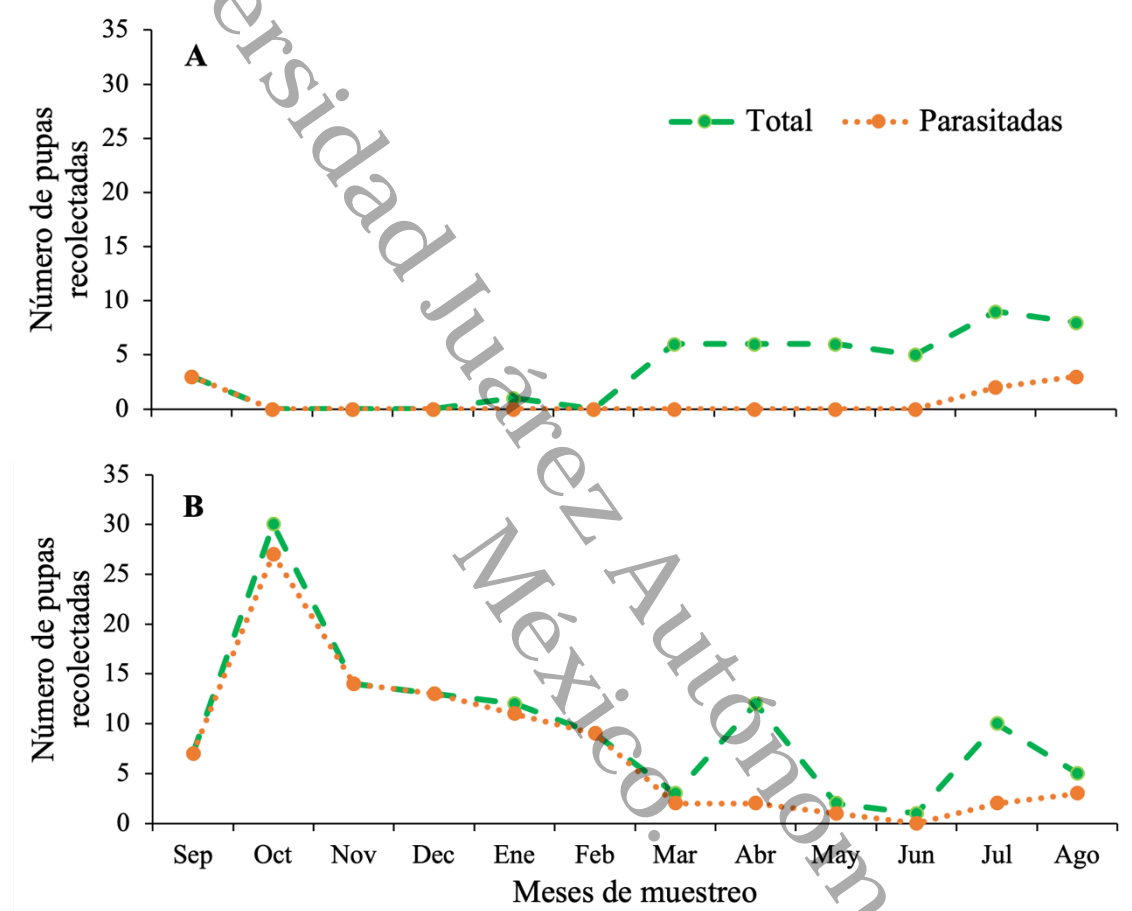


Figura 10. Relación entre número total de pupas recolectadas de *O. cassina fabricii* y número de pupas parasitadas por *Conura maculata* y *C. immaculata* en plantaciones de palma de aceite (*E. guineensis*) del ejido Ceiba, Tacotalpa (A) y ejido Montaña, Jalapa (B), Tabasco, México de septiembre de 2021 a agosto de 2022.

Por otra parte, *Conura immaculata* es una especie común en Venezuela (Ramírez et al., 2003; Domínguez-Gil et al., 2006). Se encuentra en plantaciones de palma aceite *E. guineensis*, donde se ha obtenido de *O. cassina* y también como hiperparasitoide de *Casinaría* sp. (Ichneumonidae) y Microgastrinos (Braconidae) (Ramírez et al., 2003). En plantaciones de plátano

se ha observado como parasitoide de larvas y pupas de *O. tamarindi* y también como hiperparasitoide de pupas de *Cotesia* sp. sobre larvas de *O. tamarindi*. Los porcentajes de parasitismo en Venezuela varían de 2 a 5% (Domínguez-Gil et al., 2006).

En resumen, se considera que las avispas *C. cassina*, *C. maculata* y *C. immaculata* ejercen un buen control biológico natural de larvas o pupas de *O. cassina fabricii* en el área de estudio, que mantiene las densidades de población relativamente bajas de esta especie defoliadora. Los niveles de parasitismo probablemente estén correlacionadas con el manejo agronómico de cada plantación, tanto con la fluctuación poblacional de *O. cassina fabricii* como con los niveles de parasitismo de *C. cassina*, *C. maculata* y *C. immaculata*. Como lo menciona Mexzón (1997), el incremento de las poblaciones de artrópodos (entre ellos los insectos benéficos) en las plantaciones de palma de aceite se podría obtener a través de un manejo conservativo de la vegetación. Es necesario profundizar en los estudios biológicos y ecológicos de estas especies de parasitoides en el agroecosistema palma de aceite local para favorecer su actividad parasítica natural, Asimismo, estudiar su potencial en esquemas de control biológico inducido, y evaluar el efecto de estas medidas sobre el manejo integrado de *O. cassina fabricii* en las plantaciones de palma de aceite.

VIII. CONCLUSIONES

Se identificaron tres especies de parasitoides de *O. cassina fabricii*: *Cotesia cassina* (Hymenoptera: Braconidae) que parasita a larvas, y *Conura maculata* y *C. immaculata* (Hymenoptera: Chalcididae) que parasitan a pupas. Los niveles de parasitismo oscilaron entre el 15.3% y 61.7% durante el periodo de muestreo. Se considera que esta actividad parasítica contribuye, al menos de forma parcial, en la regulación de los niveles de población de *O. cassina fabricii* en el área de estudio. No se encontraron insectos depredadores de *O. cassina fabricii*.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

IX. BIBLIOGRAFÍA

- Almeida de Oliveira, T., Lemos, W. P., Tinôco, R. S., Barbosa J. C., y Fernandes Martins, I. C. (2018). Validation of the sampling methodology for *Opsiphanes invirae* caterpillars on oil palm plantations in the Brazilian Amazon. *Ciência Rural*, 48(7). DOI: 10.1590/0103-8478cr20170742.
- Barriga, M. (1996). *Reconocimiento de enemigos naturales de Opsiphanes cassina Felder (Lepidóptera: Brassolidae) en la región de San Martín-Meta*. Tesis de grado Facultad de Agronomía. Universidad Nacional. Santa Fé de Bogotá, Colombia. 87 p.
- Bates, M. (1932). Notes on the metamorphosis of the Brassolidae (Lepidoptera). *Bulletin of the Brooklyn Entomological Society*, 26-27, 155-163.
- Boisduval, J. A. (1870). *Considérations Sur Des Lépidoptères Envoyés Du Guatemala À M. De L'orza*. Wentworth Press, USA.
- Bouček, Z., y Delvare, G. (1992). The identities of species described or classified under Chalcis by J.C. Fabricius. In G. Delvare & Z. Bouček. (Eds.), *On New World Chalcididae (Hymenoptera)*. *Memoirs of the American Entomological Institute*, 53, 11-48.
- Bristow, C. R. (1991). A revision of the brassoline genus *Opsiphanes* (Lepidoptera: Rhopalocera). *Zoological Journal of the Linnean Society*, 101, 203-293.
- Bustillo-Pardey, A. E. (2019). Impacto de los insectos defoliadores en la producción de la palma de aceite en Colombia. *Revista Palmas*, 40(4), 151-160.
- Calvache G., H. (1995). Manejo integrado de plagas de la palma de aceite. *Palmas*, 16, 255-264.
- Calvache G., H. (2001). El manejo integrado de plagas en el agroecosistema de la palma de aceite. *Palmas*, 22, 51-60.

- Carballo, M. (2002). Manejo de insectos mediante parasitoides. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica)*, 66, 118-122.
- Chacón, I. A., Montero-Ramírez, J., Janzen, D. H., Hallwachs, W., Blandin, P., Bristow, C. R. y Hajibabaei, M. (2012). A new species of *Opsiphanes* Doubleday, [1849] from Costa Rica (Nymphalidae: Morphinae: Brassolini), as revealed by its DNA barcodes and habitus. *Bulletin of the Allyn Museum* 166. The McGuire Center for Lepidoptera and Biodiversity Florida Museum of Natural University of Florida, Gainesville.
- Chinchilla, C. M. (2003). Manejo integrado de problemas fitosanitarios en palma aceitera *Elaeis guineensis* en América Central. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica)* 67: 69-83.
- Cresson, E. T. (1865). On the Hymenoptera of Cuba. *Proceedings of the Entomological Society of Philadelphia*, 4, 1-200.
- Delvare, G. (1992a). A reclassification of the Chalcidini with a check-list of the New World species. In G. Delvare, & Z. Bouček. (Eds.). *On New World Chalcididae (Hymenoptera)*. *Memoirs of the American Entomological Institute*, 53, 119-467
- Delvare, G. (1992b). Les Chalcididae d'importance économique dans les palmeraies d'Amérique tropicale (Hymenoptera). *Bulletin de la Société entomologique de France*, 97(4), 349-372. <https://doi.org/10.3406/bsef.1992.17828>
- Delvare, G., y Genty, P. (1992). Interés de las plantas atractivas para la entomofauna benéfica de las plantaciones de palma, en América Tropical. *Palmas*, 13(4), 23–31. Recuperado a partir de <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/358>
- DeVries, P. J. (1987). *The Butterflies of Costa Rica and their Natural History. Papilionidae, Pieridae, Nymphalidae*. Princeton University Press, Princeton, NJ.

- Domínguez Gil, O., Ramírez, R., Burgos, E., y Inciarte, E. (2006). Parasitoides de *Opsiphanes Tamarindi* en el Plátano, Estado Zulia, Venezuela. *Boletín Del Centro De Investigaciones Biológicas*, 40(3), 227-241. Recuperado a partir de <https://produccioncientificaluz.org/index.php/boletin/article/view/60>.
- Escalante, O. M., y Rosales, L. (2007). Insectos y hongos que afectan a *Opsiphanes cassina* en palma aceitera del sur del Lago de Maracaibo, estado Zulia, Venezuela. *Palmas*, 28 (Especial): 339-344.
- Fabricius, J. C. (1787). *Matissa Insectorum*. I: 32. Hafniae.
- FAOSTAT (Food and Agriculture Organization of the United Nations). (2023, febrero 21). *Area harvested, yield, and production quantity of crops*. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>
- Felder, C., y Felder, R. (1862). Specimen faunae lepidopterologicae riparum Aluminis Negro superioris in Brasilia septentrionali. *Wiener Entomologische Monatschrift*, 4, 109-128.
- FEMEXPALMA (Federación Mexicana de Palma de Aceite). (2021). *Anuario Estadístico 2021*. Villahermosa, Tabasco. http://femexpalma.com.mx/femexpalma.ftp/anuario_estadistico_2021.pdf.
- Garcés P., I. C., y Cuéllar S., M. C. (1997). Productos derivados de la industria de la palma de aceite. Usos. *Palmas*, 18(1), 33-48.
- Genty, P., De Chenon R., D. y Jean-Paul, M. (1978). Les ravageurs du palmier à huile en Amérique Latine. *Oléagineux*, 33, 325-419.
- Hajek, A. E., y Eilenberg., J. (2018). *Natural Enemies: An Introduction to Biological Control*. 2nd. Edition. Cambridge University Press. UK. 452 p.

- Harrison, J. O. (1963). On the biology of Three Banana Pests in Costa Rica. *Annals of the Entomological Society of America*, 56, 87-94.
- Heimpel, G. E. M., y Mills, N. J. (2017). *Biological Control: Ecology and Applications*. Cambridge University Press. Cambridge, MA.
- Henderson, P. A. (2021). *Southwood's Ecological Methods*. Fifth edition. Oxford university Press. UK.
- Hernández-Martínez, M.Y., Sánchez-Soto, S., Romero-Nápoles, J., García-López, E., Pérez-Flores, J. (2016). Eficiencia de tres diseños de trampa para la captura de *Opsiphanes cassina fabricii* (Boisduval) en *Elaeis guineensis* Jacq, como alternativa orgánica. *Agroproductividad*, 9, 34-38.
- Howard, F. W., Moore, D., Giblin-Davis, R. M., y Abad., R. G. (2001). *Insects on palms*. CAB International, Wallingford, UK.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). (2023, marzo 21). Mapa de Tabasco, division municipal. https://cuentame.inegi.org.mx/mapas/pdf/entidades/div_municipal/tabascompios.pdf
- Joseph, O., Osorio-Osorio., R., Hernandez-Hernandez, L. U., y Hernández-García, V. (2022). First record of *Opsiphanes cassina fabricii* (Lepidoptera: Nymphalidae) feeding on Christmas palm *Adonidia merrillii* (Arecales: Arecaceae). *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 81 (4), 64 - 67
- Khatun, R., Reza, M. I. H., Moniruzzaman, M., y Yaakob, Z. (2017). Sustainable oil palm industry: The possibilities. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 76, 608-619.
- Larios-Romero, J., y Hernández, J. (1987). Condiciones ambientales para la agricultura en el estado de Tabasco. *Revista de Geografía Agrícola*, 13-14, 33-42.

- Mexzón R. G. (1997). *Malezas atractivas de la entomofauna en los cultivos de palma aceitera y pejíbaye*. IV Congreso Costarricense de Entomología. San José, Costa Rica (17-21 nov. 1997).
- Mexzón, R. G; y Chinchilla, C.M. (1996). Enemigos naturales y su posible utilización en el manejo de las plagas artrópodos de la palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) en América tropical. *ASD Oil Palm Papers, No. 13*, 9-33.
- Mexzón, R. G., y Chinchilla, C. M. (2003). *Opsiphanes cassina* Felder (Lepidoptera: Nymphalidae), defoliator of the oil palm (*Elaeis guineensis* Jacquin) in Central América. *ASD Oil Papers, No. 36*, 14-22.
- Mexzón, R. G., y Chinchilla, C. M. (2011). *Opsiphanes cassina* Felder (Lepidoptera: Nymphalidae), defoliator of the oil palm (*Elaeis guineensis* Jacquin) in Central America. *ASD Oil Palm Papers, 36*, 14-33.
- Mills, N. (2005). Parasitoids and predators, In: S. R Leather, (Ed.) *Insect Sampling in Forest Ecosystems*. Blackwell Publishing. USA.
- Noyes, J. S. (2019). *Universal Chalcidoidea Database*. World Wide Web electronic publication. <http://www.nhm.ac.uk/chalcidoids>.
- Osorio-Osorio, R., Saino, E., Valencia-Hernández, B., Valdez-Carrasco, J. M., Hernández-Hernández, L. U., de la Cruz-Lázaro, E., Márquez-Quiroz, C., and Ortega-Ramírez, M. E. (2021). *Opsiphanes cassina fabricii* (Boisduval), in oil palm plantations at Tabasco, México. *Southwestern Entomologist*, 46 (3), 737- 749.
- Pastrana, J. L., Matabanchoy-Solarte, J. A., Bustillo-Pardey, A.E., y Morales-Rodríguez, A. (2021) Dinámica poblacional de *Opsiphanes cassina* Felder, 1862 (Lepidoptera: Nymphalidae) y

- sus enemigos naturales en un cultivo de palma de aceite híbrida (Coarí x La Mé). *Cenipalma*. XVII reunion tecnica nacional de palma de aceite 2021.
- Pedigo, L. P., Rice, M. E., y Krell, R. K. (2015). *Entomology and Pest Management*. 6th ed. Waveland Press, Long Grove, IL.
- Pérez, C. A. (2010). Correlación de larvas de *Opsiphanes cassina*, en hoja 9 y 17 de palma de aceite. Tesis de especialidad. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía. Colombia.
- <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/70452/carlosalexanderdazaperez.2010.pdf>
- Ramírez, R, Domínguez-Gil, O., Inciarte, E., y Burgos, M. (2003). Parasitoides de *Antichloris viridis* Druce, 1884 (Lepidoptera: Arctiidae) defoliador del cultivo plátano (Musa AAB, sub-grupo plátano cv. Hartón) en la zona sur y este del lago de Maracaibo, Venezuela. *Entomotropica*, 18, 169–175.
- Reyes, R.A., y Cruz, M.A. (1986). *Principales plagas de la palma de aceite (Elaeis guineensis Jacq.) en América tropical y su manejo*. Conferencia curso de entrenamiento en Palma Africana. United Brands. Quepos, Costa Rica. 55 p.
- Rhains, M., Chinchilla, C. M., y Castrillo, G. (1993). Desarrollo de un método de muestreo para las larvas de *Opsiphanes cassina* Felder en palma de aceite. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)*, 30, 15-18.
- Rodríguez G., G., Silva A., R., Cásares M. R., Barrios M., R., Díaz Q., A., y Farinas M. J. (2012). Tecnología agronómica de la palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) y manejo integrado de su defoliador *Opsiphanes cassina* Felder (Lepidoptera: Brassolidae) en plantaciones

- comerciales del estado Monagas, Venezuela. *Revista Científica UDO Agrícola*, 12, 584-598.
- Rodríguez G., G., Silva-Acuña, R., Cásares M., R., y Díaz Q., A. (2006). Fluctuación poblacional de adultos de *Opsiphanes cassina* Felder (Lepidoptera: Nymphalidae) en plantaciones de palma aceitera, *Elaeis guineensis* Jacq., en el estado Monagas, Venezuela. *Entomotropica*, 21(1), 41-52.
- Rodríguez G., Silva-Acuña, R., Cásares M., R., Díaz Q., A., y Barrios M., R. (2021). Characterization and temporality of natural enemies of *Opsiphanes cassina* in oil palm, Monagas state, Venezuela. *Espanciencia* 12(1):17-24.
- Rosales, R. D. G. (2020). *Manejo integrado de Opsiphanes cassina y Durrantia sp. en el cultivo de palma de aceite*. GREPALMA. Boletín La Palma 15. Guatemala, Guatemala.
- RSPO (Roundtable on Sustainable Palm Oil). (2023, febrero 22). ¿Por qué aceite de palma sostenible? <https://rspo.org/es/¿Por-qué-el-aceite-de-palma-sostenible%3F/>
- Sakazaki, A. Y., Rafael Coelho, R. R., Salles, T. R., Paulo-Lemos. W. D., y Cola, J. Z. (2011) Registro de especies de *Conura* spp., parasitoides e hiperparasitoides em insetos praga em cultivos da palma do óleo na região Amazônica.
- Salgado-Neto, G., Narváez, C. A., Max, D. S., y Whitfield, J. B. (2021). *Cotesia cassina* sp. nov. from southwestern Colombia: a new gregarious microgastrine wasp (Hymenoptera, Braconidae) reared from the pest species *Opsiphanes cassina* Felder y Felder (Lepidoptera, Nymphalidae) feeding on *Elaeis* oil palm trees (Arecaceae). *ZooKeys*, 1061, 11–22.
- Salgado-Neto, G., y Lopes-da-Silva, M. (2011). First report of parasitism on pupae of *Opsiphanes invirae amplificatus* Stichel (Lepidoptera, Nymphalidae) by *Conura* (*Conura*) *maculata*

- (Fabricius) (Hymenoptera, Chalcididae) in Rio Grande do Sul, Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 55(2), 285–286.
- Sanabria, L. (2016). Usos del aceite de palma y sus derivados oleoquímicos en la industria de los pavimentos. *Palmas*, 37(Especial Tomo II), 163-172.
- SIAVI (Sistema de Información Arancelaria Vía Internet). (2021, mayo 21). *Estadísticas de exportaciones e importaciones*. <http://www.economia-snci.gob.mx>.
- Stichel, H. (1902). Aufteilung der Gattung *Opsiphanes* Westw., Beschreibung neuer Brassoliden und synonymische Notizen. *Berliner Entomologische Zeitschrift*, 46, 487-524.
- Triplehorn, C. A., y Johnson .N. F. (2005). *Borror and Delong's Introduction to the Study of Insects*. 7th ed. Thomson, Book/Cole, USA.
- Van Driesche, R. G. (1983). Meaning of "Percent Parasitism" in Studies of Insect Parasitoids. *Environmental Entomology*, 12, 1611-1622.
- Van Driesche, R. G., y Bellows, T. S. (1996). *Biological Control*. Chapman & Hall. NJ, USA.
- Van Driesche, R. G., Hoddle, M. S., y Center, T. D. (2007). *Control de plagas y malezas por enemigas naturales*. US Department of Agriculture. Massachusetts, USA.
- Vargas-Fernández, I., Llorente-Bousquets, J. E., Luis-Martínez, A., y Pozo, C. (2008). *Nymphalidae de México II (Libytheinae, Ithomiinae, Morphinae y Charaxinae): distribución geográfica e ilustración*. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Wang Z., Liu, Y., Shi, M., Huang, J., y Chen, X. (2019). Parasitoid wasps as effective biological control agents. *Journal of Integrative Agriculture*, 18, 705-715.

- Wharton, R. A., Marsh, P. M., y Sharkey, M. J. (2017). *Manual of the New World Genera of the Family Braconidae (Hymenoptera)*. Second edition. The International Society of Hymenopterists. Washington, DC.
- Williams, T., Arredondo-Bernal H. C., y Rodríguez-del-Bosque L. A. (2013). Biological pest control in Mexico. *Annual Review of Entomology*, 58, 119-140.
- Young, A. M., y Muysshondt, A. (1975). Studies on the natural history of Central American butterflies in the family cluster Satyridae-Brassolidae-Morphidae (Lepidoptera: Nymphaloidea). III. *Opsiphanes tamarindi* and *Opsiphanes cassina* in Costa Rica and El Salvador. *Studies on Neotropical Fauna*, 10(1), 19-55.
- Zenner de Polanía, I. y Posada, F. (1992). *Manejo de insectos, plagas y benéficos de la palma africana*. Bogotá: Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), Manual de Asistencia Técnica 54. 124 p.