



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO®

**TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CONKAL**

**GRUPOS FUNCIONALES DE DEPREDADORES Y PARASITOIDES
PRESENTES EN CULTIVOS DE MAÍZ.**

TESIS

Que presenta:

JULIO CÉSAR AHUATZIN HERNÁNDEZ

Como requisito parcial para obtener el grado de:

Licenciado en Biología

Directora de tesis:

Dra. Alejandra del Socorro González Moreno

Conkal, Yucatán, México

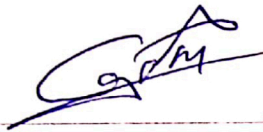
Junio, 2022.



TecNM

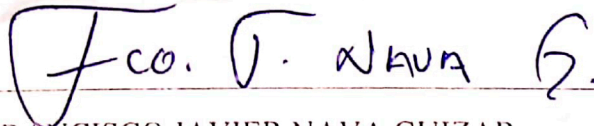
La presente tesis fue realizada por Julio César Ahuatzin Hernández de la carrera en Biología con especialidad en Manejo Biorracional de Parásitos y con el número de control 15800247, con el título: Grupos funcionales de depredadores y parasitoides presentes en cultivos de maíz, la cual fue dirigida, asesorada y revisada por el comité que fue asignado en su oportunidad, y cuyos integrantes firman su consentimiento para que este trabajo sea presentado como requisito parcial para la titulación de acuerdo al proceso de Titulación Integral y al Manual de Lineamientos Académicos-Administrativos del Tecnológico Nacional de México.

DIRECTOR



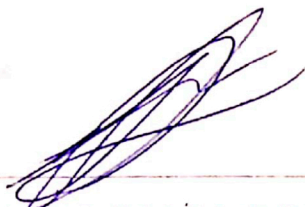
DRA. ALEJANDRA DEL SOCORRO GONZÁLEZ MORENO

ASESOR



M.C. FRANCISCO JAVIER NAVA GUIZAR

REVISOR



MC. OMAR JULIÁN ARGAEZ QUIJANO

Conkal, Yucatán, Junio 2022

AGRADECIMIENTOS

A la Dra. Alejandra González Moreno, por permitirme realizar este trabajo bajo su supervisión, por su paciencia, tiempo, dedicación y por ser una gran docente, investigadora y persona.

Al Ing. Francisco Javier Nava, por sus comentarios para enriquecer este proyecto y por su dedicación y entrega en su labor como docente.

Al M.C Omar Arguez, por su tiempo, paciencia y su invaluable apoyo para el proceso final de titulación.

A mis amigos, el M.C Ricardo Chan y José Rosado, por los buenos momentos en campo y laboratorio, porque su compañía hizo este proceso más ameno, gracias por las risas y la compañía.

A mi familia, mi padre y mi madre, gracias por todo.

RESUMEN

El maíz (*Zea mays L.*) es el cultivo de mayor importancia económica y cultural en México. Este se ve amenazado por diversas plagas a lo largo de sus diferentes etapas fenológicas, mermando su producción y generando fuertes pérdidas económicas para los agricultores. El objetivo de este estudio fue conocer cómo están compuestas en términos de riqueza y diversidad las comunidades de parasitoides y depredadores presentes en dos cultivos de maíz en el estado de Yucatán y Campeche, y así, recabar información útil, para en un futuro sugerir un agente de control biológico potencial. El estudio consistió en colocar tres trampas Malaise (dos en los bordes y una al centro) en cada sitio, sin rotación y funcionando ininterrumpidamente durante todo el ciclo del maíz, realizando muestreos quincenales. Se colectó un total de 12,157 individuos, pertenecientes a 55 familias de insectos, de las cuales 27 familias conforman al gremio de depredadores y 28 al gremio de parasitoides, el orden más representativo fue el orden Hymenoptera, seguido por Coleoptera y Diptera, la familia de depredadores más abundante fue Syrphidae, mientras que la familia de parasitoides más abundante fue Braconidae. No se obtuvieron diferencias significativas en términos de riqueza, pero sí en términos de diversidad, resultando el sitio de Muna, Yucatán más diverso a comparación de Bécál, Campeche, pudiéndosele atribuir estos resultados a los remanentes de vegetación circundante a los cultivos.

Palabras clave: Maíz, depredadores, parasitoides, diversidad, riqueza, familias, control biológico.

ABSTRACT

Maize (*Zea mays* L.) is the most economically and culturally important crop in Mexico. It is threatened by various pests throughout its different phenological stages, reducing its production and generating heavy economic losses for farmers. The objective of this study was to know how the communities of parasitoids and predators present in two maize crops in the states of Yucatan and Campeche are composed in terms of richness and diversity, and thus, to gather useful information to suggest a potential biological control agent in the future. The study consisted of placing three Malaise traps (two at the edges and one in the center) at each site, without rotation and operating uninterruptedly during the entire maize cycle, carrying out biweekly samplings. A total of 12,157 individuals were collected, belonging to 55 families of insects, of which 27 families belong to the predator guild and 28 to the parasitoid guild, the most representative order was the order Hymenoptera, followed by Coleoptera and Diptera, the most abundant predator family was Syrphidae, while the most abundant parasitoid family was Braconidae. There were no significant differences in terms of richness, but there were significant differences in terms of diversity, resulting in the site of Muna, Yucatan being more diverse than Bécál, Campeche, and these results can be attributed to the remnants of vegetation surrounding the crops.

Key words: Maize, predators, parasitoids, diversity, richness, families, biological control.

INDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS	9
INTRODUCCIÓN	10
OBJETIVOS	13
Objetivo general	13
Objetivos específicos	13
Hipótesis	13
FUNDAMENTO TEÓRICO	14
Maíz	14
Plagas asociadas al cultivo de maíz	14
Descripción de <i>Spodoptera frugiperda</i>	15
Alternativas de Control natural	16
Parasitoides	16
Depredadores	16
DESARROLLO DEL PROYECTO	18
Área de estudio	18
Condiciones meteorológicas	18
Trabajo de campo	19
Trabajo de laboratorio	19
RESULTADOS Y DISCUSIONES	19
Familias de los principales enemigos naturales asociados a <i>Zea mays</i>	19
Composición de familias	23

Ensamblaje de grupos funcionales	25
Diversidad de familias y grupos funcionales	28
CONCLUSIONES	30
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31

INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1. Familias, número de individuos y porcentaje de insectos colectados.	20
Tabla 2. Índices de diversidad verdadera del orden 0, 1 y 2 en ambos sitios.	28
Figura 1. Curva de acumulación de familias con el número de semanas como medida del esfuerzo de muestreo.	22
Figura 2. Curvas de rango-abundancia de las familias de depredadores y parasitoides presentes en dos cultivos de maíz.	24
Figura 3. Curvas de rango-abundancia de las comunidades de cada grupo funcional presente en cultivos de maíz de Muna, Yucatán y Becal, Campeche.	26

INTRODUCCIÓN

En México, el maíz (*Zea mays L.*) es el cultivo de mayor explotación comercial, es sembrado en los 32 estados de la república, obteniendo una participación del 88.3% en la producción nacional de granos, con registros anuales de producción de 27 millones de toneladas, haciéndolo el cultivo de mayor importancia económica para México (SIAP, 2019). Sin embargo, al igual que diversos cultivos, el maíz es atacado por diversas plagas, para México se han registrado al menos 26 especies de artrópodos plaga asociados al cultivo de maíz (Nájera-Rincón & Souza, 2010).

En las últimas décadas, *Spodoptera frugiperda* Smith & Abbot (Lepidoptera: Noctuidae) ha sido considerada como la plaga de mayor importancia de *Z. mays*, debido al eficaz detrimento que ocasiona en todas las etapas fenológicas del cultivo, ocasionando, (bajo un mal manejo fitosanitario) daños por encima del 30% de la producción total de cosecha y en el peor de los escenarios, la muerte total de la planta (Salas *et al.*, 2015).

Se han registrado diversos organismos benéficos, que ayudan a mantener reguladas las poblaciones de insectos plaga asociadas a los cultivos de maíz. Entre los de mayor importancia se encuentran parasitoides como: himenópteros pertenecientes a las familias Scelionidae, Braconidae, Ichneumonidae, Trichogrammatidae, Pteromalidae, y dípteros de la familia Tachinidae; depredadores como: dermápteros de la familia Forficulidae, coleópteros de la familia Coccinellidae, neurópteros de la familia Crysopidae, hemípteros de la familia Reduviidae, Dípteros de la familia syrphidae, entre otros (Cortez & Trujillo 1994, Nájera-Rincón & Souza 2010, García-Gutiérrez *et al.*, 2012).

Las actividades agrícolas se ven fuertemente afectadas por diversos insectos plaga, los que ocasionan variados tipos de daños directos e indirectos hacia la planta, algunos a nivel subsuelo,

afectando las raíces y otros a nivel aéreo afectando el tallo, hojas y frutos. Esto provoca importantes mermas en su producción y valor comercial, pues generan un importante incremento en los costos de producción y una fuerte disminución en el volumen de la cosecha. Estos problemas fitosanitarios afectan en mayor escala a países en vías de desarrollo, como México (Ruíz *et al.*, 2013).

El control de las plagas agrícolas se da, en la mayoría de los casos bajo aplicaciones de productos químicos, propiciando (bajo un uso indiscriminado) contaminación ambiental, daño a organismos no blanco, resistencia en las plagas y resurgimiento de plagas secundarias, sin mencionar la afectación a la salud del consumidor (Toledo e Infante, 2008).

La necesidad de intensificar la agricultura a través de monocultivos ha desplazado zonas de vegetación natural, dando lugar a agroecosistemas inestables y carentes de diversidad genética, lo que desencadena desordenes ecológicos y provoca un posible colapso en el sistema (Toledo e Infante 2008, Altieri 2009).

Ante las grandes pérdidas económicas que generan las plagas a nivel mundial, sus daños colaterales como lo son las pérdidas de empleo, mala reputación fitosanitaria a nivel internacional, dar pie al uso excesivo de plaguicidas que generan daños a la salud humana y medio ambiente, elevar costos y mermar producciones de cosecha, resulta de especial interés conocer los diversos grupos funcionales de enemigos naturales asociados a los cultivos de maíz.

La presente investigación surge de la necesidad de estudiar los principales depredadores y parasitoides presentes en los cultivos de maíz, con la finalidad de proporcionar información útil sobre los enemigos naturales presentes en un cultivo de importancia cultural y económica como es el maíz, permitiendo, en un futuro, sugerir un agente de control biológico potencial

OBJETIVOS

Objetivo general

-Describir las comunidades de depredadores y parasitoides presentes en cultivos de maíz en el estado de Campeche y Yucatán

Objetivos específicos

-Identificar las familias de los principales enemigos naturales asociados a *Zea mays*.

-Describir la composición de las comunidades de depredadores y parasitoides en los dos sitios de cultivo.

-Comparar las dos comunidades muestreadas en términos de diversidad, riqueza de familias y grupos funcionales.

Hipótesis

Debido a que las condiciones climáticas, geográficas y de cultivo en ambos sitios son similares, se espera una diversidad de comunidades similar, esperando mayor diversidad de parasitoides en comparación a los depredadores debido a su alta especificidad.

FUNDAMENTO TEÓRICO

Maíz

El maíz, forma parte del género *Zea* y pertenece a la familia Poaceae o Gramínea, la cual incluye también otros importantes cultivos agrícolas como el arroz, sorgo, avena, trigo, caña de azúcar y cebada. Con ayuda del estudio de sedimentos y depósitos de restos vegetales en contextos arqueológicos, Benz (1997) propuso que el maíz fue domesticado hace aproximadamente 8000 años y, que su evolución es producto de la interacción de los factores ecológicos y procesos biológicos con la dinámica cultural y los intereses del hombre.

La planta es de porte robusto, con tallo simple que puede alcanzar los 4 m de altura; no tiene ramificaciones ni entrenudos, pero sí una médula esponjosa. Presenta inflorescencia masculina y femenina separada en la misma planta; la primera tiene una panícula de coloración amarilla que posee una cantidad muy elevada de polen; la inflorescencia femenina dispone de un menor contenido en granos de polen y se forman en unas estructuras vegetativas denominadas espádices; en cada florecilla se presentan tres estambres donde se desarrolla el polen (SIAP, 2019).

Plagas asociadas al cultivo de maíz

Los insectos plaga, destacan debido al daño que ocasionan. Se estima que provocan pérdidas en rendimiento de 30%, los cuales se presentan desde el establecimiento del cultivo hasta el almacenamiento del grano. Diversos factores son los que dictaminan la incidencia de los insectos plaga y el daño que ocasionan en los cultivos, como las condiciones ambientales, fenología del cultivo y hábitos del insecto plaga (Agrosíntesis, 2011)

La correcta identificación de una plaga y su ciclo biológico es un factor muy importante, pues evita aplicaciones innecesarias de productos químicos y favorece a que control de la plaga que afecta el cultivo sea de manera rápida y eficiente. Se tiene registro de una amplia diversidad de insectos plaga que atacan el cultivo; siendo el orden Lepidoptera el grupo de mayor incidencia y el que más daños ocasiona, este grupo incluye a las llamadas palomillas que, en su estado larvario, son conocidas como gusanos soldados, barrenadores, eloteros, cortadores, etc., luego está el orden Coleoptera del cual pertenecen los escarabajos, que comúnmente son llamados “gusanos” de alambre, “gusanos” de las raíces, barrenadores del grano, gorgojos y gallinas ciegas.

Descripción de *Spodoptera frugiperda*

S. frugiperda es la plaga de mayor importancia económica para el cultivo de maíz. Presenta una distribución muy amplia, teniendo mayor presencia en las regiones tropicales y subtropicales. En su etapa larval sus daños son más evidentes, pues penetra el cogollo para alimentarse. Cuando la planta de maíz mide alrededor de 50 cm de altura o menos, genera perforaciones a las hojas y si los ataques son muy severos, provoca la muerte del cogollo.

Sus huevecillos están cubiertos con escamas. Las larvas son de hábitos gregarios, y se establecen en el cogollo de la planta. La larva, en su octavo segmento del abdomen, en vista dorsal, presenta cuatro puntos negros en forma de cuadrado y unas manchas de color amarillo-blanco en forma de “Y” invertida en la parte anterior de la cabeza. Se presentan seis instares larvarios. Su ciclo vital consta de 30 días en primavera y se prolonga hasta 90 días en invierno. Para pupar se entierra entre 2 a 8 cm de profundidad. En imago, su vida consta de aproximadamente 10 días. Es una palomilla de coloración pálida, con dimorfismo sexual entre el macho y la hembra, ya que el

primero presenta una mancha blanquecina de forma redonda cerca del centro de las alas anteriores y la hembra presenta la presenta en el margen costal del ala.

Una infestación, si no se controla, puede ocasionar daños en el rendimiento del cultivo de entre un 13 hasta un 60% de pérdida. Durante el crecimiento vegetativo del maíz, las larvas se alimentan de las hojas: cuando las orugas son de menor tamaño suelen tener comportamiento de trozadoras, pero al crecer tienen hábito de defoliadoras (CESAVEG, s/f).

Alternativas de Control natural

La agricultura ha evolucionado de manera natural en los últimos años hacia modelos de control y prevención de plagas y enfermedades más racionales con el medio ambiente. Este tipo de métodos de control es también amigable con la filosofía de desarrollo sustentable y la noción de la conservación de recursos, la biodiversidad y la ética ambiental (Badii et al., 2000f).

Parasitoides. Se denomina parasitoide al insecto que vive a expensas de otro artrópodo, es decir, que los toman como hospederos para vivir durante sus estadíos larvarios, pues en su vida adulta se alimentan de néctar, residuos vegetales o animales y viven libremente (Bernal, 2007). Unos parasitoides se desarrollan fuera de su hospedero (ectoparasitoides) y otros dentro de él (endoparasitoides) (Villegas-Mendoza et al., 2015). Cuando la larva es madura puede hacerse pupa dentro o fuera del hospedero. Normalmente sólo ejercen parasitismo en sus estados inmaduros, mientras que en su forma adulta son de vida libre. El hospedero es otro insecto que muere como consecuencia del parasitismo. El tamaño de los parasitoides es relativamente grande en comparación con el de su hospedero. En la mayoría de los casos proceso general de parasitismo se desarrolla de la siguiente manera. El parasitoide se alimenta de la hemolinfa de su hospedero, que sigue vivo. A medida que el parasitoide crece ataca progresivamente los órganos vitales de su

hospedero y entonces éste cesa su actividad, pero continúa viviendo ya que el entomófago evita atacar órganos que le provoquen la muerte. Cuando el parasitoide llega al final de su desarrollo da muerte a su hospedero y termina de consumirlo. Posteriormente se transforma en pupa dentro de los restos o bien tejiendo un capullo de seda en el exterior (Bernal, 2007).

Existen numerosas familias de parasitoides para las plagas en los cultivos de maíz, tal es el caso de Braconidae (*Chelonus sp*), Ichneumonidae (*Eiphosoma sp*, *Campoletis sp*), Pteromalidae (*pachycrepoideus sp*), Platygastriidae (*Telenomus sp.*) entre otros (García-Gutiérrez *et al.*, 2012, Cortez & Trujillo 1994).

Depredadores. Los insectos depredadores de especies plaga suelen alimentarse de varias presas a lo largo de su vida. En la mayoría de las ocasiones estos tienen un mayor tamaño que el de la presa y son fundamentalmente oligófagos o polífagos. Algunos depredadores no disciernen entre insectos benéficos y dañinos, incluso, en algunos casos practican canibalismo. Algunos ejemplos serían: las catarinas (*Coleomegilla maculata*, *Cycloneda sanguínea*, *Hippodamia convergens*, entre otras), que son los insectos más conocidos por ser utilizadas en el control biológico como depredador de huevecillos del gusano cogollero (Hoballah *et al.*, 2004)., todas pertenecen a la familia Coccinellidae dentro del orden Coleoptera, a su vez las crisopas (*Chrysoperla spp*), también son especies de gran importancia en el control biológico, y también se ha reportado que depreda a *S. frugiperda* en su etapa de huevo y larva (Soto y Iannacone, 2008).

Entomopatógenos. Los entomopatógenos (bacterias, hongos, virus, nematodos, protozoarios) son microorganismos capaces de causar enfermedades a los insectos plaga, ingresando a su cuerpo a través de la ingesta de comida, aperturas naturales y la cutícula, desatando diversas patologías como la pérdida de apetito, daños a nivel sistema nervioso, paralización del

intestino, entre muchos otros, para después conducirlos a la muerte en un periodo corto de tiempo (García y González, 2013), han sido ampliamente estudiados en los últimos años y constituyen a unos de los pilares fundamentales del manejo integrado de plagas, por las múltiples ventajas ecológicas que representa su uso, puesto que ofrece un opción atractiva y complementaria al uso de insecticidas convencionales con la finalidad de reducir el efecto causado por la plagas agrícolas sin dañar a la fauna benéfica ni al consumidor del producto final (Toledo e Infante, 2008).

DESARROLLO DEL PROYECTO

Área de estudio

El estudio se realizó en dos sitios, la zona maicera de Bécál, Campeche, México con coordenadas 20.423233 N, -90.001150 W, una altura de 20 msnm, en la cual se destinó una superficie de estudio aproximada de 10,000 m², contando con una temperatura media anual de 31°C. Y en la unidad experimental del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias ubicada en Muna, Yucatán con las coordenadas 20.410259 N, -89.757944 W, una altura de 29 msnm, una superficie total aproximada de 10,000 m² y una temperatura media anual de 25.5° C.

Condiciones meteorológicas. Bécál, Campeche cuenta con un clima cálido subhúmedo. La temporada más mojada abarca de, finales de mayo a finales de octubre, siendo septiembre el mes con más días mojados con un promedio de 146mm de precipitación pluvial. y la temporada más seca, de finales de octubre a finales de mayo, siendo el mes con más días secos, mayo con una precipitación pluvial media de 17mm.

De igual manera, Muna, Yucatán cuenta con un clima cálido subhúmedo. Su temporada con más días de lluvia abarca de finales de mayo hasta finales de octubre, siendo septiembre el mes con mayores días mojados, con un promedio de 156 mm de precipitación pluvial, por otro lado la temporada más seca abarca de finales de octubre a finales de marzo, siendo mayo el mes con la mayor cantidad de días secos con un promedio de 20 mm de precipitación pluvial.

Trabajo de campo

En cada sitio de muestreo se colocaron tres trampas Malaise, enfocadas en la captura de insectos voladores (Fraser *et al.*, 2007), dos en los bordes y una al centro del cultivo, sin rotación, funcionando ininterrumpidamente durante todo el ciclo del maíz, desde el establecimiento del cultivo hasta la cosecha (4/08/2021-10/11/2021), con muestreos quincenales. Las colectas coincidieron con los días con mayor afluencia de lluvias, lo que favorece a una mayor diversidad de insectos y a su vez coincide con la temporada de cultivo de maíz en la península de Yucatán.

Trabajo de laboratorio

Las muestras fueron procesadas, según las técnicas curatoriales convencionales (Gullan and Cranston, 2000) en el laboratorio de plagas agrícolas del Instituto Tecnológico de Conkal, Yucatán, México. Cada fecha de muestreo se revisó para cuantificar e identificar los grupos funcionales de enemigos naturales. La identificación se realizó a nivel taxonómico de familia utilizando claves dicotómicas especializadas de Hymenoptera de Goulet & Huber (1993) y particularmente sobre insectos en maíz de Nájera (2010).

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Familias de los principales enemigos naturales asociados a *Zea mays*

En total, se colectaron 12,157 individuos pertenecientes a 55 familias, de las cuales, 27 conforman el gremio de depredadores y 28 familias el gremio de parasitoides. Las familias Syrphidae, Asillidae y Coccinellidae fueron las de mayor abundancia por parte de los depredadores con 2311, 1326 y 1113 individuos respectivamente, representando un 19%, 8.9% y 9.15% del total de las muestras colectadas; por parte de los parasitoides, las familias Braconidae, Scelionidae y Chalcididae fueron las más abundantes con 1076, 987 y 667 respectivamente, representando un 8.85%, 8.11% y 5.48% del total de las muestras (Tabla 1).

Tabla 1.

Familias, número de individuos y porcentaje de insectos colectados.

Familia	Bécal, Campeche.	Muna, Yucatán.	Total	Porcentaje %
SYRPHIDAE	2100	211	2311	19.0096241
ASILLIDAE	911	415	1326	10.9072962
COCCINELIDAE	450	663	1113	9.15521922
BRACONIDAE	197	879	1076	8.85086781
SCELIONIDAE	289	698	987	8.1187793
CHALCIDIDAE	162	505	667	5.48655096
VESPIDAE	310	309	619	5.09171671
ICHNEUMONIDAE	146	397	543	4.46656247
POMPILLIDAE	190	303	493	4.0552768
BETHYLIDAE	189	282	471	3.8743111
EURYTOMIDAE	62	270	332	2.73093691
SPHECIDAE	68	232	300	2.46771407
CABRONIDAE	54	203	257	2.11400839
STAPHYLINIDAE	135	85	220	1.80965699
TACHINIDAE	85	79	164	1.34901703
PTEROMALIDAE	28	134	162	1.3325656
EUPELMIDAE	21	131	152	1.25030846
EVANIIDAE	34	108	142	1.16805133
EUCOLIDAE	33	79	112	0.92127992

SCLEROSOMATIDAE	84		84	0.69095994
DIAPRIIDAE	34	31	65	0.53467138
PERILAMPIDAE	9	40	49	0.40305997
LYCOSIDAE		35	35	0.28789998
MYRMELIONTHIDAE	35		35	0.28789998
CARABIDAE	2	32	34	0.27967426
MYMARIDAE	24	10	34	0.27967426
CRYSOPIDAE	23	9	32	0.26322284
EUCHARITIDAE	2	30	32	0.26322284
EULOPHIDAE		30	30	0.24677141
FORFICULIDAE	9	21	30	0.24677141
OXYPIDAE	7	19	26	0.21386855
APHELINIDAE	11	13	24	0.19741713
ENCYRTIDAE	1	23	24	0.19741713
REDUVIIDAE	10	14	24	0.19741713
SALTICIDAE	12	12	24	0.19741713
MYMAROMATIDAE	10	13	23	0.18919141
FIGITIDAE	4	16	20	0.16451427
SIGNOPHORIDAE	10	1	11	0.09048285
CHRYSIDIDAE	1	7	8	0.06580571
DRYNIDAE	3	5	8	0.06580571
MELOIDAE		7	7	0.05758
THOMISIDAE		7	7	0.05758
ELASMIDAE		6	6	0.04935428
TORYMIDAE	1	5	6	0.04935428
ARANEIDAE	3	2	5	0.04112857
PHENGODIDAE	3	1	4	0.03290285
PLATYGASTRIDAE		4	4	0.03290285
COENAGRIONIDAE	2	1	3	0.02467714
LYCIDAE		3	3	0.02467714
MANTOIDIDAE	3		3	0.02467714
ASCALAPHIDAE		2	2	0.01645143
GEOCORIDAE	1	1	2	0.01645143
MANTIDAE		2	2	0.01645143
SCLEROGIBIDAE	1	1	2	0.01645143
SPARASSIDAE	2		2	0.01645143
Total general	5771	6386	12157	100

Las familias de parasitoides presente en este estudio se asemejan en un 80% con las familias registradas en la selva baja de Yucatán (Chan-Canché et al. 2020); de igual manera fueron similares

en un 66.66% a las familias presentes en el estudio de Garzón-Tovar (2019), en donde evaluó a los parasitoides asociados a compuestos volátiles sintéticos en cultivos de café y en un 55% de las familias descritas como las principales depredadoras de plagas agrícolas en la guía de insectos benéficos de Nájera-Rincón y Souza (2010).

Las familias presentes en este estudio están incluidas en 10 órdenes, los cuales son: Araneae, Coleoptera, Hymenoptera, Odonata, Diptera, Hemiptera, Neuroptera, Dermaptera, Opiliones y Mantodea, de las cuales, Hymenoptera, fue el orden más abundante con 54.77% del total de individuos, seguido por Diptera y Coleoptera con 31.26% y 9.49%, respectivamente. Esto coincide con el estudio de Sánchez *et al.* (2018) en cultivo de maíz, en el cual el 69% del total de familias fue representado por himenópteros (Sánchez *et al.* 2018).

La fauna recolectada representa el 93.5% y el 91% de la completitud de la muestra de Muna y Bécál, respectivamente, sugiriendo un adecuado esfuerzo de muestreo para ambos sitios (Fig. 1)

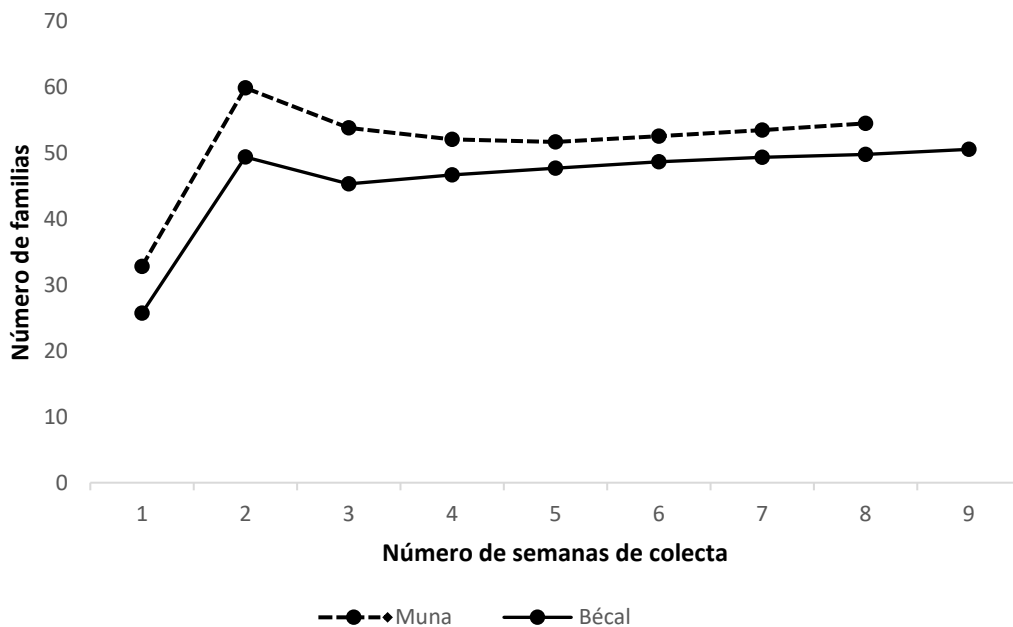


Figura 1. Curva de acumulación de familias con el número de semanas como medida del esfuerzo de muestreo.

Composición de familias

La comunidad de Bécál estuvo conformada por 46 familias, siendo, Syrphidae (2100 individuos) y Asillidae (911 individuos) los depredadores dominantes. En cuanto a los parasitoides, la familia Scelionidae fue la de mayor abundancia con 289 individuos, seguida de la familia Braconidae con 197 (Tabla 1). En Muna, Yucatán, se registraron 51 familias, dominando Coccinellidae (663 individuos) y Asillidae (415 individuos) por parte de los depredadores y Braconidae (879 individuos) y Scelionidae (698 individuos) por parte de los parasitoides. Pero, pese a ser el mismo tipo de cultivo las comunidades fueron diferentes, ya que en Bécál, cuatro de las cinco familias más dominantes del sitio fueron depredadoras; por el contrario, en Muna las tres más abundantes fueron parasitoides (Fig. 2). Estos resultados pueden deberse a varios factores, para Syrphidae, uno, podría ser la liberación natural de compuestos volátiles emitidos por el cultivo, como el salicilato de metilo (MeSA), el cual es la forma volátil del ácido salicílico (James & Price, 2004), que es una de las principales hormonas presentes en el maíz, y que desempeña un papel importante en el crecimiento y desarrollo de la planta (García-Montalvo, 2016), además de ser descrita como molécula señal en respuesta a lesiones causadas por el ambiente, microorganismos, insectos, entre otros, favoreciendo la atracción de enemigos naturales y así mermar la herbivoría que afectan al cultivo (Creelman *et al.*, 1995 y Hayat *et al.*, 2007).

Algunos autores han demostrado que realizando liberaciones controladas de MeSA se obtiene un incremento de población de casi siete veces más de individuos de la familia Syrphidae en cultivos de café (Coral *et al.* 2012), y soja (Salamanca *et al.* 2018) lo que sugiere una relación

importante del volátil MeSA como atrayente de este enemigo natural (Coral *et al.* 2012; Garzón, 2019).

En el caso particular de la familia Asilidae, se sabe que estos organismos se alimentan de diversos tipos de presas capturándolas en pleno vuelo, entre estas se encuentran otros tipos de moscas, esto podría significar que la alta presencia de la familia Syrphidae significó una gran fuente de alimento para Asilidae, por lo cual hubo una mayor abundancia (Gallo *et al.*, 2002).

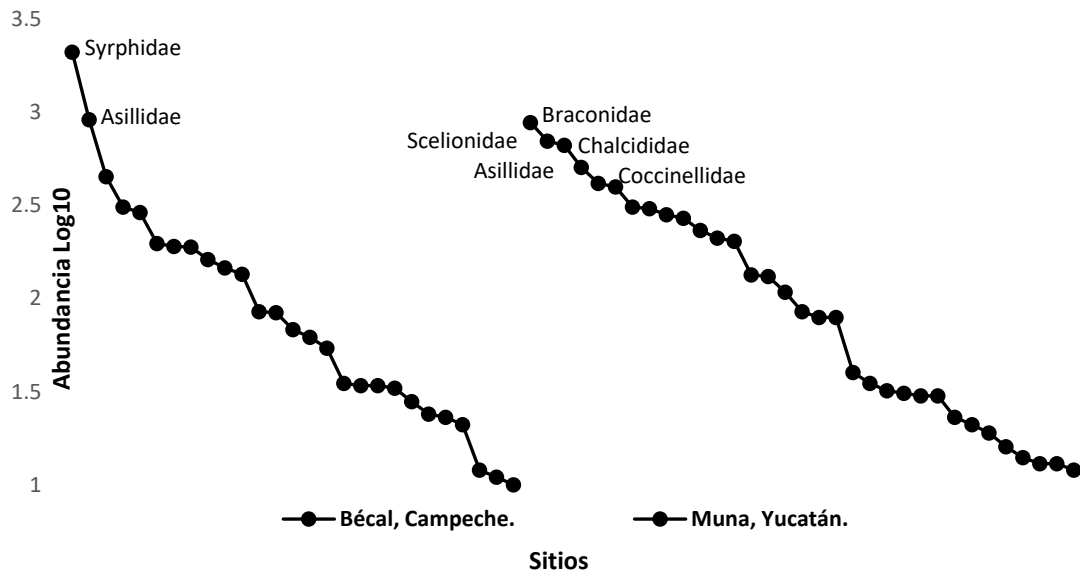


Figura 2. Curvas de rango-abundancia de las familias de depredadores y parasitoides presentes en dos cultivos de maíz.

Con relación a la diversidad, considerando las curvas de rango-abundancia de las familias se observa que la estructura de las comunidades de Muna fue más heterogénea, ya que no se observó dominancia de alguna familia, a diferencia de Bécal, donde Syrphidae y Asilidae dominaron las comunidades (Fig. 2). Esto puede deberse a la vegetación circundante que rodean cada sitio, ya que la diversidad de especies vegetales presentes es estos remanentes es directamente proporcional a la diversidad de entomofauna que se alberga en ellos (Bedoya *et al.* 2018), favoreciendo la

migración de especies entre ambos sistemas, debido a la proximidad de los sitios, para así obtener recursos alternativos, como comida, hospederos y refugio (Landis *et al.* 200, Hochberg e Ives 2000); el sitio de Muna está rodeado de remanentes de vegetación de selva baja, por el contrario, Bécál está rodeado principalmente por varias hectáreas de monocultivo de maíz. Otro factor podría ser la intensidad del uso de agroquímicos en cada sitio. Estudios sobre las comunidades de insectos no objetivo en el ecosistema agrícola del maíz, demostraron que el impacto de los insecticidas en cultivos convencionales puede tornarse agresivo y de amplio espectro en la estructura de las comunidades de insectos (Dively, 2005 y Chaves *et al.* 2016).

Ensamblaje de grupos funcionales

Al analizar el ensamblaje de cada grupo funcional se observa que en ambos sitios las comunidades de parasitoides son más equitativas que las de depredadores, además que para cada sitio las familias que dominaron fueron diferentes: la familia de parasitoides Scelionidae dominó en Bécál y Braconidae en Muna; con respecto a los depredadores Syrphidae fue la familia más abundante en Bécál y Coccinellidae en Muna. (Fig. 3).

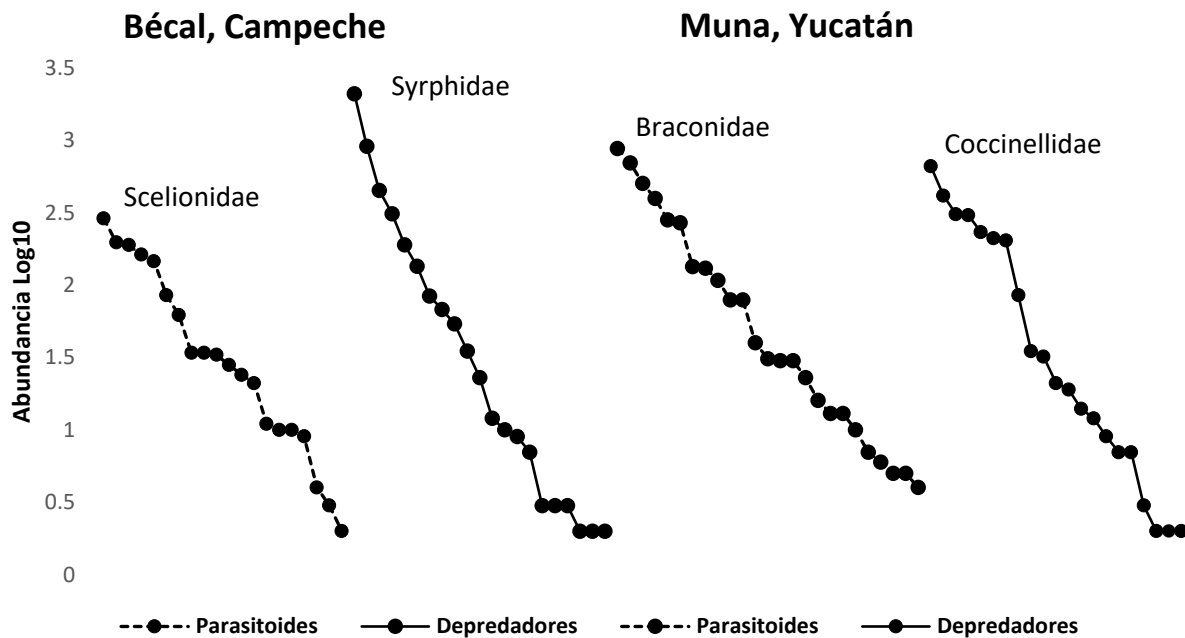


Figura 3. Curvas de rango-abundancia de las comunidades de cada grupo funcional presente en cultivos de maíz de Muna, Yucatán y Becal, Campeche.

Las familias de parasitoides más abundantes en cada sitio son similares a las encontradas en estudios previos de diversidad de parasitoides (Gutiérrez-Ramírez *et al.* 2015, Sánchez *et al.* 2018 y Chan-Chanché *et al.* 2020).

La dominancia de Braconidae podría justificarse sabiendo que es la segunda familia de himenópteros más diversa, se estima que existen 40.000 especies distribuidas en todo el mundo (Yu *et al.* 2004 e Yu *et al.* 2016), siendo considerada como un grupo dominante en la regulación de poblaciones gracias a sus diferentes estrategias de parasitoidismo (Gaston, 1991; LaSalle & Gauld, 1993). Se han registrado géneros de importancia agrícola para el control de poblaciones de *S. frugiperda*, destacando *Chelonus*, *Cotesia* y *Meteorus* (Bahena, 2008). García-Gutiérrez *et al.* (2013) en su estudio sobre parasitoidismo en *S. frugiperda* encontró que la especie *Chelonus*

insulares destacó registrando un parasitoidismo del 86%, por lo que su abundancia pudo ser algo esperable, sabiendo que *S. frugiperda* ha sido la plaga de mayor importancia en cultivos de maíz en los últimos años (Bahena y Velázquez, 2012; Estrada *et al.* 2013).

Por su parte, Scelionidae, también es una familia muy diversa, tanto en especies como en aspectos biológicos, muchas especies de Sceliónidos son importantes controladores biológicos de diversas plagas, destacando entre ellos el género *Telonomus*, el cual ha sido utilizado para controlar las poblaciones del género *Spodoptera*. en cultivos de maíz, sorgo, arroz y soya (Altieri *et al.*, 1989), ya que se ha demostrado que las hembras de *T. remus* responden a la feromona sexual de *S. frugiperda*, aumentando la tasa de parasitismo (Norlund *et al.*, 1983; Lewis y Nordliind, 1984).

En cuando a los depredadores dominantes, Coccinellidae fue la familia dominante en Muna, lo que coincide con el estudio de Mirabal *et al.* (2016) en el cual Coccinellidae fue la familia con más individuos en el orden Coleoptera. Coccinellidae es una de las familias más estudiadas y utilizadas como enemigo natural en estrategias de manejo integrado en cultivos agrícolas, debido a su amplia distribución y a su gran voracidad tanto en etapa larvaria como en etapa adulta, alimentándose de numerosas presas como: pulgones, moscas blancas, escamas, cochinillas y en ciertas ocasiones de huevecillos de *S. frugiperda* (King & Saunders 1984).

De igual manera, Hoballah *et al.* (2004) reportó a la especie *Coleomegilla maculata* como el depredador de huevos de *S. frugiperda* más conocido en el norte de Veracruz, México, además de *Cycloneda sanguínea* e *Hippodamia convergens* que de igual manera han sido reportadas depredando huevos de *S. frugiperda* (Soto y Iannacone, 2008). Esto pudiese dar razón del porqué fue una familia dominante en este sitio. Para Syrphidae, podría deberse a la presencia del volátil MeSA anteriormente descrito.

Diversidad de familias y grupos funcionales

Muna, Yucatán registró mayor diversidad que Becal, Campeche, tanto de la diversidad de orden 1 ($q = 1$) que se refiere a la diversidad teórica si todas las familias tuvieran la misma importancia como la de orden 2 ($q = 2$) que se refiere a la diversidad de especies comunes. El sitio de Muna, tuvo 8.55 más familias efectivas que Bécal, (Tabla 1). Para la diversidad de orden 0 que se refiere a la riqueza de especies, no se encontraron diferencias.

Tabla 2.

Índices de diversidad verdadera del orden 0, 1 y 2 en ambos sitios.

Estado	Gremio	Orden 0 Esp	Orden 0 (I.D.C)	Orden 1 Esp (Jackknife)	Orden 1 (I.D.C)	Orden 2 Esp (Simpson)	Orden 2 (I.D.C)
<i>Bécal, Campeche</i>	Entomófagos	50.1	(46.9, 63.4)	10.98	(10.586, 11.384)	5.715	(5.22, 6.20)
<i>Muna, Yucatán</i>	Entomófagos	54.3	(51.7, 66.6)	19.57	(19.09, 20.04)	14.39	(14.056, 14. 729)

Estos resultados pueden explicarse por el paisaje que rodea el cultivo, ya que los agroecosistemas que están rodeados por remanentes de vegetación natural o una mayor diversidad florística, presentan una mayor diversidad que los agroecosistemas lejanos a estas, debido a que proveen diferentes recursos para alimentación, desarrollo, protección, etc. (Bedoya *et al.* 2018, Chay-Hernández *et al.* 2006, Holland y Fahrig, 2000, Mirabal, *et al.* 2016, Nicholls *et al.* 2001, Nicholls y Altieri, 2002, Orozco-Peón *et al.* 2019 y Ramírez, 2013). Esto sugiere que la vegetación

circundante en los sitios de Bécal y Muna pudieran ser clave en los resultados obtenidos en este estudio.

CONCLUSIONES

La entomofauna asociada a cultivos de maíz estuvo mejor representada por el gremio de depredadores con 28 familias, siendo la más abundante Syrphidae seguida de Asilidae y Coccinellidae.

El gremio de los parasitoides estuvo mejor representado en Muna, con comunidades más heterogeneas con Braconidae como familia dominante, a diferencia de Scelionidae que dominó las comunidades de Becal.

En términos de riqueza, no existió una diferencia significativa entre ambos sitios. Pero en términos de diversidad Muna fue más diverso que Bécal.

Con base en estudios anteriores y a los resultados obtenidos en este, se corrobora la importancia de tener vegetación circundante en los cultivos agrícolas, ya que favorece a la diversidad de entomofauna, disminuye los niveles de herbivoría y da pie a agroecosistemas más estables.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agrosíntesis. (27 de Mayo de 2011). Principales plagas del cultivo de maíz. México.
- Altieri, M.A.; J. Trujillo; L. Campos; C. Klein-Koch; C.S. Gold; J. R. Quezada. 1989. El control biológico clásico en América Latina en su contexto histórico. *Manejo Integrado de Plagas*, 12: 82-107.
- Altieri, M. A. (2009). Los impactos ecológicos de los sistemas de producción de biocombustibles a base de monocultivos a gran escala en América. *Agroecología*, 4, 59-67.
- Badii, M. H.; A. E. Flores; H. Bravo; R. Forughbakhch & H. Quiróz. 2000f. Diversidad, estabilidad y desarrollo sostenible. Pp. 381-402. In: M. H. Badii, A. E. Flores & J. L. Galán (eds.). *Fundamentos y Perspectivas de Control Biológico*. UANL, Monterrey.
- Bahena, J.F. 2008. *Enemigos Naturales de las Plagas Agrícolas. Del maíz y otros cultivos*. Libro Técnico Núm. 5. SAGARPA-INIFAP. Uruapan, Michoacán, México. 180 p
- Bahena J F, Velázquez J J. 2012. *Manejo Agroecológico de plagas en maíz para una agricultura de conservación en el Valle de Morelia Querendaro*. Michoachan. INIFAP. CIRPAC. Folleto Técnico No. 27. México. 81p.
- Bedoya, A., Fernández, C. y Pérez, K.D. (2018) Diversidad de la entomofauna asociada a vegetación alemana a cultivos de arroz, maíz y algodón. *Temas Agrarios*, 23(2): 107-120.
- Benz, B. F. 1997. Diversidad y distribución prehispánica del maíz mexicano. *Arqueología mexicana* 5(25):17-23.

- Bernal J.S. 2007. Biología, Ecología y Etología de Parasitoides. In: Rodríguez-del-Bosque L.A., Arredondo-Bernal H. C (eds). Teoría y Aplicación del Control Biológico. pp: 61-74.
- Briceño R.A., Clavijo A.J., Díaz F. 2005. Parasitoides de *Syllepte* sp. (Lepidoptera: Crambidae: Spilomelinae) en *Rubus floribundus* en las zonas altas de los estados Lara, Trujillo y Yaracuy, Venezuela. *Bioagro* 17:63-66.
- Chaves, D., Martins, S., Maruccib R., De Carvalho, A., Matoso, M. and Magid, J. 2016. Does Bt maize cultivation affect the non-target insect community in the agro ecosystem?. *Revista Brasileira de Entomologia* 60; pp. 82–93.
- Chan-Canche R, Ballina-Gómez H, Leirana-Alcocer J, Bordera S, González-Moreno A (2020) Sampling of parasitoid Hymenoptera: influence of the height on the ground. *Journal of Hymenoptera Research* 78: 19–31. <https://doi.org/10.3897/jhr.78.54309>
- Chay-Hernández, D. A., Delfín-González, H., & Parra-Tabla, V. (2006). Ichneumonoidea (Hymenoptera) community diversity in an agricultural environment in the state of Yucatan, Mexico. *Environmental entomology*, 35(5), 1286-1297.
- Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Guanajuato, A. (s.f.). Manual de Plagas y Enfermedades en Maíz. Irapuato, Guanajuato, México.
- Cortez, H., & Trujillo, J. (1994). Incidencia del gusano cogollero y sus enemigos naturales en tres agrosistemas de maíz. *Turrialba Volumen 44, número 1* (enero-marzo 1994), páginas 1-9.

- Coral, F., Bacca, T. & Dias, I. (2012). Efecto atractivo de los volátiles de un terpenoide a insectos asociados a *Coffea arabica* L. (Rubiaceae)." Boletín Científico Centro De Museos De Historia Natural, vol. 16, no. 2, p. 78.
- Creelman, R. A., & Mullet, J. E. 1995. Jasmonic acid distribution and action in plants: regulation during development and response to biotic and abiotic stress. Proc. of the National Acad. of Sci. 92, 4114–4119.
- Dively, G. 2005. Impact of transgenic VIP3A Cry1Ab Lepidopteran-resistant fieldcorn on the nontarget arthropod community. Environ. Entomol. 34, 1267–1291.
- Doebley, J. & H. H. Iltis. 1980. Taxonomy of *Zea* (Gramineae). I. A subgeneric classification with key to taxa. Amer. J. Bot. 67(6): 982-993.
- Estrada V, Cambero J, Robles A, Rios C, Carvajal C, Isiordia N, Ruíz E. 2013. Parasitoids and Entomopathogens of the Fall Armyworm *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in Nayarit, Mexico. Southwestern Entomologist. 38(2):339-344.
- Fraser, S.E.M.; Dytham, C. & Mayhew, P.J. (2007). Determinants of parasitoid abundance and diversity in woodland habitats. Journal of Applied Ecology. 44: 352–361
- Gallo, D. et al. 2002. Entomologia Agrícola. Piracicaba, São Paulo, Brasil: FEALQ. 920 p.
- García G., C. y M. B. González M. 2013. Síntesis sobre el uso de bioinsecticidas y otros agentes de control biológico de plagas en México. Vedalia 14 (1): 35-42.
- García-Gutiérrez C., González-Maldonado M.B., Cortez-Mondaca E. 2012. Uso de enemigos naturales y biorracionales para el control de plagas de maíz. Ra Ximhai 8:57-70.

- García-Gutiérrez C., González-Maldonado M.B., González-Hernández A. 2013. Parasitismo natural de Braconidae e Ichneumonidae (Hymenoptera) sobre *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Revista Colombiana de Entomología* 39:211-215.
- García-Montalvo, I. A. (2016). Mecanismos de resistencia a patógenos e insectos herbívoros en teosinte y maíz. *Journal of Negative and No Positive Results: JONNPR*, 1(5), 190-198.
- Garzón Tovar, H. V. (2019). Caracterización de enemigos naturales atraídos por volátiles sintéticos inducidos por la herbivoría en cultivos de café en la provincia del Sumapaz.
- Gaston, K. J. (1991) The magnitude of global insect species richness. *Conservation Biology*, 5, 283-296. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.1991.tb00140>.
- Gutiérrez-Ramírez, A., Robles-Bermúdez, A., Cambero-Campos, J., Santillán-Ortega, C., Ortíz-Catón, M., Coronado-Blanco, J. M., & Campos-Figueroa, M. (2015). Parasitoides de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) Encontrados en Nayarit, México. *Southwestern Entomologist*, 40(3), 555-564.
- Hayat, S., Ali, B., Ahmad, A., 2007. *Salicylic Acid: A Plant Hormone*. Springer, Dordrecht, The Netherlands.
- Hernández-Mendoza JL, López-Barbosa EC, Garza-González E, Pérez MN. 2008. Spatial distribution of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in maize landraces grown in Colima, México. *International Journal of Tropical Insect Science* 28: 126-129.
- Hoballah M.E., Degen T., Bergvinson D, Savidan A, Tamó C., Turlings T.C.J. 2004 Occurrence and direct control potential of parasitoids and predators of the fall armyworm (Lepidoptera:

- Noctuidae) on maize in the subtropical lowlands of México. *Agricultural and Forest Entomology* 6:83-88.
- Hochberg ME, Ives AR (2000) *Parasitoid population biology*. Princeton University Press. USA. 366p.
- Holland, J., & Fahrig, L. (2000). Effect of woody borders on insect density and diversity in crop fields: a landscape-scale analysis. *Agriculture, ecosystems & environment*, 78(2), 115-122.
- Ingrao A.J., Schmidt S., Jubenville J., Grode A., Komondy L., VanderZee D., Szendrei Z. 2017. Biocontrol on the edge: Field margin habitats in asparagus fields influence natural enemypest interaction. *Agriculture Ecosystems & Environment* 243:47-54.
- JAMES, D. & PRICE, T. 2004.- Field-testing of methyl salicylate for recruitment and retention of beneficial insects in grapes and hops. *J. Chem. Ecol.* 30: 1613–1628.
- King, A. B., & Saunders, J. L. (1984). *The invertebrate pests of annual food crops in Central America: A guide to their recognition and control*. Bib. Orton IICA/CATIE.
- Landis DA, Wratten SD, Gurr GM (2000) Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. *Annual Review of Entomology* 45: 175-201.
- LaSalle, J., Gauld, I. D. (1993) *Hymenoptera and Biodiversity*. CAB International. Universidad de Michigan, EUA. 348 pp.
- Lewis, W.J. y D.A. Nordlund. 1984. Serniochemicals influencing fall armyworm parasitoid behavior: implications for behavioral manipulation. *Florida Entomologist* 67: 343-349.

- Lewis, W.J. y D.A. Nordlund. 1984. Serniochemicals influencing fall armyworm parasitoid behavior: implications for behavioral manipulation. *Florida Entomologist* 67: 343-349.
- Mirabal, L. U. I. S., Gonzalez, C. A. R. L. O. S., Castillo, N. E. I. S. Y., Pérez, N. I. L. D. A., Gómez, J. O. S. E. F. I. N. A., López, A. L. D. O., ... & Amador, A. I. M. É. E. (2016). Entomofauna asociada a dos agroecosistemas de maíz (*Zea mays* L.) en San José de las Lajas, Mayabeque. *Métodos en Ecología y Sistemática*, 11(2), 47-57.
- Nájera Rincón, M. B., & Souza, B. (2010). Insectos benéficos. Guía para su Identificación. DR Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). México.
- Nicholls, C., & Altieri, M. (2002). Biodiversidad y diseño agroecológico: un estudio de caso de manejo de plagas en viñedos.
- Nicholls, C.I., Parrella, M. & Altieri, M.A. The effects of a vegetational corridor on the abundance and dispersal of insect biodiversity within a northern California organic vineyard. *Landscape Ecology* 16, 133–146 (2001). <https://doi.org/10.1023/A:1011128222867>
- Nordlund, D.A., W.J. Lewis y R.C. Gueldner. 1983. Kairomoncs and their use for management of entomophagous insects: XIV. Response of *Telenomus rrmus* to abdominal tips of *Spodopterafrugiperda* as well as to (Z)-9-tetradecene-1-01 acetate and (Z)-9-dodecene-1-01 acetate. *Journal of Chemical Ecology* 9: 695-701.
- Ordóñez-García, M., Rios-Velasco, C., Berlanga-Reyes, D. I., Acosta-Muñiz, C. H., Salas-Marina, M. Á., & Cambero-Campos, O. J. (2015). Occurrence of natural enemies of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in Chihuahua, Mexico. *Florida Entomologist*, 843-847.

- Orozco-Peón, O., González-Moreno, A., Ruíz-Sánchez, E. y J.M. Tun-Suárez. 2019. Comunidades y gremios de parasitoides (Hymenoptera: Ichneumonidae) en cultivo de maíz y selva baja caducifolia circundante. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 6(17): 195-205. <http://dx.doi.org/10.19136/era.a6n17.1977>
- Ramírez H, Marcela A, Gómez E J. 2013. Evaluación del riesgo de contaminación por metamidophos en la microcuenca el Salto del municipio del Santuario. Antioquia.
- Rello, F., and M. Morales. 1999. “Eslabonamientos Productivos Agricultura-Agroindustria y Su Capacidad de Generar Empleo en México.” FAO, Santiago de Chile.
- Ruíz C., J.A., E. Bravo M., G. Ramírez O., A.D. Báez G., M. Álvarez C., J.L. Ramos G., U. Nava C. y K.F. Byerly M. 2013. Plagas de importancia económica en México: aspectos de su biología y ecología. Libro Técnico Núm. 2. INIFAP-CIRPAC-Campo Experimental Centro Altos de Jalisco. Tepatitlán de Morelos, Jalisco. 448 p.
- Salamanca, J., Souza, B. & Rodriguez-Saona, C (2018). Cascading effects of combining synthetic herbivore-induced plant volatiles with companion plants to manipulate natural enemies in an agro-ecosystem. *Pest Management Science*, 74, 2133-2145.
- Sanchez, M. L., Linares, J. C., Herrera, C. R. F., & García, K. D. P. (2018). Analisis de la entomofauna benéfica en cultivos de maíz transgénico y convencional, Córdoba-Colombia. *Temas agrarios*, 23(2), 121-130.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) (2019). Datos abiertos. Estadística de Producción Agrícola. Recuperado de <http://infosiap.siap.gob.mx/gobmx/datosAbiertos.php>.

Soto J., Iannacone J. 2008. Efecto de dietas artificiales en la biología de adultos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). *Acta Zoológica Mexicana* 24:1-22.

TOLEDO A., J.; INFANTE M., F. 2008. Manejo Integrado de Plagas. Trillas. D. F., México. 327 p.

Villegas-Mendoza J.M., Sánchez-Varela A., Rosas-García N.M. 2015. Caracterización de una especie de *Meteorus* (Hymenoptera: Braconidae) presente en larvas de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) en el Norte de Tamaulipas, México. *Southwestern Entomologist* 40:161-169.

Yu, D. S., van Achterberg, C., Horstmann, K. (2004) *Taxapad. Ichneumonoidea*. Vancouver, Canadá.

Yu, D. S. , van Achterberg, C. , Horstmann, K. (2016) *Taxapad 2016. Ichneumonoidea 2015* (Biological and taxonomical information), *Taxapad Interactive Catalogue Database* on flash-drive. Nepean, Ottawa.

