



EDUCACIÓN



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván
DIVISION DE ESTUDIOS PROFESIONALES

Úrsulo Galván, Ver. 25/Noviembre/2022
OFICIO No. 415

ASUNTO: Autorización de Digitalización

C. EDITH ALEJANDRA GUTIERREZ MORALES
N° CONTROL: 17883204
EGRESADA DEL ITUG
PRESENTE

Por este conducto me dirijo a usted para comunicarle que su trabajo titulado: "ATRIBUTOS ESTRUCTURALES DE HYMENOPTERA PARASITICOS ASOCIADOS A ARVENSES ALEDAÑAS A CULTIVOS DE HORTALIZAS Y CAÑA DE AZUCAR". Como opción de Titulación integral mediante: TESIS PROFESIONAL después de haber sido revisado por su Asesor y los integrantes de la Comisión de Revisión y usted haber cumplido con todas las correcciones y los requisitos indispensables, ha sido autorizada su impresión; por lo que deberá entregar a este Departamento un "Producto Formal de Titulación" de color NEGRO, debiendo presentarse en formato digital atendiendo a las instrucciones para tal efecto.

A T E N T A M E N T E
Excelencia en Educación Tecnológica
Nuestro Esfuerzo es Progreso.



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ÚRSULO GALVÁN

DIVISION DE ESTUDIOS PROFESIONALES

C. ABDUL DOMÍNGUEZ CASTRÁN
JEFE DEL DEPTO. DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES

C.c.p. Archivo
ADC/mri



Carretera Cardel - Chachalacas Km. 4.5, C.P. 91667, Úrsulo Galván, Ver.
Tel. (296) 9625029 tecnm.mx | itursulogalvan.edu.mx



2022 Flores
Año de Magón

Úrsulo Galván, Ver, 25/Noviembre/2022

ASUNTO: Liberación de Proyecto para Titulación integral.

ABDUL DOMÍNGUEZ CAPISTRÁN
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
P R E S E N T E

Por este medio le informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para la Titulación integral

Nombre del Egresado	EDITH ALEJANDRA GUTIERREZ MORALES
Carrera:	LICENCIATURA EN BIOLOGÍA
No. de Control	17883204
Nombre del proyecto	ATRIBUTOS ESTRUCTURALES DE HYMENOPTERA PARASITICOS ASOCIADOS A ARVENSES ALEDAÑAS A CULTIVOS DE HORTALIZAS Y CAÑA DE AZUCAR
Producto	TESIS PROFESIONAL

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestros egresados.

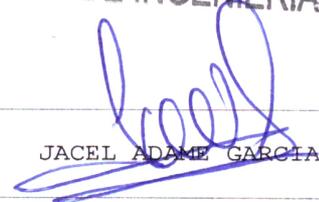
A T E N T A M E N T E
Excelencia en Educación Tecnológica®
"Nuestro esfuerzo es progreso"



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ÚRSULO GALVÁN

JORGE RAFAEL LEÓN CARMONA
JEFE DEL DEPTO. DE INGENIERÍAS

DEPTO. DE INGENIERÍAS

 FELIX DAVID MURILLO CUEVAS	 JACEL ADAME GARCIA	 JAZMÍN VILLEGAS NARVAEZ
Nombre y Firma del Asesor	Nombre y Firma del Revisor	Nombre y Firma del Revisor

C.c.p. Expediente





EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO®

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ÚRSULO GALVÁN

ATRIBUTOS ESTRUCTURALES DE
HYMENOPTERA PARASÍTICOS ASOCIADOS
A ARVENSES ALEDAÑAS A CULTIVOS
DE HORTALIZAS Y CAÑA DE AZÚCAR

TESIS PROFESIONAL

Presenta:

EDITH ALEJANDRA GUTIÉRREZ MORALES

Para obtener el título de:
LICENCIADA EN BIOLOGÍA

No. Control: 17883204

Úrsulo Galván, Ver., Diciembre de 2022.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios y al universo por darme la sabiduría e inteligencia por conducirme en el camino correcto, a través de todo este tiempo, por darme la fuerza y seguridad para cumplir este logro de haber culminado mis estudios.

A mis padres Pablo Agustín Gutiérrez Andrade y Cecilia Morales León por haberme inculcado los valores necesarios para formarme en la persona que soy hoy, gracias por ser ese pilar fundamental en mi vida, brindarme su amor y siempre darme su apoyo incondicional, también por todo el sacrificio que hacen por mi hermano y por mí, por habernos dado la mejor herencia de todas, el estudio. Por todo eso y más, muchas gracias.

A mi hermano Luis Eduardo Gutiérrez Morales por siempre estar presente en mi vida y brindarme su apoyo, que siga mi ejemplo para que pueda cumplir sus metas.

A mi familia porque son lo más preciado que tengo, por siempre brindarme su apoyo en todo momento, por estar siempre a mi lado dándome palabras de motivación, consejos y sobre todo porras a lo largo de este camino, a su cariño, a su amabilidad y acompañamiento. Les agradezco, y hago eco de mi enorme aprecio hacia ustedes, mi querida familia.

A mi Director de Tesis el Dr. Félix David Murillo Cuevas quien fue parte fundamental en mi formación como profesionista, gracias por la inestimable ayuda, paciencia y confianza en mi depositada, desde mis inicios hasta el final de esta etapa como estudiante, por sus aportaciones y consejos a esta tesis, he podido contar con un director de tesis que ha sabido transmitirme su experiencia, conocimiento y apoyo con los materiales y por siempre buscar la mejor manera para llevar a cabo la realización de este trabajo de tesis.

A mis asesoras la Dra. Jacel Adame García, Maestra Jazmín Villegas Narváez y la Dra. Adriana Elena Rivera Meza, por haber permitido trabajar con ellas, por brindarme su apoyo, consejo, revisión y asesorías para llevar a cabo la realización de este trabajo de tesis. Gracias por que son un ejemplo a seguir.

A mis amigas y compañeros de universidad, gracias por su amistad, por su apoyo en todo momento, y por las experiencias como estudiantes en estos 4 años y medio de la carrera, gracias y mucho éxito a todos.

A Mario que estuvo asesorándome las primeras veces que inicié con este proyecto de investigación, a Joana y Jesús por apoyarme con este trabajo de tesis, gracias por ayudarme con la identificación de especies, espero que este conocimiento que obtuvieron les sirva a futuro en sus trabajos de tesis.

A mis amigos por estar conmigo durante todo este tiempo, por su amistad y hermandad, por todo su apoyo, por los malos y buenos momentos que hemos compartido, gracias a eso todos hemos aprendido a lo largo de los años, y nos hemos formado en lo que somos hoy, tanto profesional, como personalmente. Y eso es enriquecedor en ambos ámbitos. “Siembra una aceptable y sincera amistad, y muy seguramente el tiempo te dejará gozar de una satisfactoria cosecha”. Ustedes se han vuelto parte importante de mi vida, gracias.

A Efrén Domínguez Huerta quien me brindó sus conocimientos y fue de gran apoyo en este trabajo de tesis, también por el apoyo en el transcurso de mi carrera y parte de mi vida, por enseñarme a creer y confiar en mí, gracias por motivarme a hacer las cosas de la mejor manera.

A mi perrita Nala por llegar a mi vida y darme esa alegría, por cuidarme y estar siempre a mi lado mi compañera fiel.

Gracias a la vida porque todos los días me revela lo hermosa y lo justa que es, gracias a todos por creer en mí.

RESÚMEN

La importancia de los himenópteros parasitoides radica no sólo en su número y riqueza de especies, sino en sus funciones y adaptaciones ecológicas; la mayoría de las especies son parasitoides de insectos plagas de importancia económica y pueden ser utilizadas en el control biológico de dichas plagas. En el Tecnológico Nacional de México, campus Úrsulo Galván, se tienen áreas agrícolas productivas, en las cuales se realizan actividades de manejo de los cultivos, incluyendo control de plagas y eliminación de arvenses aledañas, de tal forma que esta actividad puede estar causando efectos perjudiciales para Hymenoptera parasíticos. Los cuales pueden ser insectos potenciales en el control natural o biológico de las plagas agrícolas en los cultivos. El objetivo del trabajo fue conocer los atributos estructurales de las comunidades de Hymenoptera parasítica asociados a las arvenses aledañas a cultivos de hortalizas y caña de azúcar en el Tecnológico de Úrsulo Galván. Para esto el trabajo se llevó a cabo en el Tecnológico Nacional de México, Campus Úrsulo Galván, los muestreos se realizaron con aspiradora entomológica y red entomológica de golpeo en arvenses cercanas a 2 sistemas productivos: 1) hortalizas y 2) caña de azúcar. Se calculo la abundancia, la riqueza, la diversidad y la equidad de los himenópteros parasitoides Se realizó una estadística descriptiva y un ANOVA y prueba de medias Tukey $\alpha=0.05$. De acuerdo a los resultados del trabajo se concluye que la estructura de las comunidades de himenóptera parasíticos de arvenses aledañas a cultivo de hortalizas y caña de azúcar en el Tecnológico de Úrsulo Galván está representada por una buena abundancia y riqueza de organismos, principalmente en las arvenses aledañas a los cultivos de hortalizas, pero presentan una diversidad y equidad media, con valores mayores al 60% y menores al 80% de la diversidad máxima que puede existir en el sistema. Las Familias de Hymenoptera que dominaron, por la abundancia de organismos presentes en ellas, fueron Pteromalidae, Platygastriidae, Braconidae, Mymaridae y Eucilidae, que son parasitoides de huevos, larvas, pupas y adultos de plagas tales como pulgones o áfidos, moscas y palomillas; así como de chinches y escarabajos. Los factores que pudieron contribuir a las diferencias entre las arvenses muestreadas se encuentran la diversidad de arvenses de cada sitio de muestreo y posiblemente el tipo de área productiva cercana (hortalizas y caña).

ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES	4
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
IV. OBJETIVOS.....	8
4.1 General:	8
4.2 Particulares:	8
V. HIPÓTESIS.....	9
VI. MARCO TEÓRICO	10
6.1. La biodiversidad	10
6.2. La biodiversidad de insectos.....	10
6.3. Insectos asociados a arvenses.....	11
6.4. Orden Hymenoptera	12
6.5. Parasitoides	13
6.6. Himenópteros parasíticos	14
VII. MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
7.1 Área de estudio:	15
7.2 Muestreo:.....	16
7.3. Procesamiento de las muestras:	16
7.4. Análisis de diversidad:.....	17
VIII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	18
IX. CONCLUSIONES	30
X. RECOMENDACIONES	31
XI. FUENTES DE CONSULTA.....	32

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Morfoespecies de Hymenoptera colectados en arvenses cercanas de hortalizas y caña de azúcar identificados a nivel de Familias taxonómicas.....	22
Cuadro 2. Comparación de la abundancia, riqueza, diversidad y equidad de himenópteros parasitoides en cada uno de los factores meses del año, tipo de colecta y arvenses.....	26

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Localización geográfica del área de estudio, Municipio de Úrsulo Galván, Veracruz, México.....	15
Figura 2. Colecta de insectos con aspiradora y red entomológica en caña de azúcar.....	16
Figura 3. Procesamiento de las muestras, separación e identificación de las avispa parasitoides.....	17
Figura 4. Morfoespecies de himenópteros parasíticos de la Familia Pteromalidae colectados en arvenses aledañas a cultivos de hortalizas y caña de azúcar.....	23
Figura 5. Morfoespecies de himenópteros parasíticos de la Familia Platygasteridae colectados en arvenses aledañas a cultivos de hortalizas y caña de azúcar.....	23
Figura 6. Morfoespecies de himenópteros parasíticos de la Familia Braconidae colectados en arvenses aledañas a cultivos de hortalizas y caña de azúcar.....	23
Figura 7. Morfoespecies de himenópteros parasíticos colectados en arvenses aledañas a cultivos de hortalizas y caña de azúcar. a) Mymaridae, b) Eucoilidae, c) Colletidae, d) Bethyidae, e) Cheloniinae, f) Eulophidae, g) Chalcididae, h) Vespidae, i) Eurytomidae, j) Cabronidae, k) Perilampidae y l) Torymidae.....	24
Figura 8. Morfoespecies de himenópteros parasíticos colectados en arvenses aledañas a cultivos de hortalizas y caña de azúcar. a) Ichneumonidae, b) Ceraphronidae, c) Encyrtidae, d) Dryinidae, e) Eupelmidae y f) Pompilidae.....	25
Figura 9. Abundancia promedio de himenópteros parasíticos en arvenses en caña de azúcar y hortalizas en cada uno de los meses de muestreo.....	27
Figura 10. Riqueza promedio de himenópteros parasíticos en arvenses en caña de azúcar y hortalizas en cada uno de los meses de muestreo.....	27
Figura 11. Diversidad promedio de himenópteros parasíticos en arvenses en caña de azúcar y hortalizas en cada uno de los meses de muestreo.....	28
Figura 12. Equidad promedio de himenópteros parasíticos en arvenses en caña de azúcar y hortalizas en cada uno de los meses de muestreo.....	28

I. INTRODUCCIÓN

El orden Hymenoptera constituye uno de los cuatro grupos hiperdiversos de insectos, reportándose entre 120,000 y 200,000 especies de himenópteros, pero estimaciones recientes apuntan a que su diversidad real es mayor a 500,000 especies (Gaston *et al.*,1996; Nieves-Aldrey y Fontal-Cazalla,1999). Esta suposición se apoya en el hecho de que algunas de las superfamilias de Hymenoptera con mayor número de especies, integradas por parasitoides diminutos, están muy poco estudiadas e identificadas, donde mencionan que, en las zonas tropicales, se cree que su diversidad potencial es muy alta.

La importancia de los himenópteros radica no sólo en su número y riqueza de especies, sino en sus funciones y adaptaciones ecológicas; la vasta mayoría de especies son parasitoides, atacando gran cantidad de artrópodos, especialmente a otros insectos, además, muchas especies de importancia ecológica y económica están reguladas por estas avispas (Fernández, 2000). Esta información tiene relación a su diversidad, comportamiento adaptaciones y características de grupo, también sobre las amenazas que enfrentan en la actualidad.

Uno de los principales grupos es la superfamilia Ichneumonoidea del Orden Hymenoptera, la cual incluye dos familias, Ichneumonidae y Braconidae que atacan insectos como lepidópteros, coleópteros y dípteros. Además, los chalcidoideos forman el grupo de avispas parasíticas con mayor número de éxitos en el Control Biológico de insectos plaga, siendo las familias Aphelinidae y Encyrtidae las más notables parasitando homópteros como mosquitas blancas, piojos harinosos, escamas y psiloideos; las especies de Eulophidae se han usado también con éxito (Triplehorn & Johnson (2005).

Las arvenses son consideradas como problemas en algunos cultivos, por su efecto en la competencia interespecífica y porque se les considera como huéspedes de plagas y patógenos. Sin embargo, actualmente existe un mayor conocimiento sobre su

funcionalidad en el equilibrio ecológico de los agroecosistemas por su contribución al mantenimiento de las poblaciones de insectos benéficos como avispas parasitoides (Radosevich *et al.*, 2007; Altieri y Nicholls, 2009; Landis *et al.*, 2000; León-Burgos *et al.*, 2019). Gracias a estos conocimientos se sabe que las arvenses presentan algunas ventajas que les permiten una mayor habilidad competitiva frente a las plantas cultivadas, de igual forma a los insectos benéficos ya que tienen mayores posibilidades de encontrar presas alternativas, abrigo, sitios para reproducción y refugios para dormancia.

En referencia con González-Cabrera *et al.* (2014); Ávila-Rodríguez, *et al.* (2018), concluyen que la identificación correcta de los parasitoides nativos en una región determinada constituye el primer paso para diseñar e implementar un programa de control biológico. Esto nos permite definir que especies se deben producir masivamente para su liberación, así como evaluar su impacto y su eficiencia.

La biodiversidad se relaciona con características específicas del hábitat, pero también dependen en gran medida de aspectos intrínsecos de las prácticas de manejo de los agro-ecosistemas, la intensificación de los cultivos, la aplicación de agroquímicos, de las actividades de quemados regulares y manejo del recurso hídrico entre otras (Dauber *et al.*, 2003). Entre los componentes biológicos más importantes se encuentra el orden Hymenoptera, insectos que desempeñan un papel importante en el desarrollo de cualquier agro-ecosistema, como controladores naturales (Biológico), ya que muchos son parasitoides de huevos, larvas o ninfas, pupas y adultos de insectos plagas (Souza *et al.*, 2006; López *et al.*, 2013).

El conocimiento de la biodiversidad de insectos benéficos en los sistemas agrícolas es de interés en la agricultura debido a los servicios que proporciona los insectos a través del control natural de plagas. Los servicios como el control natural de plagas, son el resultado de interacciones entre organismo fitófagos y sus enemigos naturales en una comunidad, servicio que proporciona beneficios económicos en la producción de alimentos (Losey y Vaughan, 2006; Klein *et al.*, 2007).

Algunos estudios sugieren que una buena biodiversidad es inevitable para mantener el buen funcionamiento de los ecosistemas, especialmente los agrícolas intensivos (Loreau *et al.*, 2001; Tschamntke *et al.*, 2005). Las redes tróficas, son una poderosa herramienta para estudiar comunidades complejas de especies de insectos que interactúan a través de los niveles tróficos y son esenciales para revelar los componentes funcionales de la biodiversidad en agroecosistemas (McCann, 2007; Macfadyen *et al.*, 2009).

Muchos insectos himenópteros parasíticos habitan en las arvenses cercanas de los sistemas productivos y se alimentan de las flores silvestres de muchas plantas aledañas a los cultivos agrícolas. De tal forma que es importante conocer el estado actual de la estructura de las comunidades de himenópteros parasitoides en las arvenses aledañas a los sistemas productivos y conocer si existe una diversidad o equidad importante en las comunidades de avispas parasitoides, o si ha sido afectada por el mismo manejo de los sistemas productivos.

II. ANTECEDENTES

En las regiones tropicales, la agricultura está muy tecnificada, lo cual conlleva a la simplificación de la estructura ambiental de grandes extensiones, donde se reemplaza la diversidad natural por un número reducido de plantas cultivadas. Estos autores han advertido de la extrema vulnerabilidad asociada con la uniformidad genética, afirmando que la simplificación ecológica en la agricultura está estrechamente relacionada con los ataques de plagas (Cabrera *et al.*, 2019; Murillo *et al.*, 2019; Altieri y Nicholls, 2004; Herrera *et al.*, 2005; Álvarez y Cruz, 2010). En este sentido, en estos cultivos se aplican grandes cantidades de fertilizantes y plaguicidas químicos, afectando gravemente el medio ambiente y la salud pública.

La creciente fragmentación natural del hábitat, debido a cambios en el uso de suelo y los altos niveles de insumos agroquímicos en los cultivos, ha causado una rápida disminución de la biodiversidad en los sistemas agrícolas, amenazando potencialmente los servicios ambientales como la fertilización y control biológico de plagas (Cabrera-Mireles *et al.*, 2011; Villegas y Mora, 2011; Lozano y Jasson, 2012; Cambero-Nava *et al.*, 2018). Esto es un problema serio ya que los agroquímicos siguen limitando la recuperación de la biodiversidad ligada a la agricultura.

Los insectos asociados a las arvenses se han utilizado como bioindicadores de la perturbación por sistemas agrícolas en cultivos como mango, caña de azúcar y limón persa, reportándose mayor diversidad de organismos en los sistemas menos perturbados. También se ha documentado el efecto positivo de los policultivos en relación a la fauna de insectos (Cabrera-Mireles *et al.*, 2011; Murillo-Cuevas *et al.*, 2020; Gallego, 2005; García *et al.*, 2010; Álvarez y Cruz, 2010). Los aportes mencionados ayudan a futuras investigaciones en el área de estudio de la diversidad y equidad de la fauna edáfica e insectos asociados a las arvenses.

Según Murillo *et al.* (2021), indican en un trabajo en el cual se comparó la abundancia, riqueza, diversidad y equidad de fauna edáfica e insectos asociados a las arvenses en el cultivo de limón persa en monocultivo y policultivo en la región centro costera del estado de Veracruz, México, que encontró que en la parcela en policultivo tuvo mayor diversidad y equidad, además de que fue significativamente diferente a la parcela en monocultivo más alejada, pero no a la más cercana, la parcela en policultivo compartió la mayor similitud de insectos con la parcela en monocultivo más cercana a este. Esto señala que la diversidad y equidad de insectos asociados a las arvenses se vio afectado por el tipo de parcela en monocultivo a diferencia de la parcela en policultivo.

León-Burgos *et al.* (2019) plantean en una investigación en la que se estudió la biodiversidad de insectos benéficos asociados a plantas arvenses en agroecosistemas de cacao, guanábana y arroz, una amplia biodiversidad taxonómica y ecológica de insectos benéficos en estos ecosistemas transformados, diversidad entomológica asociada especialmente a la presencia de plantas arvenses que actúan como fuentes de alimentos suplementarios y sitios de refugio para estos. Hoy en día las arvenses han ganado espacio en los sistemas de cultivos, tiene un profundo impacto en la composición e interacciones de la entomofauna de los cultivos.

En otro estudio donde se evaluó la influencia de la presencia planificada de arvenses sobre el complejo *Bemisia tabaci* virosis-parasitoides en la región costera central de Veracruz, México, reportan que la presencia de arvenses favoreció la presencia de parasitoides, reduciendo la densidad poblacional de *B. tabaci* y la incidencia viral. Aun cuando la presencia de arvenses retrasó la incidencia viral, su presencia también disminuyó el rendimiento del cultivo al competir por recursos (Medina *et al.*, 2002).

En un trabajo donde se identificaron sistemas de mayor aporte de especies benéficas, se reconoció y comparó la abundancia, diversidad y composición de los parasitoides asociados a las coberturas vegetales de los sistemas agropecuarios del eje cafetero (guadua, cítricos, pastos, café, acacia forrajera y plátano), donde los parasitoides encontrados estaban asociados con el manejo cultural en los sistemas productivos, arquitectura y diversidad vegetal, donde las coberturas más heterogéneas y menos alteradas, como la guadua, albergaron la mayor diversidad, riqueza y abundancia de parasitoides (Naranjo y Sáenz, 2011). Los parasitoides asociados tienen mayores posibilidades de encontrar presas alternativas, abrigo, sitios para reproducción y refugios para dormancia, lo cual esto beneficia su diversidad y abundancia en sistemas agropecuarios.

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Existen graves problemas de pérdida de biodiversidad de insectos benéficos debido al manejo intensivo de los cultivos agrícolas, que incluye la eliminación de arvenses aledañas y uso excesivo de plaguicidas en las áreas de producción agrícola, lo que conlleva la posibilidad de que algunas especies de insectos benéficos que no han sido identificadas y/o valoradas como agentes potenciales para el control natural y/o biológico de plagas agrícolas se pierdan.

En el Tecnológico Nacional de México, campus Úrsulo Galván, se tienen áreas agrícolas productivas, en las cuales se realizan actividades de manejo de los cultivos, incluyendo control de plagas y eliminación de arvenses aledañas, donde se utilizan productos que pueden afectar a los insectos benéficos que se encuentran en las arvenses cercanas a los cultivos, de tal forma que esta actividad puede estar causando efectos perjudiciales para las especies de insectos benéficos tales como los Hymenoptera parasíticos. Los cuales pueden ser insectos potenciales en el control natural o biológico de las plagas agrícolas en los cultivos. Además, se llegó a conocer y se logró identificar himenópteros parasitoides en dichos cultivos de las áreas productivas del Campus Úrsulo Galván, por tal motivo de importancia se realizaron estudios para conocer la diversidad de himenópteros parasitoides asociados a las arvenses aledañas de los cultivos agrícolas del Campus Úrsulo Galván. Así de tal forma es importante conocer a las comunidades de insectos benéficos tales como avispas parasitoides que se encuentran en las arvenses aledañas de los cultivos en el Tecnológico de Úrsulo Galván.

IV. OBJETIVOS

4.1 General:

Conocer los atributos estructurales de las comunidades de Hymenoptera parasítica asociados a las arvenses aledañas a cultivos de hortalizas y caña de azúcar en el Tecnológico de Úrsulo Galván.

4.2 Particulares:

4.2.1. Cuantificar la riqueza y abundancia de morfoespecies de himenópteros parasíticos asociados a las arvenses aledañas de cultivos de hortalizas y caña de azúcar en el Tecnológico de Úrsulo Galván.

4.2.2. Determinar la diversidad y equidad de morfoespecies de himenópteros parasíticos asociados a las arvenses aledañas de cultivos de hortalizas y caña de azúcar en el Tecnológico de Úrsulo Galván.

V. HIPÓTESIS

1. En las arvenses cercanas a los cultivos de hortalizas y caña de azúcar en el Tecnológico de Úrsulo Galván existe una baja abundancia y riqueza de himenópteros parasíticos.

2. Es baja la diversidad y equidad de himenópteros parasíticos en arvenses aledañas a cultivos de hortalizas y caña de azúcar en el Tecnológico de Úrsulo Galván.

VI. MARCO TEÓRICO

6.1. La biodiversidad

De acuerdo con Wilson (1988), se puede asumir que la biodiversidad, se refiere a todas las formas en que la vida se manifiesta en la Tierra. En su sentido más amplio, la biodiversidad no se limita al número de especies que han existido en la historia de la vida, sino que también incluye desde la variación genética en individuos y poblaciones, hasta la diversidad de ecosistemas y biomas. Esto nos ayuda a comprender la biodiversidad, lo cual es la variedad de la vida, este concepto incluye varios niveles de la organización biológica.

En referencia a la investigación de Sala et al. (2012), la biodiversidad por su valor intrínseco se define como el número de especies presentes en una comunidad ecológica particular o área geográfica, ésta, es afectada negativamente por el uso inadecuado de insecticidas, el mal manejo de los suelos y el cambio climático los cuales causan disminución en la riqueza y abundancia. Este trabajo intenta proveer información básica sobre la diversidad de insectos, en este caso himenópteros parasíticos asociados a arvenses.

6.2. La biodiversidad de insectos

Por su parte Purvis y Héctor (2000), comentan que en primer lugar se debe tener en cuenta que, en los ecosistemas terrestres, los insectos son el grupo con mayor éxito evolutivo, principalmente por su abundancia, diversidad y el amplio espectro de hábitats y posiciones funcionales que ocupan. Esto da a entender que los insectos constituyen a el grupo de animales terrestres mayormente representados en el planeta.

6.3. Insectos asociados a arvenses

En los últimos años se ha avanzado en el estudio de la diversidad de los órdenes Hymenoptera, Lepidóptera, Coleóptera, Blattodea, Hemíptera y Mantodea, en algunos ecosistemas naturales de la Orinoquia. Sin embargo, en menor medida se ha estudiado la diversidad de insectos benéficos y/o las interacciones insecto-planta en ecosistemas transformados como los cítricos (León, 2001; Agudelo y Chica, 2003; Morales *et al.*, 2009; Medina *et al.*, 2010). En este sentido son numerosos los estudios que se han hecho respecto a ciertos ordenes de insectos, pero, sin embargo, se carece de estudios detallados en agroecosistemas heterogéneos y en especial, su asociación con las plantas arvenses.

Acorde con Radosevich *et al.* (2007) y Altieri y Nicholls (2009), las plantas arvenses son consideradas como uno de los principales problemas en algunos cultivos, por su efecto en la competencia interespecífica (por luz, agua y nutrientes) y porque se las considera como huéspedes alternativos de plagas y patógenos. En este caso las arvenses, en el sentido agronómico, representan plantas sin valor económico o que crecen fuera de lugar interfiriendo en la actividad de los cultivos, afectando su capacidad de producción y desarrollo normal.

Altieri y Letourneau (1982) y Landis *et al.* (2000) concuerdan que actualmente existe un mayor conocimiento sobre su funcionalidad en el equilibrio ecológico de los agroecosistemas, convirtiéndose la relación de las arvenses con los cultivos en un tema de gran relevancia por su contribución al mantenimiento de las poblaciones de insectos benéficos. De acuerdo a las investigaciones ya realizadas se conocen las virtudes de los insectos en relación con los arvenses un sistema importante de conocimiento, que va de lo natural y productivo.

6.4. Orden Hymenoptera

Fernández (2006) menciona que la familia más numerosa dentro del orden es la Ichneumonidae que contiene una cantidad de miembros que superan en número a todas las especies conocidas de aves y mamíferos. Los integrantes de esta familia presentan tamaño variado y están presentes en la mayoría de los biomas terrestres, esto se puede entender por el gran número de especies que hay dentro de esta familia.

Martínez (2009) indica que las especies de Hymenoptera se dividen en dos subórdenes: Symphyta y Apocrita. Los apócritos se subdividen a su vez en dos grupos, Acuelata y Parasítica. Mientras que dentro del grupo Acuelata pueden incluirse las hormigas, abejas y avispas (el ovipositor de la hembra se transforma en un aguijón), los himenópteros que pertenecen al grupo Parasítica tienen una forma de vida parasitaria durante sus estadios inmaduros y son adultos de vida libre. Este tipo de himenópteros se denominan parasitoides y el término responde a que en su mayoría el ciclo de vida implica la muerte del hospedador. Usualmente tienen un tamaño similar a su hospedador y pertenecen al mismo taxón. Se conocen como parasitoides a los insectos que su desarrollo lo llevan a cabo en otro ser, que por lo general se trata de otro insecto.

Dentro de los Hymenoptera la importancia de la Familia Braconidae está basada en los efectos reguladores que tienen sobre las poblaciones de hospederos y de las alternativas que ofrecen para el control de plagas mediante enemigos naturales. Los braconidos, en especial los grupos koinobiontes, pueden ser utilizados como parámetro para determinar el efecto que ha tenido la intervención del hombre en las comunidades y para estimar la riqueza de especies de insectos que existen en una región determinada en diferentes ecosistemas, naturales o modificados, como los agroecosistemas. Así mismo se señala que hacen falta estudios sobre la sistemática y la biología de las especies de Hymenoptera que hay en el trópico con el fin de subsanar las carencias existentes de información (Delfin y Burgos, 2000).

6.5. Parasitoides

De acuerdo con Jiménez-Jiménez (1956), los parasitoides son de vital importancia en la mayoría de los ecosistemas terrestres, estos insectos cumplen un papel fundamental en las interacciones tróficas abarcando un tercer nivel, y en la regulación de las poblaciones de otros artrópodos, principalmente controlando insectos fitófagos. Los parasitoides desempeñan un papel importante en la reducción de las poblaciones. Esto nos indica que estos insectos contribuyen al desarrollo de las plantas, ya que reducen la población de insectos que son perjudiciales para el desarrollo de estas.

El parasitoide es un insecto “parasítico” que en su estado inmaduro se alimenta y desarrolla dentro o sobre el cuerpo de un solo insecto hospedante al cual mata lentamente, o bien, se desarrolla dentro de los huevecillos de éste. Normalmente son más pequeños que el hospedante. No siendo parasitoide, el estado adulto vive libre. Su hospedante pertenece a la misma clase taxonómica o una clase estrechamente relacionada. Los parasitoides son los enemigos naturales más utilizados en los programas de control biológico de plagas insectiles. La mayoría (85%) son del orden Hymenoptera y unos pocos (15%) son Dípteros (Carballo, 2002).

En relación con DeBach and Rosen (1991), los parasitoides pertenecientes al orden Hymenoptera pueden clasificarse en: ecto o endoparasitoides; idiobiontes o koinobiontes; solitarios o gregarios y de huevo, larva, pupa o adulto según sus interacciones con el hospedador y con otros parasitoides. Las formas ectoparasíticas se desarrollan alimentándose de los tejidos del hospedador desde el exterior; los endoparasitoides, en cambio, se alimentan del tejido del hospedador desde el interior del mismo. Estas categorías, sin embargo, no son absolutas, pudiendo un mismo parasitoide iniciar su ciclo de vida como endoparasitoide y continuar alimentándose el hospedador una vez emergido. Se puede entender entonces, que todos o la mayoría de los parasitoides, tanto ectoparasitoides como endoparasitoides, al final de su ciclo terminan matando a su hospedador.

Bernal (2007) menciona que los parasitoides solitarios se desarrollan individualmente dentro del hospedador y los parasitoides gregarios pueden desarrollarse en grupo dentro del mismo hospedador. Algunos grupos son muy uniformes con respecto al estadio del hospedador atacado. En general, hay pocos parasitoides del estado adulto de hospederos holometábolos, en cambio, son muy comunes los parasitoides de larvas. Para el caso de los parasitoides gregarios, se entiende entonces que los grupos de parasitoides que infectan a un mismo hospedador tendrán todo un ciclo de vida igual o muy similar.

6.6. Himenópteros parasíticos

En el trabajo realizado Lawrence (2005), afirma que dentro del grupo Parasítica se incluyen doce Superfamilias y las que más destacan son Chalcidoidea e Ichneumonoidea. Donde asimismo una de estas superfamilias de interés, es la Ichneumonoidea, que incluye sólo dos familias: Ichneumonidae y Braconidae. En esta última superfamilia se han descrito más de 80.000 especies, siendo la gran mayoría controladores biológicos de especies de insectos plaga.

En la indagación de Enrique et al. (2017), se menciona que los himenópteros parasitoides brindan el servicio ecosistémico de control biológico de numerosas plagas agrícolas. Muchos de ellos son minúsculos y su separación e identificación son altamente trabajosas. Muchos himenópteros parasitoides se utilizan como agentes de control biológico para controlar insectos considerados plagas.

Los himenópteros parasíticos actúan como reguladores naturales de las poblaciones de ciertos organismos plagas, evitando que las poblaciones de algunos insectos plagas se disparen, es por este motivo que los parasitoides están considerados como unos magníficos controladores de plagas y como agentes esenciales de control biológico de ciertos insectos (cómo pulgones o ciertas orugas) en cultivos agrícolas (Altieri, 1999).

VII. MATERIALES Y MÉTODOS

7.1 Área de estudio

El trabajo se llevó a cabo en el Tecnológico Nacional de México, Campus Úrsulo Galván, el cual se localiza en el kilómetro 4.5 de la Carretera Cardel-Chachalacas, en el municipio de Úrsulo Galván, en la región centro de Veracruz (Figura 1). Los muestreos se realizaron con aspiradora entomológica y red entomológica de golpeo en arvenses cercanas a 2 sistemas productivos del Campus Úrsulo Galván. Los sistemas productivos fueron: 1) hortalizas y 2) caña de azúcar.



Figura 1. Localización geográfica del área de estudio, Municipio de Úrsulo Galván, Veracruz, México.

7.2 Muestreo

Los muestreos se realizaron en los meses de marzo, mayo y julio del 2022, realizándose tres muestreos por arvenses asociadas a caña de azúcar y cultivos de hortalizas. En cada cultivo se determinaron cuadrantes de muestreo de acuerdo con el área de arvenses a muestrear cerca o dentro de cada cultivo productivo. Los muestreos se realizaron a través de una aspiradora entomológica y red entomológica de golpeo (Figura 2). Se utilizaron dos minutos de tiempo de aspirado y de captura por red entomológica por área de muestreo de arvenses asociadas a cultivos de hortalizas y caña de azúcar.



Figura 2. Colecta de insectos con aspiradora y red entomológica en caña de azúcar.

7.3. Procesamiento de las muestras

Las muestras fueron llevadas al Laboratorio de Entomología del Campus Úrsulo Galván donde se extrajeron los organismos de manera manual con la ayuda de lentes de aumento, estereoscopios, agujas y pinzas entomológicas. Las avispas fueron separadas del resto de los organismos colectados (Figura 3). Los organismos fueron almacenados en frasco con alcohol al 70%, los cuales se etiquetaron con los datos del muestreo.

Las avispas parasitoides se procesaron tipo colección entomológica, algunas se montaron en pequeños triángulos de papel sobre alfileres entomológicos. Las avispas fueron identificadas a nivel de Familias con las claves de Triplehorn & Johnson (2005).



Figura 3. Procesamiento de las muestras, separación e identificación de las avispas parasitoides.

7.4. Análisis de diversidad

Se calculo la abundancia con el número de organismos por morfoespecie, la riqueza con el número de morfoespecies, la diversidad de organismos con el índice de Shannon-Wiener y la equidad con el índice de Pielou (J'), utilizando el programa EstimateS versión 8.2.0. Se realizó una estadística descriptiva para obtener los valores promedios \pm Desviación Estándar de la abundancia, riqueza, diversidad y equidad de himenópteros tomando en cuenta las tres fechas de muestreo por arvenses aledañas a hortalizas o caña de azúcar. Se realizó un ANOVA y prueba de medias Tukey $\alpha=0.05$ para comparar las fechas de muestreo, los tipos de colecta y las arvenses en hortalizas y caña de azúcar en relación a la abundancia, riqueza, diversidad y equidad de himenópteros parasíticos. Los análisis estadísticos fueron realizados con el programa InfoStat Versión 2020.

VIII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se identificaron un total de 23 morfoespecies de Himenópteros parasíticos a nivel de Familias taxonómicas, siendo las más abundantes las Familias Pteromalidae, Platygastriidae, Braconidae, Mymaridae, Eucoilidae y Colletidae (Cuadro 1).

Las avispas de la Familia Pteromalidae son generalmente de color metálico, de tamaño entre 1 y 48 mm de largo. Con tarsos de 5 segmentos y antenas entre 8 y 13 segmentos (Triplehorn & Johnson, 2005) (Figura 4). Son parasitoides de huevos, larvas y ninfas de los Ordenes Lepidoptera, Hemiptera, Diptera y Coleoptera, algunas especies parasitan arañas (Triplehorn & Johnson, 2005).

Los himenópteros de la Familia Platygastriidae son pequeñas avispas de 0.45 a 4 mm, negras y lustrosas, con antenas flageladas de ocho segmentos. Las alas a menudo carecen de venas, pero tienen ligeros flecos de setas (Triplehorn & Johnson, 2005) (Figura 5). La mayoría son idibiontes que atacan los huevos de escarabajos o Hemiptera (Triplehorn & Johnson, 2005).

La Familia Braconidae está formada de avispas negras-castañas (a veces con marcas rojizas). La vena recurrente de las alas está ausente o tienen una sola, las antenas tienen 16 segmentos o más. El trocánter de la pata posterior tiene dos segmentos. Las hembras poseen un largo ovipositor (Triplehorn & Johnson, 2005) (Figura 6). Parasitoides de huevos, larvas, pupas y adultos de sus hospederos. Muchos braconidos parasitan plagas de los órdenes Hemiptera, Diptera y Lepidoptera (Triplehorn & Johnson, 2005).

Las avispas de la Familia Mymaridae son insectos pequeños que miden entre 0.13 y 5.4 mm; la mayoría son de 0.5 a 1.0 mm. Generalmente tienen cuerpos de colores no metálicos, negros, castaños o amarillos. Se distinguen porque las suturas forman un diseño en forma de H debajo de los ocelos y entre los ojos compuestos. Tienen antenas largas ubicadas cerca de los bordes de los ojos. En las hembras las antenas terminan en

forma de mazo. En los machos son filiformes (Figura 7a) (Triplehorn & Johnson, 2005). Son parasitoides de huevos de insectos de los Ordenes Odonata, Orthoptera, Psocoptera, Thysanoptera, Hemiptera, Coleoptera, Lepidoptera y Diptera (Triplehorn & Johnson, 2005).

Las avispas de la Familia Eucilidae se reconocen por el escutello elevado y adornado de forma característica (Figura 7b). Son parasitoides de varias familias de Diptera (Triplehorn & Johnson, 2005).

Otras Familias de avispas parasitoides presentes, pero con menor abundancia fueron Bethyidae, Eulophidae, Chalcididae, Vespidae, Eurytomidae, Cabronidae, Perilampidae y Torymidae (Cuadro 1 y Figura 7).

Las avispas de la Familia Bethyidae se caracterizan por tener un tamaño entre 2-5 mm. El aspecto general es de color negro o marrón oscuro. Las alas de las hembras están, a veces, ausentes o reducidas, más bien cortas, con lóbulos característicos en el par posterior. La cabeza es alargada. Las antenas tienen 12 o 13 segmentos. El fémur anterior abultado en algunas especies (Figura 7d) (Triplehorn & Johnson, 2005). Son parasitoides de las larvas de otros insectos, o a veces de los adultos, especialmente escarabajos y polillas (Triplehorn & Johnson, 2005).

La Familia Eulophidae se distingue porque en las patas tienen solo 4 segmentos o tarsómeros y un pequeño espolón protibial en vez de uno largo y curvo como otros calcídidos. Las antenas tienen 2 a 4 segmentos intermedios, entre la base y el final ensanchado, llamados funículo (Figura 7f) (Triplehorn & Johnson, 2005). Son parasitoides de una gran variedad de artrópodos, especialmente Lepidoptera, Coleoptera, Diptera, Hymenoptera y Homoptera. Los atacan en diferentes estadios de su desarrollo, incluso hay algunos que se especializan solamente en huevos (Triplehorn & Johnson, 2005).

Las avispas de la Familia Chalcididae son avispas robustas generalmente negras con marcas amarillas, rojas o blancas. Suelen medir entre 2 y 7 mm. Cuerpo robusto, cabeza pequeña con ojos y ocelos presentes, antena corta. Son algo jorobados debido al desarrollo del tórax; el primero y el segundo par de patas pequeñas, y el tercer par con fémures muy dilatados y dentados, tibia delgada y curva (Figura 7g) (Triplehorn & Johnson, 2005). Parasitoides de los Ordenes Lepidoptera, Diptera y Coleoptera. Algunos también son hiperparasitoides de Hymenoptera (Triplehorn & Johnson, 2005).

La Familia Eurytomidae presenta avispas con el tegumento de apariencia negra opaca, no metálica y con marcadas puntuaciones. Con pronoto grueso y las antenas vellosas (Figura 7i) (Triplehorn & Johnson, 2005). A diferencia de muchos otros calcidoideos las larvas de muchas especies son herbívoras (alimentándose de tallos, semillas o agallas, mientras otras son parasitoides típicos (Triplehorn & Johnson, 2005).

La Familia Cabronidae son avispas que varían en tamaño entre 6 y 20 mm (Figura 7j). Algunas especies son muy abundantes; muchas visitan flores. Muchas especies hacen sus nidos en el suelo, otras en tallos huecos o en túneles en la madera. Las larvas son alimentadas con presas capturadas y traídas al nido. El tipo de presa varía con la especie; incluye áfidos, escarabajos, mariposas y polillas, cigarras, grillos, moscas, etc. (Triplehorn & Johnson, 2005).

Las avispas de la Familia Perilampidae a menudo son de colores metálicos brillantes (especialmente azul o verde), aunque algunos son negros. Tienen un mesosoma robusto y un metasoma pequeño y triangular. Generalmente tienen un fuerte diseño escultural. El protórax es aplanado, con forma de disco. Miden de 1.3 a 5.5 mm (Figura 7k) (Triplehorn & Johnson, 2005). Son hiperparasitoides y parasitoides de insectos de Orden Neuroptera, Coleoptera e Hymenoptera (Triplehorn & Johnson, 2005).

Las avispas de la Familia Torymidae se las distingue porque los cercos (apéndice en la extremidad del abdomen de los insectos) son visibles; suelen tener forma de papilas. El fémur de las patas posteriores suele ser marcadamente engrosado. El ovipositor es largo y puede ser más largo que el abdomen (Figura 7l). Lo usan para perforar agallas u otros tejidos vegetales. En algunas especies, las hembras depositan huevos directamente en el capullo de la pupa que parasitan (Triplehorn & Johnson, 2005).

Las Familias menos abundantes en organismos fueron Ichneumonidae (Figura 8a), Anthophoridae, Ceraphronidae (Figura 8b), Encyrtidae (Figura 8c), Dryinidae (Figura 8d), Eupelmidae (Figura 8e), Trigonalidae y Pompilidae (Figura 8f), todos parasitoides excepto la Familia Anthophoridae, que son principalmente polinizadores.

De manera global, la mayor abundancia de himenópteros se registró en las arvenses asociadas a las hortalizas (1,448) a diferencia de las arvenses asociadas al cultivo de caña de azúcar (192) (Cuadro 1). Las arvenses aledañas a los cultivos de hortalizas registraron un mayor número de morfoespecies (23) a diferencia de las arvenses cercanas al cultivo de caña de azúcar (15). La diversidad y equidad de Hymenoptera parasítica fue mayor en las arvenses asociadas al cultivo de caña de azúcar en comparación a las arvenses cercanas a los cultivos de hortalizas (Cuadro 1). La equidad de himenópteros parasíticos en arvenses asociadas a hortalizas (0.62) y caña de azúcar (0.77) indica que sólo se tiene un 62 y 77% respectivamente de la diversidad máxima que se puede obtener en los sistemas muestreados.

Cuadro 1. Morfoespecies de Hymenoptera colectados en arvenses cercanas de hortalizas y caña de azúcar identificados a nivel de Familias taxonómicas.

Morfoespecie	Arvenses asociadas	
	Hortalizas	Caña
Pteromalidae	596	42
Platygastridae	273	42
Braconidae	178	37
Mymaridae	175	7
Eucoilidae	69	17
Colletidae	37	4
Bethylidae	19	10
Cheloninae	17	1
Eulophidae	17	19
Chalcididae	15	5
Vespidae	13	3
Eurytomidae	11	1
Cabronidae	8	1
Perilampidae	4	0
Torymidae	4	0
Ichneumonidae	3	0
Anthophoridae	2	0
Ceraphronidae	2	0
Encyrtidae	2	0
Dryinidae	1	0
Eupelmidae	1	2
Trigonalidae	1	0
Pompilidae	0	1
Abundancia	1448	192
No. Morfoespecies	23	15
Diversidad	1.93	2.09
Diversidad Máx.	3.14	2.71
Equidad	0.62	0.77



Figura 4. Morfoespecies de himenópteros parasíticos de la Familia Pteromalidae colectados en arvenses aledañas a cultivos de hortalizas y caña de azúcar.

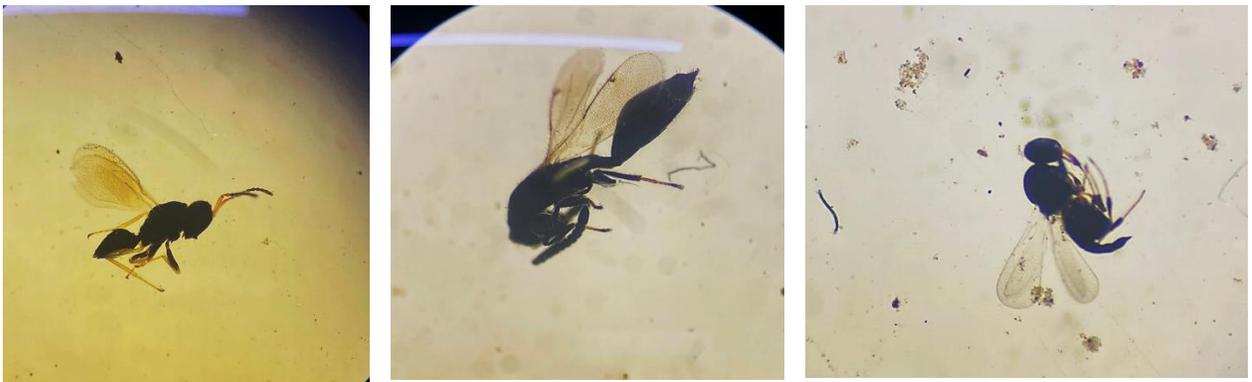


Figura 5. Morfoespecies de himenópteros parasíticos de la Familia Platygasteridae colectados en arvenses aledañas a cultivos de hortalizas y caña de azúcar.



Figura 6. Morfoespecies de himenópteros parasíticos de la Familia Braconidae colectados en arvenses aledañas a cultivos de hortalizas y caña de azúcar.

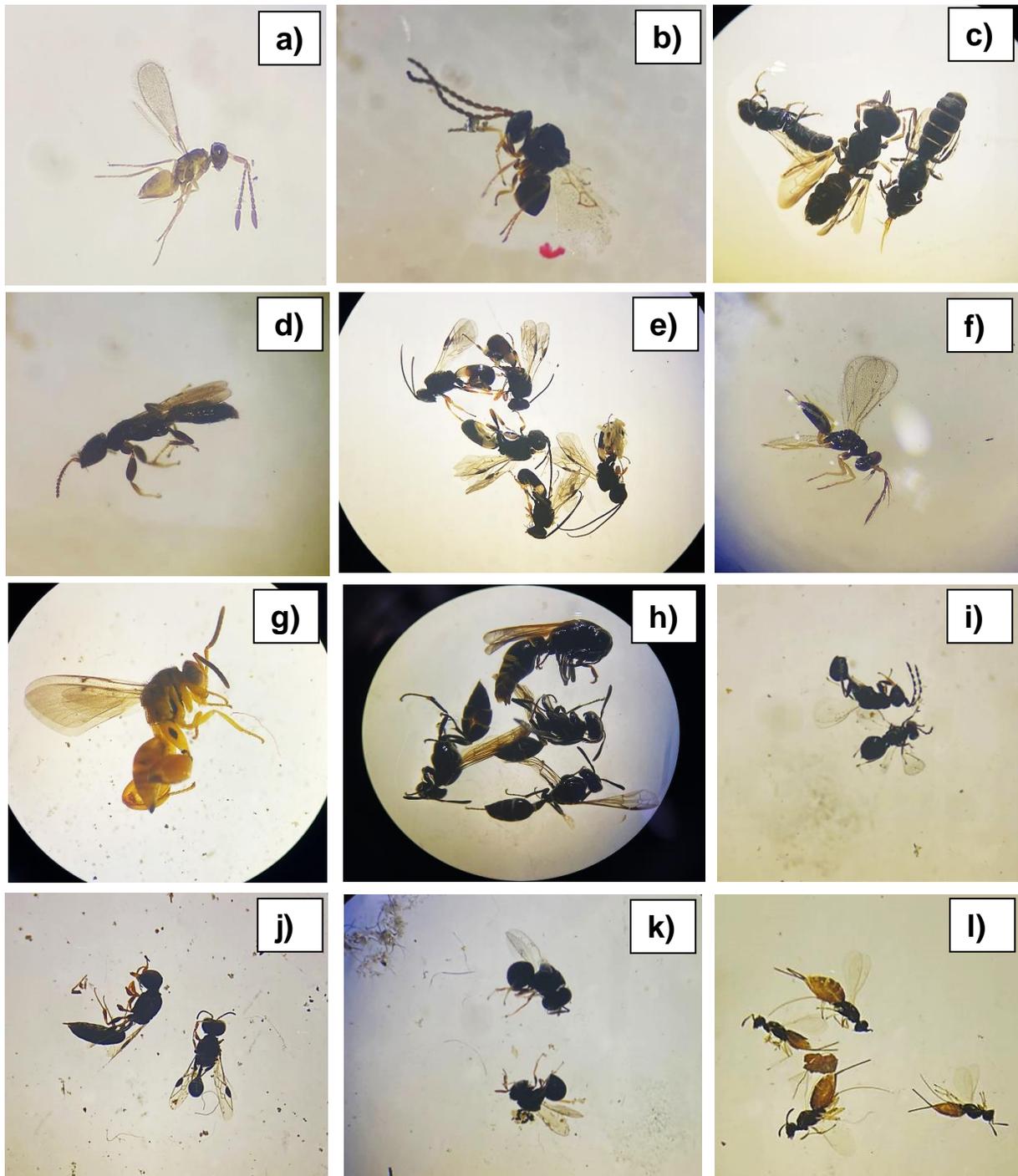


Figura 7. Morfoespecies de himenópteros parasíticos colectados en arvenses aledañas a cultivos de hortalizas y caña de azúcar. a) Mymaridae, b) Eucoilidae, c) Colletidae, d) Bethylidae, e) Cheloninae, f) Eulophidae, g) Chalcididae, h) Vespidae, i) Eurytomidae, j) Cabronidae, k) Perilampidae y l) Torymidae.

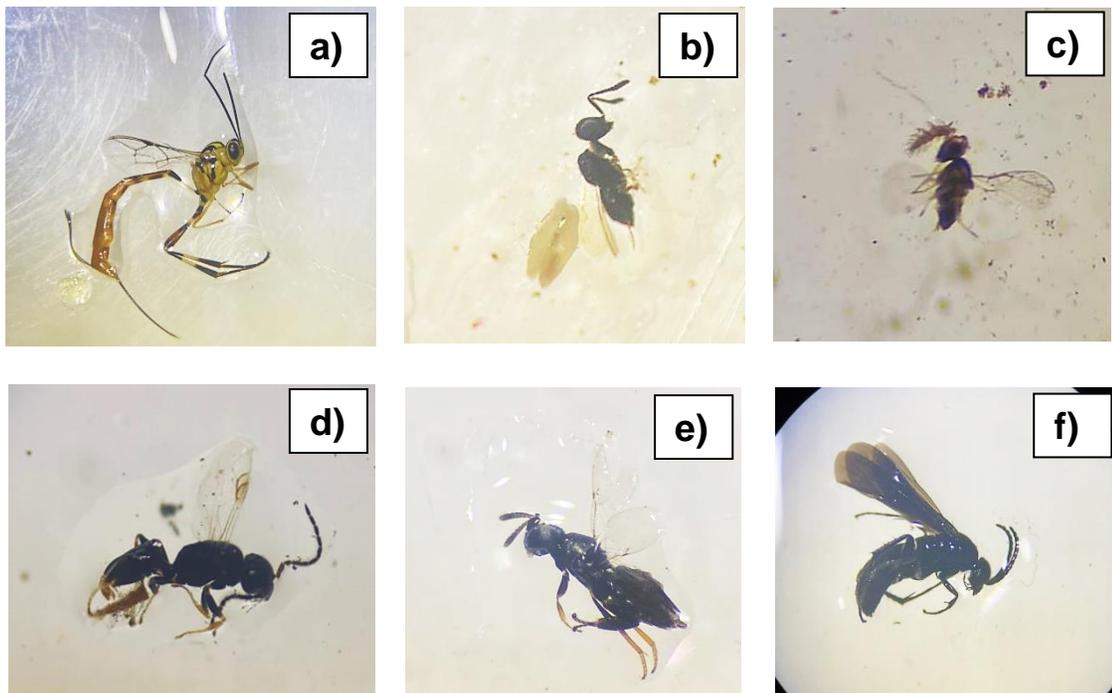


Figura 8. Morfoespecies de himenópteros parasíticos colectados en arvenses aledañas a cultivos de hortalizas y caña de azúcar. a) Ichneumonidae, b) Ceraphronidae, c) Encyrtidae, d) Dryinidae, e) Eupelmidae y f) Pompilidae.

De manera global los meses de muestreo no registraron diferencias significativas en la abundancia, riqueza, diversidad y equidad de himenópteros parasíticos, los tres meses de muestreo fueron estadísticamente iguales en la estructura de las comunidades de los himenópteros parasíticos (Cuadro 2). Al comparar el tipo de colecta, sólo la abundancia de organismos registró diferencias significativas, la red entomológica colectó una mayor abundancia de organismos en comparación a la aspiradora entomológica (Cuadro 2). La riqueza, diversidad y equidad de avispas fue igual para los dos tipos de colecta. En relación a las arvenses, las arvenses aledañas a cultivos de hortalizas tuvieron mayor abundancia y riqueza de himenópteros en comparación a las arvenses aledañas al cultivo de caña de azúcar (Cuadro 2). La diversidad de avispas fue igual en las arvenses en hortalizas y en caña de azúcar. La equidad de himenóptera parasítica fue mayor en las arvenses aledañas al cultivo de caña de azúcar en comparación a las arvenses aledañas a cultivos de hortalizas (Cuadro 2).

Cuadro 2. Comparación de la abundancia, riqueza, diversidad y equidad de himenópteros parasitoides en cada uno de los factores meses del año, tipo de colecta y arvenses.

Factores	Abundancia	Riqueza	Diversidad	Equidad
Meses				
Marzo	121.3 ^a	11.33 ^a	1.84 ^a	0.85 ^a
Mayo	69.0 ^a	7.44 ^a	1.39 ^a	0.80 ^a
Julio	57.8 ^a	7.67 ^a	1.46 ^a	0.80 ^a
Tipo de colecta				
Red	102.2 ^a	9.53 ^a	1.53 ^a	0.80 ^a
Aspiradora	27.17 ^b	6.33 ^a	1.56 ^a	0.88 ^a
Arvenses				
Hortalizas	125.33 ^a	10.83 ^a	1.70 ^a	0.77 ^a
Caña de azúcar	21.33 ^b	5.67 ^b	1.33 ^a	0.89 ^b
C.V.	89.47	49.79	36.80	11.28

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Al analizar la abundancia, riqueza, diversidad y equidad de parasitoides en las arvenses aledañas de los cultivos de hortalizas y caña de azúcar en cada uno de los meses de muestreo pudimos observar que las arvenses de hortalizas tuvieron la mayor abundancia de organismos en cada uno de los meses, siendo julio el mes con la menor cantidad de organismos (Figura 9). Para riqueza de himenópteros las arvenses asociadas a hortalizas registraron la mayor riqueza de morfoespecies, siendo marzo y mayo, los de mayor riqueza (Figura 10). En arvenses cercanas a la caña de azúcar la riqueza fue mayor en marzo y julio (Figura 10). La diversidad de los himenópteros en arvenses en hortalizas y caña de azúcar fue igual en los meses de marzo y julio, pero mayor en arvenses de hortalizas en el mes de mayo (Figura 11). La equidad de himenópteros fue igual para las arvenses de hortalizas y caña de azúcar en mayo y julio, pero diferente en el mes de marzo, con mayor equidad en arvenses aledañas a la caña (Figura 12).

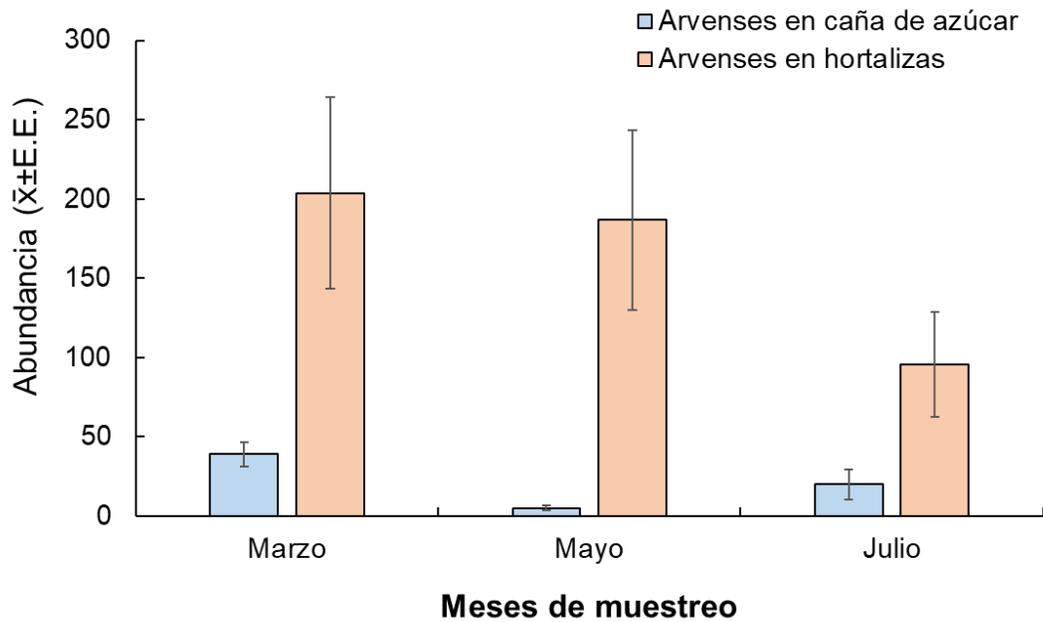


Figura 9. Abundancia promedio de himenópteros parasíticos en arvenses en caña de azúcar y hortalizas en cada uno de los meses de muestreo.

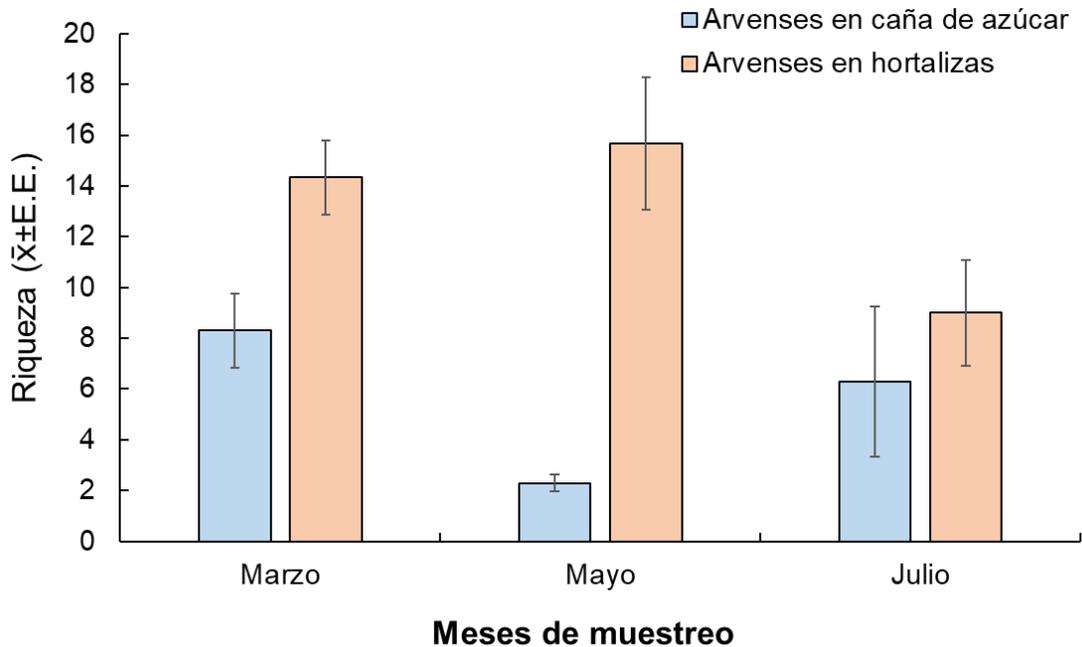


Figura 10. Riqueza promedio de himenópteros parasíticos en arvenses en caña de azúcar y hortalizas en cada uno de los meses de muestreo.

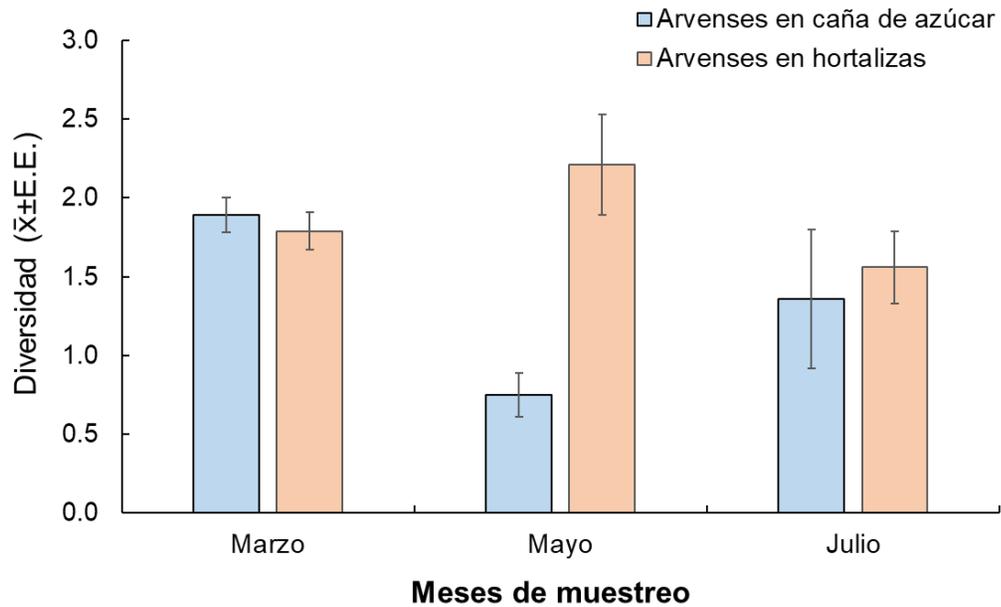


Figura 11. Diversidad promedio de himenópteros parasíticos en arvenses en caña de azúcar y hortalizas en cada uno de los meses de muestreo.

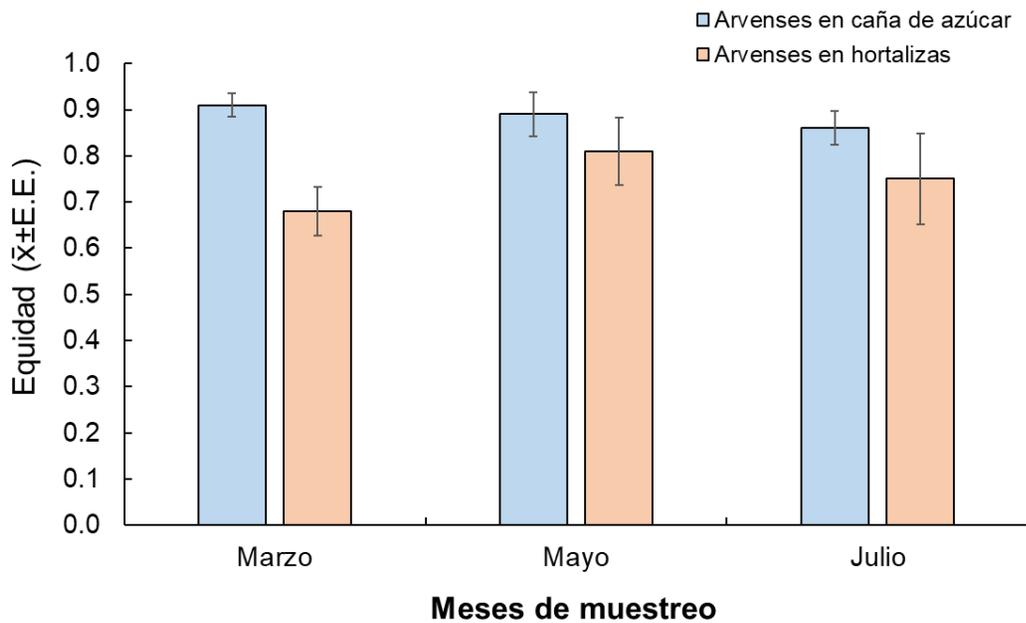


Figura 12. Equidad promedio de himenópteros parasíticos en arvenses en caña de azúcar y hortalizas en cada uno de los meses de muestreo.

Se considera que de manera global la diversidad y equidad de himenópteros parasíticos en las arvenses aledañas a cultivos de hortalizas y caña de azúcar, no fue baja ni alta, más bien fue media, ya que la equidad estuvo por arriba del 50% y por debajo del 80%. Estos valores medios pudieron deberse a la diversidad y abundancia de las arvenses presentes en cada sitio de muestreo, lo cual no fue tan diferente entre estos. Sin embargo, cuando analizamos la información por fecha de muestreo, la diversidad y equidad aumentaron, principalmente en los meses de marzo y julio, con valores de equidad de casi el 90%. Esta relación entre la abundancia y diversidad de arvenses y diversidad de insectos voladores asociados a sistemas productivos está bien documentada en trabajos como el de Murillo et al. (2020), donde encontraron mayor cantidad de insectos voladores en parcelas en policultivo con mayor diversidad de arvenses, además, en el trabajo de Bedoya et al. (2018) concluyen que el borde de arvenses de los agroecosistemas maíz, arroz y algodón presentan atributos estructurales que influyen significativamente en la dinámica y diversidad de la entomofauna asociada. Así mismo, el trabajo de León-León-Burgos et al. (2019) constata una amplia biodiversidad taxonómica y ecológica de insectos benéficos en arvenses en cultivos de cacao, guanábana y arroz.

Actualmente se conoce que uno de los factores que puede contribuir considerablemente al aumento de la diversidad de los sistemas agrícolas son niveles tolerables de arvenses, con lo cual hay posibilidades de que los organismos herbívoros disminuyan y los insectos benéficos se incrementen. Nuestros resultados comprueban que existe una diversidad y equidad de avispas parasitoides media o aceptable en las arvenses cercanas a cultivos hortícolas y caña de azúcar en el Tecnológico de Úrsulo Galván.

IX. CONCLUSIONES

Se concluye que la estructura de las comunidades de himenóptera parasíticos de arvenses aledañas a cultivo de hortalizas y caña de azúcar en el Tecnológico de Úrsulo Galván está representada por una buena abundancia y riqueza de organismos, principalmente en las arvenses aledañas a los cultivos de hortalizas, pero presentan una diversidad y equidad media, con valores mayores al 60% y menores al 80% de la diversidad máxima que puede existir en el sistema.

Las Familias de Hymenoptera que dominaron, por la abundancia de organismos presentes en ellas, fueron Pteromalidae, Platygasteridae, Braconidae, Mymaridae y Eucilidae, que son parasitoides de huevos, larvas, pupas y adultos de plagas tales como pulgones o áfidos, moscas y palomillas; así como de chinches y escarabajos.

Los factores que pudieron contribuir a las diferencias entre las arvenses muestreadas se encuentran la diversidad de arvenses de cada sitio de muestreo y posiblemente el tipo de área productiva cercana (hortalizas y caña), que pudieron influenciar la diversidad de avispas debido a contaminantes generados en el manejo del cultivo.

X. RECOMENDACIONES

Se recomienda continuar con estudios de biodiversidad de insectos benéficos en arvenses cercanas o dentro de cultivos agrícolas, tomando en cuenta las especies y abundancias de arvenses y épocas del año, lo cual nos permita conocer a las especies benéficas, su comportamiento en las épocas del año y su potencial para un uso dentro de sistemas de agricultura ecológica, sustentable o biorracional.

Se recomienda realizar estudios taxonómicos detallados para la identificación de especies de insectos y arvenses benéficas, ya que se requiere un mayor conocimiento de la riqueza de especies que tenemos de manera local y en la región de Úrsulo Galván.

XI. FUENTES DE CONSULTA

Agudelo R. A. A. & Chica, E. L. M. (2003). Mántidos de la Orinoquia Colombiana: contribución al conocimiento de su diversidad genérica y algunos aspectos bioecológicos (Insecta: Mantodea). *Revista Colombiana de Entomología*, 29(2), 127-136

Altieri, M. A. & Letourneau, D. K. (1982). Vegetation management and biological control in agroecosystems. *Crop Protection*, 1(4), 405-430.

Altieri, M. & Nicholls, C. I. (2009). Biodiversidad y manejo de plagas en agroecosistemas. *Icaria*.

Altieri, M.A. y Nicholls, C.I. (2004). Una base agroecológica para el diseño de sistemas diversificados de cultivo en el Trópico. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología*, 73: 8-20.

Álvarez, H.U., Cruz, L.A. (2010). Influencia del policultivo en soya (*Glycine max* (L.) Merrill) sobre la entomofauna. *Centro Agrícola*, 37: 77-79.

Bernal, J. S. (2007). Biología, ecología y etología de parasitoides. Teoría y Aplicación del Control Biológico. Sociedad Mexicana de Control Biológico, México. 303p, 61-74.

Cabrera-Mireles, H., Murillo-Cuevas, F.D., Ortega-Zaleta, D.A., Villanueva-Jiménez, J.A., Escobar-Domínguez, A.A. (2011). Impact of mango manila management systems on arthropods in foliage and weeds. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 13: 317-326.

Cabrera-Mireles, H., Murillo-Cuevas, F.D., Adame-García, J., Fernández-Viveros, J.A. (2019). Impacto del uso del suelo sobre la meso y macrofauna edáfica en caña de azúcar y pasto. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 22: 33-43.

Camero-Nava KG, Rodríguez-Palomera M, Camero-Ayón CB, Camero-Campos, O.J. (2018.) Especies de coccinélidos (Coleoptera: Coccinellidae) presentes en el cultivo de limón persa (*Citrus latifolia* Tanaka) en Xalisco, Nayarit, México. *Entomología Mexicana*, 5: 375-379.

Carballo, M. (2002). Manejo de insectos mediante parasitoides. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica)* No. 66: 118-122.

DeBach, P., & Rosen, D. (1991). Biological control by natural enemies. CUP Archive, 1: 7-25.

Dauber, J., Hirsch, M., Simmering, D., Waldhardt, R., Otte, A., y Wolters, V. (2003). Landscape structure as an indicator of biodiversity: matrix effects on species richness. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 98(1): 321-329.

Delfin, G. H. y Burgos, R. D. (2000). Los braconidos (Hymenoptera: Braconidae) como grupo parámetro de biodiversidad en las selvas deciduas del trópico: una discusión acerca de su posible uso. *Acta Zoológica Mexicana*, 79: 43-56.

Enrique, C., Periotto, N. W., Lara, R. I., Burla, J. P., Arbulo, N., & Aldabe, J. (2017). Análisis de esfuerzo de muestreo de himenópteros parasitoides en tres ambientes del este uruguayo. *INNOTECH*, 98–105.

Fernández, F. (2000). Sistemática y filogenia de los himenópteros de la región Neotropical: Estado del conocimiento y perspectivas. *PRIBES: Trabajos del Primer Taller Iberoamericano de Entomología Sistemática. Monografías Tercer Milenio*, 1, 211-231.

Fernández, F. (2006). Sistemática de los himenópteros de La Región Neotropical: Estado Del conocimiento y perspectivas. *Introducción a los Hymenoptera de La Región Neotropical*. Bogotá: Sociedad Colombiana de Entomología y Universidad Nacional de Colombia, 893p, 07-36.

Gallego, R.M.C. (2005). Intensidad de manejo del agroecosistema de café (*Coffea arabica* L.) (monocultivo y policultivo) y riqueza de especies de hormigas generalistas. *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle*, 6: 16-29.

García, G.M.T., Rojas, R.J.A., Castellanos, G.L., Enjamio, J.D. (2010). Policultivo (maíz-calabaza) en el control de *Spodoptera frugiperda* (Smith) en Fomento, Sancti Spiritus. *Centro Agrícola*, 37: 57-64.

Gaston, K., I.D. Gauld y P. Hanson. 1996. The size and composition of the hymenopteran fauna of Costa Rica. *J. Biogeogr.*, 23: 105-113

Gibson, G. A. P. (2009). Revision of New World Spalangiinae (Hymenoptera: Pteromalidae). *Zootaxa*, 2259: 1-159.

González-Cabrera, J., Arredondo-Bernal, HC, & Stouthamer, R. (2014). Ensayo de PCR multiplex para identificar parasitoides de *Trichogramma* (Hymenoptera, trichogrammatidae) criados en insectarios mexicanos. *Agrociencia*, 48 (7), 703-711.

Herrera, J., Cadena, P., Sanclemente, A. (2005). Diversidad de la artropofauna en monocultivo y policultivo de maíz (*Zea mays*) y habichuela (*Phaseolus vulgaris*). *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle*, 6: 23-31.

Jiménez-Jiménez E. (1956). Las moscas de la fruta y sus enemigos naturales. México. *Rev. Fotófilo*, 16, 4-11 p.

Klein, A. M., Vaissiere, B. E., Cane, J. H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S. A., Kremen, C. et al. (2007). Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proc. R. Soc. Lond., B, Biol. Sci.*, 274: 303-313.

Landis, D. A., Wratten, S. D. & Gurr, G. M. (2000). Habitat Management to Conserve Natural Enemies of Arthropod Pests in Agriculture. *Annual Review of Entomology*, 45(1), 175-201. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.45.1.175>

Lawrence, P. O. (2005). Morphogenesis and cytopathic effects of the *Diachasmimorpha longicaudata* entomopoxvirus in host haemocytes. *Journal of insect physiology*, 51(2), 221-233.

León, M. G. (2001). *Insectos de los cítricos: Guía ilustrada de plagas y benéficos con técnicas para el manejo de insectos dañinos*. Corpoica. Editorial Produmedios.

León-Burgos, A. F., Murillo-Pacheco, J. I., Bautista-Zamora, D. & Quinto, J. (2019). Insectos benéficos asociados a plantas arvenses atrayentes en agroecosistemas del Piedemonte de la Orinoquia Colombiana. *Cuaderno de Biodiversidad*, 56: 1-14.

López, L., Armbrecht, I., Montoya-Lerma, J., y Molina, E.J. (2013). Diversidad de avispas parasitoides en un sistema silvopastoril orgánico de producción ganadera de Colombia. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 7(1): 65-78.

Loreau, M., Naeem, S., Inchausti, P., Bengtsson, J., Grime, J. P., Hector, A. et al. (2001). Ecology–biodiversity and ecosystem functioning: current knowledge and future challenges. *Science*, 294: 804-808.

Losey, J. E. y Vaughan, M. (2006). The economic value of ecological services provided by insects. *Bioscience*, 56: 311-323.

Lozano, C.M.G., Jasso, A.J. (2012). Identificación de enemigos naturales de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) en el estado de Yucatán, México. *Fitosanidad*, 16: 5-11.

Macfadyen, S., Gibson, R., Polaszek, A., Morris, R. J., Craze, P. G., Planqué, R., Symondson, W.O.C. y Memmott, J. (2009). Do differences in food web structure between organic and conventional farms affect the ecosystem service of pest control? *Ecology Letters*, 12: 229-238.

Martínez, J. J. (2009). Diversidad de Doryctinae (Insecta: Hymenoptera: Braconidae) de la Argentina, con énfasis en las formas gallícolas. Tesis doctoral. Universidad de Buenos Aires, pp. 1-130.

McCann, K. (2007). Protecting biostructure. *Nature*, 446: 29-29.

Medina, B.S., Ortega, A. L. D., González, H. H., Villanueva, J. J. A. (2002). Influencia de arvenses sobre el complejo mosca blanca-virosis-parasitoides en Veracruz, México. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica)*, 65: 75-81.

Medina, U. C. A., Fernández, C. F. & Andrade, C. G. (2010). Insectos: escarabajos coprófagos, hormigas y mariposas. En *Biodiversidad de la cuenca del Orinoco: bases científicas para la identificación de áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Meyer, E. M., Sosa Escalante, J. E., & Álvarez, F. (2014). El estudio de la biodiversidad en México: ¿una ruta con dirección? *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 1-9.

Morales-Castaño, I. T. & Medina, U. C.A. (2009). Insectos de la Orinoquia colombiana: evaluación a partir de la Colección Entomológica del Instituto Alexander von Humboldt (IAvH). *Biota Colombiana*, 10(1-2), 31-53.

Murillo-Cuevas, F.D., Adame-García, J., Cabrera-Mireles, H., Fernández-Viveros, J.A. (2019). Fauna y microflora edáfica asociada a diferentes usos de suelo. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 6: 23-33

Murillo-Cuevas, F.D., Adame-García, J., Cabrera-Mireles, H., Villegas-Narváez, J., Rivera-Meza, A.E. (2020). Fauna edáfica e insectos asociados a las arvenses en limón persa, monocultivo y policultivo. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 7(2): 1-11.

Naranjo, G. N. y Sáenz, A. A. (2002). Parasitoides (Hymenoptera) asociados a coberturas vegetales de sistemas productivos en el eje cafetero colombiano. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa (S.E.A.)*, 48: 359-365.

Nieves-Aldrey, J. L., & Fontal-Cazalla, F. M. (1999). Filogenia y evolución del orden Hymenoptera. *Bol. SEA*, 26, 459-474.

Purvis, A., & Hector, A. (2000). Getting the measure of biodiversity. *Nature*, 105, 212-219

Radosevich, S. R., Holt, J. S. & Ghersa, C. M. (2007). *Ecology of Weeds and Invasive Plants*. Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, Inc.

Sala, O.E., Chapin, F.S., Armesto, J.J., Berlow, E., Bloomfield, J., Dirzo, R., Sanwald, E.H., Huenneke, L.F., Jackson, R.B., Kinzig, A., Lemmans, R., Lodge, D.M., Mooney, H.A., Oesterheld, M., Poff, N.L., Sykes, M.T., Walkerm, B.H., Walker, M., Wall, D.H. (2012). Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science AASS*. 287: 1770-1774. doi:10.1126/science.287.5459.1770

Tscharntke, T., Klein, A. M., Kruess, A., Steffan-Dewenter, I. y Thies, C. (2005). Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity – ecosystem service management. *Ecol. Lett.*, 8, 857-874.

Villegas MA, Mora, A.A. (2011). Avances de la fruticultura en México. *Revista Brasileira de Fruticultura Jaboticabal* 33: 179-186.

Wilson, E. O. (1988). *Biodiversity*. National Academy Press, Washington, D. C. 521 p.

Souza, L., Braga, S.M.P., y Campos, M.J.O. (2006). Himenópteros parasitoides (Insecta, Hymenoptera) em área agrícola de Rio Claro, SP, Brasil. *Arq. Inst. Biol., São Paulo.*, 73 (4): 465-469.



LICENCIA DE USO OTORGADA POR EDITH ALEJANDRA GUTIÉRREZ MORALES, de nacionalidad MEXICANA mayor de edad, con domicilio ubicado en Cd. Cardel, Ver. Col. Ninfas Coronel de Esquer #21, en mi calidad de titular de los derechos patrimoniales y morales y autor de la tesis denominada ATRIBUTOS ESTRUCTURALES DE HYMENOPTERA PARASÍTICOS ASOCIADOS A ARVENSES ALEDAÑAS A CULTIVOS DE HORTALIZAS CAÑA DE AZÚCAR en adelante “LA OBRA” quien para todos los fines del presente documento se denominará “**EL AUTOR Y/O EL TITULAR**”, a favor del Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván del Tecnológico Nacional de México, la cual se registrá por las clausulas siguientes:

PRIMERA –OBJETO: “**EL AUTOR Y/O TITULAR**”, mediante el presente documento otorga al Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván del Tecnológico Nacional de México, licencia de uso gratuita e indefinida respecto de “LA OBRA”, para almacenar, preservar, publicar, reproducir y/o divulgar la misma, con fines académicos, por cualquier medio en forma física y a través del repositorio institucional y del repositorio nacional, éste último consultable en la página: (<https://www.repositorionacionalcti.mx/>).

SEGUNDA - TERRITORIO: La presente licencia se otorga, de manera no exclusiva, sin limitación geográfica o territorial alguna, de manera gratuita e indefinida.

TERCERA -ALCANCE: La presente licencia contempla la autorización para formato uso de “LA OBRA” en cualquier formato o soporte material y se extiende a la utilización, de manera enunciativa más no limitativa a los siguientes medios: óptico, magnético, electrónico, virtual (red), mensaje de datos o similar conocido por conocerse en medio óptico, magnético, electrónico, en red, mensajes de datos o similar, conocido o por conocerse.

CUARTA – EXCLUSIVIDAD: La presente licencia aquí establecida no implica exclusividad en favor del Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván; por lo tanto, “**EL AUTOR Y/O TITULAR**” conserva los derechos patrimoniales y morales de “**LA OBRA**”, objeto del presente documento.

QUINTA – CRÉDITOS: El Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván y/o el Tecnológico Nacional de México reconoce que el “**AUTOR Y/O TITULAR**” es el único, primigenio y perpetuo titular de los derechos morales sobre “**LA OBRA**”; por lo tanto, siempre deberá otorgarle los créditos correspondientes por la autoría de la misma.

SEXTA – AUTORÍA: “**EL AUTOR Y/O TITULAR**” manifiesta ser el único titular de los derechos de autor que derivan de “LA OBRA” y declara que el material objeto del presente fue realizado por él, sin violentar o usurpar derechos de propiedad intelectual de terceros; por lo tanto, en caso de controversia sobre los mismos, se obliga a ser el único responsable.

Dado en la Ciudad de Úrsulo Galván, a los 25 días del mes de Noviembre de 2022.

“EL AUTOR Y/O TITULAR”
(Nombre y firma)

Edith Alejandra Gutiérrez Morales.

