

**TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO**



**TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO**

**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR  
DE SALVATIERRA**



**COMPOSICIÓN DE INSECTOS Y GRUPOS  
FUNCIONALES EN “*Phaseolus vulgaris* L”,  
EN DOS CICLOS DE PRODUCCIÓN EN  
SAN NICOLÁS DE LOS AGUSTINOS,  
SALVATIERRA, GUANAJUATO**

**TITULACIÓN INTEGRAL  
(TESIS)**

**Elaborada por:**

**FATIMA GUADALUPE ZEPEDA TORRES**

**Para obtener el título de:**

**INGENIERO EN INNOVACIÓN AGRÍCOLA SUSTENTABLE**

**Director de Tesis:**

**DR. ADRIÁN LEYTE MANRIQUE**

**Salvatierra, Gto.**

**Abril, 2024**

**ANEXO XXXIII.  
FORMATO DE LIBERACIÓN DE PROYECTO PARA LA TITULACIÓN INTEGRAL**

Saltilerra, Guanajuato, 15/marzo/2024  
ASUNTO: Liberación de proyecto para la titulación integral.

**C. ING. LIZBETH ESTEFANÍA ESCOBAR PANIAGUA**  
Jefe del Departamento de Servicios Escolares  
ITESS  
PRESENTE

Por este medio informo que ha sido liberado el siguiente proyecto de titulación integral para para su impresión y realización del acto de examen profesional:

Nombre del estudiante y/o egresado:	<b>FATIMA GUADALUPE ZEPEDA TORRES</b>
Carrera:	<b>INGENIERÍA EN INNOVACIÓN AGRÍCOLA SUSTENTABLE</b>
No. de control:	<b>AG18110175</b>
Nombre del proyecto:	<b>Composición de insectos y grupos funcionales en "Phaseolus vulgaris L", en dos ciclos de producción en San Nicolás de los Agustinos, Saltilerra, Guanajuato</b>
Producto:	<b>TESIS</b>

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

**ATENTAMENTE**  
*Excelencia en Educación Tecnológica*

**Ing. Walter Manuel Zúñiga Maldonado**  
Coordinador de Ing. Innovación Agrícola

<b>DIRECTOR</b> Dr. Adrian Leyte Manrique	<b>REVISOR*</b> Ing. Víctor Antonino Cortes Pérez	<b>REVISOR*</b> Ing. Walter Manuel Zúñiga Maldonado



**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE  
SALVATIERRA**

**Tesis**

**Presentada por:**

**Fatima Guadalupe Zepeda Torres**

Se somete a consideración del H. jurado examinador como requisito parcial para obtener el  
título de:

**Ingeniero en Innovación Agrícola Sustentable**

**Aprobado por:**

---

**Dr. Adrian Leyte Manrique**

**Asesor Interno**

---

**Ing. Walter Manuel Zúñiga Maldonado**

**Sinodal 1**

---

**Ing. Víctor Antonino Cortes Pérez**

**Sinodal 2**

---

**Ing. Walter Manuel Zúñiga Maldonado**

**Coordinador de la carrera de Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable**

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, quiero agradecer a Dios por haberme permitido cumplir esta meta tan importante en mi vida.

A mis padres por todo su apoyo incondicional, por ser mi pilar más fuerte para salir adelante día a día.

A mi abuelita Ma. Guadalupe Gallardo que hoy en día ya no está presente pero que inicio este camino conmigo.

A mis tíos Raúl y Mónica Vallarta por todos sus consejos y apoyarme cuando los necesito.

A mi hermana y mi tía Agustina que siempre junto con mis padres han creído en mí.

Al productor José Guadalupe Morales García por permitirme realizar el trabajo de campo en su cultivo.

A mi director de tesis el Dr. Adrian Leyte Manrique por todas sus enseñanzas y tiempo otorgado para la realización de este trabajo. Por motivarme todo este tiempo y en especial, por ayudarme a comprender por lo que vale la pena esforzarse y no rendirse nunca.

También a mis revisores al Ing. Walter Manuel Zúñiga Maldonado y al Ing. Víctor Antonino Cortes Pérez, de la carrera de Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable por el apoyo brindado con sus comentarios en la realización de esta tesis.

Finalmente, al Instituto Tecnológico Superior de Salvatierra por el apoyo brindado con sus instalaciones y cobijo en toda mi estancia en él.

## INDICE GENERAL

### Contenido

RESUMEN .....	1
ABSTRACT .....	2
CAPÍTULO I- INTRODUCCIÓN .....	3
1.1. Planteamiento del problema .....	5
1.2. Justificación .....	6
1.3. Objetivos .....	7
1.3.1. General .....	7
1.3.2. Específicos .....	7
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO .....	8
2.1. Antecedentes .....	8
2.2. Generalidades de los insectos .....	9
2.2.1. Origen de los insectos .....	9
2.2.2. Diversidad .....	9
2.2.3. Grupos funcionales de insectos y gremios tróficos .....	9
2.3. Generalidades del cultivo de frijol ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.) .....	11
2.3.1. Origen y clasificación .....	11
2.3.2. Producción de frijol en México y plagas .....	11
CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	12
3.1. Área de estudio .....	12
3.2. Trabajo de campo .....	13
3.3. Trabajo de laboratorio .....	14
3.3.1. Riqueza y composición de especies .....	15
3.4. Análisis de datos .....	15
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	16
4.1. Diversidad .....	16
4.2. Riqueza de especies .....	19
4.3. Composición: Curvas de rango-abundancia y/o Whitaker .....	21
4.4. Grupos funcionales y gremios tróficos .....	23
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	29
5.1. Conclusiones .....	29

<b>5.2. Recomendaciones .....</b>	<b>30</b>
<b>LITERATURA CITADA.....</b>	<b>31</b>
<b>Anexo I .....</b>	<b>38</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Área de estudio, Ejido San Nicolás de los Agustinos, Salvatierra, Guanajuato..	12
<b>Figura 2.</b> Muestreo de los insectos en cultivo de frijol. A = Captura con red de golpeo, y B = Preservación de los organismos en frascos con alcohol al 70 %.....	14
<b>Figura 3.</b> Identificación de material biológico recolectado en campo.....	14
<b>Figura 4.</b> Valores de Shannon-Wiener para la riqueza de especies presentes en los ciclos. Ciclo I-P= invierno-primavera, Ciclo V-O= verano-otoño.....	19
<b>Figura 5.</b> Curvas de rango abundancia que indican como está compuesta la entomofauna de los ciclos de acuerdo con los valores de abundancia proporcional. Las especies se presentan de los mas a los menos abundantes.....	21
<b>Figura 6.</b> Grupos representativos de la entomofauna a nivel de especie en el ciclo I-P= invierno-primavera.....	27
<b>Figura 7.</b> Grupos representativos de la entomofauna a nivel de especie en el ciclo V-O= verano-otoño.....	28

## ÍNDICE DE CUADROS

**Cuadro 1.** Listado de la entomofauna en *Phaseolus vulgaris* L., en San Nicolás de los Agustinos. La X representa la presencia de las especies en cada ciclo de cultivo. .... 16

**Cuadro 2.** Grupos taxonómicos presentes en *Phaseolus vulgaris* L., en el ciclo V-O = verano-otoño y I-P = invierno-primavera en San Nicolás de los Agustinos. .... 18

**Cuadro 3.** Grupos funcionales y gremios tróficos en los ciclos V-O, e I-P. Se muestran los valores de abundancia de las especies y su función ecológica. .... 24

**Cuadro 4.** Grupos funcionales (GF) y Gremios tróficos (GT) caracterizados en *Phaseolus vulgaris* L., en los ciclos V-O =verano-otoño y I-P =invierno-primavera. .... 26

## RESUMEN

El municipio de Salvatierra conforma una actividad agrícola de importancia estatal en Guanajuato, sin embargo, se carece de información acerca de la entomofauna, así como de su, diversidad y composición de grupos funcionales de insectos benéficos y dañinos. Por lo que, a partir de ello, el objetivo del presente estudio fue determinar la diversidad, composición y riqueza de insectos presentes en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en los ciclos verano-otoño e invierno-primavera en la localidad de San Nicolás de los Agustinos, Salvatierra, Guanajuato, así como identificar los diferentes grupos funcionales de insectos y gremios tróficos. Se llevaron a cabo dos periodos de muestreo de julio a septiembre del 2022 y febrero a abril del 2023, colectándose un total de 5,548 ejemplares, los muestreos se realizaron cada 15 días. Para este trabajo se tuvo una diversidad de 11 ordenes (Coleoptera, Dermaptera, Diptera, Ephemeroptera, Hemiptera, Hymenoptera, Mantodea, Neuroptera, Odonata, Orthoptera, Thysanoptera), 37 familias, 55 géneros y 58 especies. El índice de Shannon-Wiener mostro que la mayor riqueza de especies se presentó en el ciclo verano-otoño con un valor de 1.8, en tanto que para el ciclo invierno-primavera se obtuvo un valor de 1.5. Las curvas de rango abundancia fueron representadas por pocas especies abundantes y muchas poco abundantes, siendo las más abundantes en el ciclo I-P: *Bemisia tabaci*., *Caliothrips phaseoli*, *Liriomysa* sp., *Empoasca kraemeri*, mientras que las menos abundantes en el ciclo V-O fueron *Diabrotica balteata*, *Sphenarium purpurascens*, *Musca domestica* e *Hippodamia convergens*. Se caracterizaron cinco grupos funcionales: fitófagos, depredadores, polinizadores, coprófagos y parasitoides. De estos, fitófagos y depredadores representan la mayor cantidad de familias y especies; y ocho gremios tróficos: omnívoros, insectívoros, frugívoros, herbívoros, nectarívoros, hematófagos, detritívoros, y carnívoros. Este estudio contribuye a generar información nueva en el conocimiento sobre las especies de insectos, tanto perjudiciales como benéficos en la localidad de San Nicolás de los Agustinos, Salvatierra, Guanajuato para el cultivo de frijol, y da un aporte al conocimiento de las especies y su función a fin de poder plantear nuevas estrategias de manejo, monitoreo y combate (de especies fitófagas), en el cultivo.

**Palabras clave:** Insectos, frijol, grupos funcionales, gremios tróficos, agroecología.



## **ABSTRACT**

The municipality of Salvatierra has a huge agricultural activity, this is of great economic importance, being the main source of income, however, there is a lack of information about the composition, diversity and functional groups of insects. The objective of the study was to determine the diversity, composition and richness of insects present in the bean crop (*Phaseolus vulgaris*) in the summer-autumn and winter-spring cycles in the town of San Nicolás de los Agustinos, Salvatierra, Guanajuato, as well as Identify the different functional groups of insects. Two sampling periods were carried out from July to September 2022 and February to April 2023, collecting a total of 5,548 specimens. Sampling was carried out every 15 days. For this work, there was a diversity of 11 orders (Coleoptera, Dermaptera, Diptera, Ephemeroptera, Hemiptera, Hymenoptera, Mantodea, Neuroptera, Odonata, Orthoptera, Thysanoptera) and 37 families. 55 genera and 58 species. The Shannon-Wiener index showed that the highest species richness occurred in the summer-autumn cycle with a value of 1.8, while in the winter-spring cycle a value of 1.5 was obtained. The abundance range curves were represented by few abundant and many low abundant insect families. The most abundant families were: *Bemisia tabaci*, *Caliothrips phaseoli*, *Liriomyza* sp., while the least abundant families were *Empoasca kraemeri*, *Sphenarium purpurascens*, *Hippodamia convergens*. Five functional groups were characterized: phytophagous, predators, pollinators, coprophages, and parasitoids. Of these, phytophagous and predatory species account for the largest number of families and species; and eight trophic guilds: omnivores, insectivores, frugivores, herbivores, nectarivores, hematophagous, detritivores, and carnivores. This study contributes to generate new information in the knowledge about the species of insects, both harmful and beneficial in the locality of San Nicolás de los Agustinos, Salvatierra, Guanajuato for the cultivation of beans, and contributes to the knowledge of the species and their function in order to be able to propose new management strategies. monitoring and control (of phytophagous species) in cultivation.

**Keywords:** Insects, beans, functional groups, trophic guilds, agroecology.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

El grupo de los insectos siendo el más diverso entre los seres vivos habitantes de la tierra, se encuentran en todos los ambientes terrestres, dulceacuícolas y costeros (Zumbado-Arrieta y Azofeifa-Jiménez, 2018). El origen de los insectos de acuerdo a varios estudios se prevé hace unos 350 millones de años perteneciendo al grupo filogenético relacionado con los artrópodos, teniendo actualmente un aproximado de un millón de especies descritas (Brusca y Brusca, 2002; Rodríguez *et al.*, 2009; Navarrete-Heredia, 2016). “*De esta gran diversidad, se estima que en los agroecosistemas solo el 3% de las especies se comporta como plaga y el 97% está conformado por fauna auxiliar, por lo tanto, el 35% se ve representado por enemigos naturales de las plagas, entre los que se destacan insectos depredadores y parasitoides (Nájera-Rincón y Souza, 2010)*”.

México, siendo un país megadiverso simboliza una alta diversidad de insectos, estimándose de 300 a 350 mil especies (Salas-Araiza *et al.*, 2002). Los órdenes más conocidos son los coleópteros, hemípteros, dípteros, lepidópteros, odonatos y orthópteros, que agrupan a familias, géneros y especies tanto de importancia ecológica como económica en las actividades agrícolas (Stork, 2018). Muchos de estos insectos, como, por ejemplo, los coleópteros de la familia Curculionidae, ocasionan graves afectaciones en la producción de cultivos agrícolas y forestales, al igual que lepidópteros y dípteros (Cervantes-Mayagoitia y Huacuja-Zamudio, 2017). Por otra parte, existen grupos de insectos con un papel fundamental como depredadores, hablamos de la familia Chrysophidae del orden Neuroptera y de la familia Coccinellidae del orden Coleoptera de gran importancia en el control biológico para combatir a los insectos fitófagos y así poder tener un mejor control en el uso indiscriminado de los agroquímicos (López-Arroyo *et al.*, 2014). Es por esta razón que los insectos presentan variados hábitos, funciones y modos de alimentación, por lo que son un grupo de interés en los sistemas agrícolas, dadas las interacciones ecológicas que llevan a cabo, tales como planta-insecto, o bien, insecto-insecto, en complejas interacciones que van desde la herbívora hasta las de parasitismo, polinización y depredación, integrándolos en lo que se conoce como grupos funcionales, dado tanto su papel ecológico como gremios tróficos (Leyte-Manrique *et al.*, 2021; Sánchez-Flores *et al.*, 2019; Villada-Bedoya *et al.*, 2017).

Por otra parte, se sabe que un 25% de las especies de insectos juegan un papel como depredadores y/o parasitoides, y a su vez son enemigos naturales de insectos fitófagos en ecosistemas silvestres y agroecosistemas (Rodríguez-Vélez *et al.*, 2019). Otros insectos de importancia en las actividades agrícolas o agropecuarias son los insectos coprófagos (coleópteros), los cuales enriquecen los suelos, pues participan en la descomposición de la materia orgánica animal y vegetal, siendo su función esencial dado que ayudan a la incorporación del suelo y una mejor disponibilidad para las plantas (Sánchez-Flores *et al.*, 2019). Por otra parte, las funciones que ofrecen los insectos polinizadores son eficaces ya que además de contribuir en la polinización de las plantas, de estos insectos obtenemos productos como la miel, seda, cera, medicinas y tintes, teniendo estos servicios un gran impacto económico a nivel global (Zumbado-Arrieta y Azofeifa-Jiménez, 2018).

En este contexto, el poder caracterizar grupos funcionales en especies de granos, hortalizas y leguminosas, es algo que reditúa no solo en el beneficio de las plantas sino también en el conocimiento de las especies de insectos, y el papel que estos juegan en los agroecosistemas, y su utilidad, manejo y combate de aquellas especies que pueden afectar la producción de plantas como el frijol, y que a la fecha no existen o son casi nulos los estudios al respecto. Por lo que el presente trabajo tuvo la finalidad de conocer y comparar las especies de insectos presentes en *Phaseolus vulgaris* L. (frijol) en dos ciclos de cultivo; verano-otoño (V-O) e invierno-primavera (I-P) en la localidad de San Nicolás de los Agustinos, Salvatierra, Guanajuato, así como caracterizar los grupos funcionales y gremios tróficos presentes en ambos ciclos. Ello con la finalidad de tener una fuente de información que sirva de apoyo en las actividades agronómicas de manejo, monitoreo y combate (en su caso, de las especies fitófagas), que beneficie en la producción de esta leguminosa.

## 1.1. Planteamiento del problema

El municipio de Salvatierra, tiene una producción agrícola que comprende en su mayoría granos, hortalizas y leguminosas, siendo estos agroecosistemas un aporte importante de las actividades económicas en el municipio. Sin embargo, esta producción puede verse afectada por distintos factores, que incluyen desde fenómenos meteorológicos adversos, falta de agua, sequías prolongadas, enfermedades, y plagas “que en términos coloquiales se refieren a todos aquellos organismos vivos que ocasionan afectación a las plantas”, lo que incluye bacterias, hongos, virus, artrópodos, moluscos, aves, pequeños mamíferos e insectos. Siendo estos últimos, uno de los mayores causantes de afectaciones a las plantas y la producción en cultivos como frijol (*Phaseolus vulgaris* L), y de los cuales se desconocen en Salvatierra, aspectos relativos a su diversidad y composición, al igual que de aquellos insectos benéficos, que han sido poco valorados, y que en general no se conoce su potencial como enemigos naturales de los insectos fitófagos, es decir, el papel de los grupos funcionales desde un contexto ecológico y de sus gremios tróficos, lo que conlleva a no poder reconocer estos, ni a plantear estrategias más allá de las invasivas, en la necesidad de poder comprender su papel y utilidad para los productores.

## 1.2. Justificación

El cultivo de *Phaseolus vulgaris* L (frijol), representa una importante superficie sembrada de 4,077 ha, en el municipio de Salvatierra, y al ser una leguminosa de alto valor nutricional y comercial, contradictoriamente se desconoce la entomofauna presente en los distintos sitios de cultivo en el municipio, como es el caso de San Nicolás de los Agustinos. Añadiendo a ello, que los productores emplean productos químicos que pueden ser agresivos con la fauna de insectos benéficos al tratar de erradicar los insectos llamados comúnmente plagas, que son herbívoros o fitófagos, y que dañan alguna estructura de la planta (ya sea tallo, raíz, hojas, flor y/o frutos), lo que hace que merme su producción, rendimiento y calidad en el mercado. De esa forma, una alternativa viable, es en primera instancia reconocer las especies de insectos presentes en el cultivo de frijol, y elaborar una lista anotada de estas, para posteriormente caracterizar grupos funcionales a partir de su función ecológica y nicho trófico. Considerando la implementación de medidas de manejo y combate biológicos para las especies interactuantes, es decir, los insectos perjudiciales y los benéficos. Lo que dará la pauta de un manejo más agroecológico y sustentable, que sirva de apoyo a los productores para identificar las distintas especies y funciones que llevan a cabo, en pro de la diversidad biológica y la reducción de insumos de impacto negativo y sinérgico en *Phaseolus vulgaris*. Considerando lo anterior, se propuso el presente estudio, cuya finalidad fue conocer las especies de insectos y grupos funcionales, así como gremios tróficos presentes en *P. vulgaris*. Con la información generada se espera aportar nuevos datos acerca de la entomofauna y con ello, generar en futuros trabajos estrategias de combate biológico y manejo, tanto para especies consideradas plagas como benéficas, desde una perspectiva agroecológica y sustentable.

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. General**

Determinar la diversidad, composición y riqueza de insectos presentes en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en los ciclos verano-otoño e invierno-primavera en la localidad de San Nicolás de los Agustinos, Salvatierra, Guanajuato, así como identificar los diferentes grupos funcionales de insectos y gremios tróficos.

### **1.3.2. Específicos**

1.- Comparar la diversidad y composición de insectos en los dos ciclos de producción en *Phaseolus vulgaris* L. En San Nicolás de los Agustinos, Salvatierra, Guanajuato.

2.- Caracterizar los grupos funcionales y gremios tróficos presentes en ambos ciclos de producción para *P. vulgaris* L.

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

Autores como Sierra-Baquero *et al.* (2022) evaluaron los valores de riqueza de la entomofauna asociada a cinco cultivos: ajo, berenjena, ahuyama y dos variedades de frijol (Caupí y Rosado), mediante el índice de Shannon, teniendo como resultado que los órdenes más comunes fueron Hemiptera, Coleoptera e Hymenoptera, caracterizando además grupos funcionales, siendo fitófagos, junto con los depredadores y parasitoides los que tuvieron una mayor cantidad de especies. Por otra parte, autores como Márquez-Hernández *et al.* (2016) dan un listado de la entomofauna en varios agroecosistemas (cultivos) del municipio de Santa Clara(Durango) con una superficie de 5000 ha, sembrando principalmente frijol, maíz y avena, encontrando que los órdenes más diversos: fueron al igual que el estudio anteriormente referido fueron: Coleoptera, Diptera, e Hymenoptera, y se añade a ello, también, la presencia de Lepidoptera.

Para el estado de Guanajuato, se han hecho aportaciones acerca de listados locales y algunos estudios sobre diversidad de especies y riqueza, así como de algunos ciclos de desarrollo y parámetros demográficos para algunas especies puntuales (Guzmán-Mendoza *et al.*, 2020; Martínez *et al.*, 2018; Piña-García y Leyte-Manrique, 2017; Salas-Araiza *et al.*, 2018). Sin embargo, y en relación al estudio de los grupos funcionales de insectos y gremios tróficos, son escasos los trabajos en el tema. Siendo dos de ellos, el de Leyte-Manrique *et al.* (2021), quienes analizan la composición de insectos, así como los grupos funcionales y gremios tróficos en agroecosistemas de granos (trigo, maíz y cebada) en la comunidad de El Capulín, Salvatierra, Guanajuato, e indican que los insectos fitófagos son claves en las cadenas tróficas y composición de especies en este tipo de ambientes; y el de Salas-Araiza *et al.* (2023), quienes analizan la diversidad de enemigos naturales de pulgones en el Bajío guanajuatense. Para el caso de San Nicolás de los Agustinos en el mismo municipio, no se cuenta con estudios de este tipo, y solo se mencionan descripciones muy empíricas de las especies.

## **2.2 Generalidades de los insectos**

### **2.2.1. Origen de los insectos**

El origen de los insectos de acuerdo a varios estudios se prevé hace unos 350 millones de años, siendo un grupo filogenético relacionado con los artrópodos, teniendo actualmente un aproximado de un millón de especies descritas a nivel mundial (De la Cruz-Lozano, 2005; Navarrete-Heredia, 2016; Rodríguez *et al.*, 2009).

### **2.2.2. Diversidad**

Los insectos conforman el grupo más abundante y biodiverso del mundo, pero además uno de los menos conocidos (Mendoza, 2010). La espectacular diversidad y abundancia es alcanzada por los animales del Phylum Arthropoda logrando en las especies de la clase Insecta su mejor expresión, planteándose que las especies de insectos pueden alcanzar cifras entre 10 a 30 millones. México siendo un país megadiverso simboliza una alta diversidad de insectos los cuales se estiman de 300 a 350 mil especies (Salas-Araiza *et al.*, 2002). Siendo los más conocidos: Coleoptera, Hemiptera, Diptera, Hymenoptera, Lepidoptera, Odonata y Orthoptera, mismos que incluyen especies de importancia ecológica y económica en los agroecosistemas (Stork, 2018).

### **2.2.3. Grupos funcionales de insectos y gremios tróficos**

El grupo de los insectos conforman un papel fundamental en los ecosistemas agrícolas, algunos se consideran plagas por los perjuicios que causan a los cultivos, y son los que mayor atención reciben en el caso de los insectos fitófagos (Zumbado-Arrieta y Azofeifa-Jiménez, 2018), tal es el caso de orugas, escarabajos, trips, y chinches. Asimismo, se destacan los polinizadores (Ej. *Apis mellifera*), dada su importancia en la reproducción vegetal, puesto que, sin ellos, la mayoría de las plantas desaparecerían rompiendo el equilibrio natural y/o poniendo en serio peligro la supervivencia del planeta (Viejo-Montesinos y Ornos-Gallego, 1997).

En el caso de los insectos depredadores típicamente son más grandes que los organismos que consumen, a los cuales se les denomina presas, y requieren de matar y consumir varios



organismos durante su ciclo de vida para realizar funciones esenciales, estos insectos buscan activamente su alimento, los depredadores juveniles usan la presa para crecimiento y desarrollo, una vez alcanzada la madurez fisiológica las utilizan para mantenimiento y reproducción (Rodríguez y Arredondo, 2007). El uso de depredadores en sistemas agrícolas cada vez es mayor, por el éxito de esta alternativa de manejo de plagas, existen más de 30 familias de insectos depredadores, de las cuales Anthocoridae, Nabidae, Reduviidae, Geocoridae, Carabidae, Coccinellidae, Nitidulidae, Staphylinidae, Chrysopidae, Formicidae, Cecidomyiidae y Syrphidae son las más importantes en el manejo de plagas en agroecosistemas (Van Driesche *et al.*, 2007). Por otra parte, el papel funcional y los hábitos de los insectos benéficos (depredadores, parasitoides y polinizadores) por mencionar algunos, es de vital importancia en los sistemas agrícolas, ya que regulan o controlan las poblaciones de fitófagos, incrementan la diversidad e interacciones ecológicas y biológicas, permitiendo con ello un equilibrio en las comunidades de insectos presentes en los cultivos, y pueden ayudar a reducir pérdidas de productos que no tengan consecuencias económicas a los productores (Leyte-Manrique *et al.*, 2021; López-Arroyo *et al.*, 2014).

## 2.3 Generalidades del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.).

### 2.3.1. Origen y clasificación

El frijol (*Phaseolus vulgaris*) su centro de origen se presume en Mesoamérica en lo que es hoy el territorio mexicano, hace unos 5000 años antes de Cristo (a.C.), en donde fue domesticado (Ulloa *et al.*, 2011). Sin embargo, se menciona que también otro punto de domesticación fue hacia Sudamérica hace unos 5000 y 2000 a.C. (Hernández-López *et al.*, 2013). *Phaseolus vulgaris* L., asignada por Linneo en 1753, es una planta que taxonómicamente corresponde al orden Rosales, a la tribu Phaseoleae, clase Dicotiledóneas, familia Leguminosa, subfamilia Papilionoideae del género *Phaseolus* (Ulloa *et al.*, 2011).

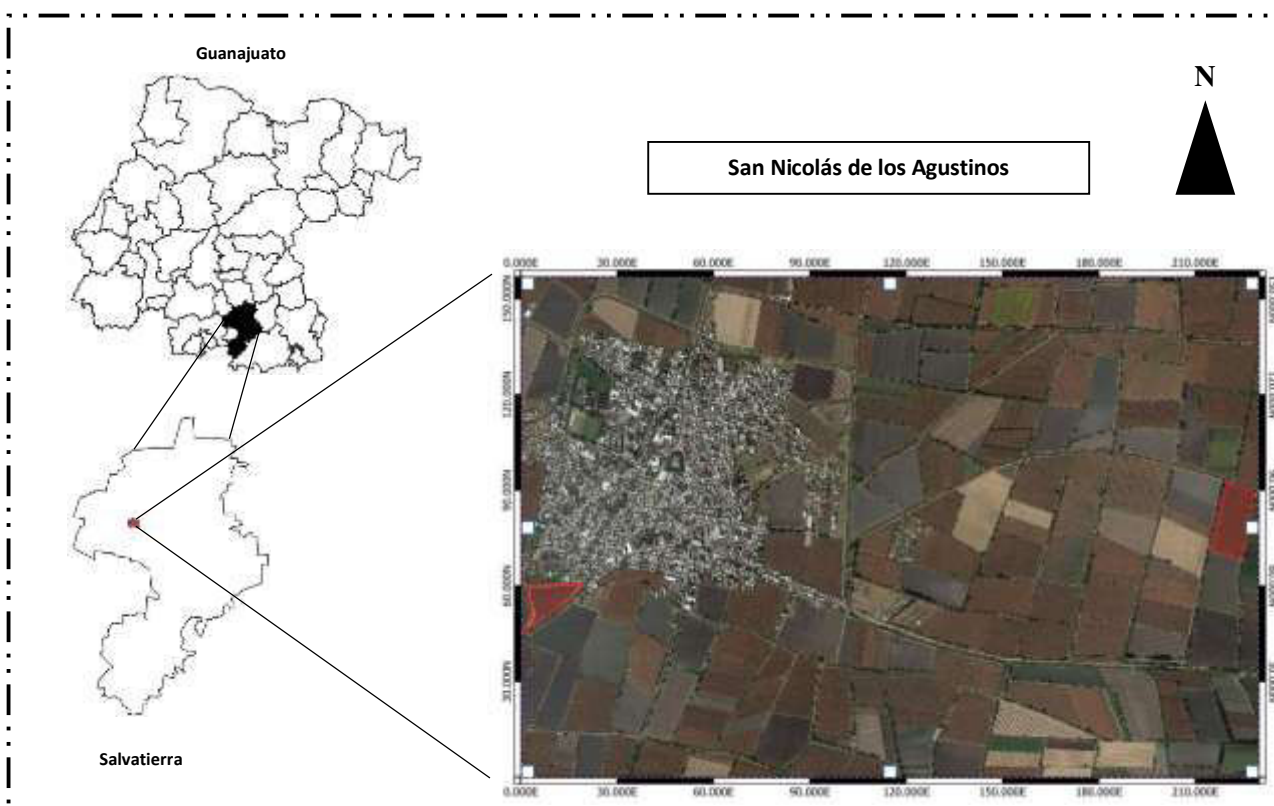
### 2.3.2. Producción de frijol en México y plagas

Los estados de la república mexicana que mayor superficie destinaron en la siembra de frijol en el ciclo agrícola 2022/2023 fueron conformados por Zacatecas con 609,494 ha, Durango con 191,511 ha, Chiapas con 115,309 ha, seguido de Chihuahua con 82,544 ha, Guanajuato con 60,984 ha y por último Nayarit con 54,704 ha (SIAP, 2023). En Salvatierra, la superficie sembrada es de 4077 ha (López, 2016). Por otra parte, entre las principales plagas que afectan a la planta, se encuentran insectos como *Bemisia tabaci*, plaga hortícola que ocasiona graves afectaciones en el cultivo de frijol (Cuéllar y Morales, 2006). *Empoasca kraemeri* considerado una de las plagas de mayor importancia económica en el cultivo de frijol (Arias *et al.*, 2007). El minador *Liriomyza* sp., que puede llegar a ocasionar daños importantes en la planta de frijol durante las primeras fases de su desarrollo, reduciendo el proceso fotosintético de la planta (Zumbado-Arrieta y Azofeifa-Jiménez, 2018). Entre los trips que afectan el cultivo de frijol se encuentra *Frankliniella occidentalis* su daño se incrementa en la época seca, cuando aumentan las temperaturas y la humedad relativa es baja (Arias *et al.*, 2007). Los crisomélidos *Diabrotica* sp., y *Cerotoma* sp. Son cucarrones pequeños de diversos colores que causan perforaciones circulares en las hojas, lo que reduce la capacidad fotosintética de la planta de frijol (Vanegas, 2017). Las larvas de los trozadores *Spodoptera frugiperda*, *Agrotis ipsilon*, *Agrotis bilitura*, son muy importantes, porque se alimentan de los tallos, lo que afecta el cultivo cuando se presentan altas poblaciones; también dañan el área foliar y estructuras reproductivas (Alves de Paiva *et al.*, 2018).

## CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1. Área de estudio

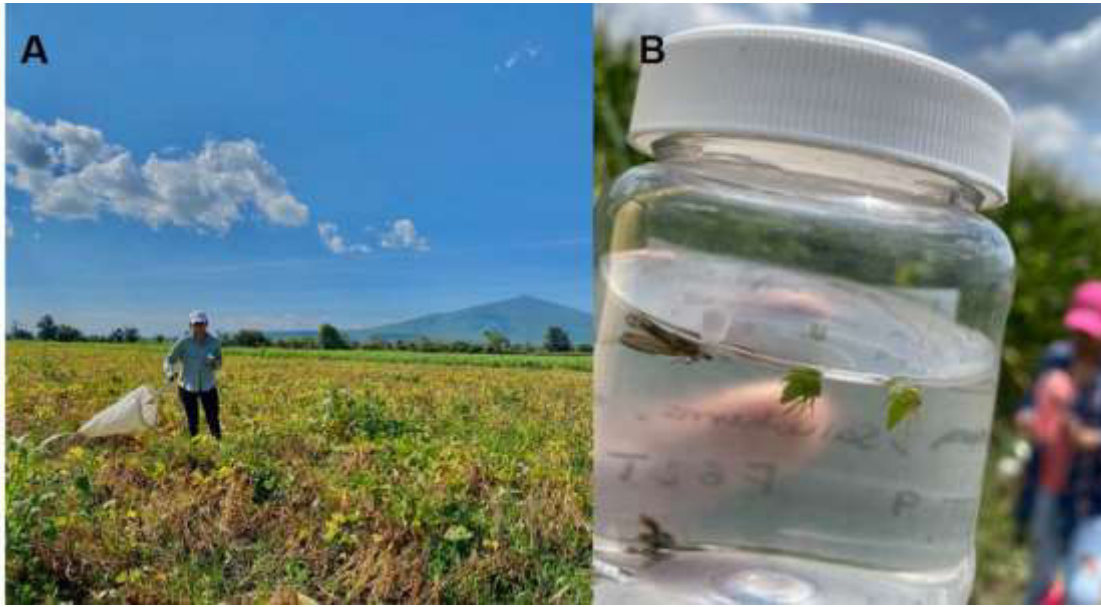
El área de estudio corresponde al ejido de San Nicolás de los Agustinos, municipio de Salvatierra, Guanajuato. El cual se ubica en las coordenadas geográficas (20.247778 N y -100.966389 O; Figura 1), a una elevación de 1740 msnm (Google Earth Pro, 2023). La temperatura promedio anual es de 18.1 °C y la precipitación de 730 mm, con un clima semi-seco tropical (García, 2004). La vegetación está representada por elementos de selva baja caducifolia, pastizal, vegetación secundaria y diversos cultivos agrícolas (Rzedowski, 1978). 4.93%). Suelos arcillosos, de color negro y/o gris oscuro, pegajosos cuando están húmedos y muy duros cuando quedan secos (INEGI, 2018).



**Figura 1.** Área de estudio, Ejido San Nicolás de los Agustinos, Salvatierra, Guanajuato.

### **3.2. Trabajo de campo**

El trabajo de campo se efectuó en dos periodos de muestreo, el primero se llevó a cabo en el ciclo verano-otoño (V-O) de julio a septiembre del 2022, y el segundo se llevó a cabo en el ciclo invierno-primavera (I-P) de febrero a abril del 2023, en cultivo de frijol; en dos parcelas diferentes, en el ejido de San Nicolás de los Agustinos, Municipio de Salvatierra, Guanajuato. Previo al monitoreo y recolecta de ejemplares, se delimito la superficie total, la cual fue de 4 has, y se trazaron nueve transectos de (20 x 30 m<sup>2</sup>), tanto para el del ciclo de V-O como para el de I-P. Llevándose a cabo muestreos sistemáticos cada 15 días y con una duración de dos días en cada muestreo (Carapia-Figueroa, 2019; Krebs, 1999;). La búsqueda y recolecta de los ejemplares se realizó conforme a técnicas convencionales de muestreo y recolecta de insectos, sugeridas por Márquez-Luna (2005). Además, se empleó la técnica de búsqueda por caminata en Zigzag dentro de cada transecto, dejándose una distancia entre estos, de 10 metros, para evitar duplicidad de los datos y tener interdependencia entre cada transecto a fin de no tener sobre muestreo, o duplicación de datos (Krebs, 1999; Vite-Silva *et al.*, 2010). Los insectos fueron recolectados con redes tipo entomológicas áreas y de golpeo, y en el caso de especies pequeñas (Ej. Pulgones), la recolecta se efectuó con ayuda de pinceles o manualmente (Márquez-Luna, 2005). Los organismos se depositaron en frascos de plástico de 250 ml con alcohol al 70% para su preservación (Carapia-Figueroa, 2019). Asimismo, a los frascos se les coloco una etiqueta de papel albanene con información referente a: Muestreo, cuadrante, lugar, fecha, hora, temperatura ambiente, cultivo y nombre del colector (Ver figura 2).



**Figura 2.** Muestreo de los insectos en cultivo de frijol. A = Captura con red de golpeo, y B = Preservación de los organismos en frascos con alcohol al 70 %.

### **3.3. Trabajo de laboratorio**

Posteriormente los ejemplares se transportaron al Instituto Tecnológico Superior de Salvatierra para su respectiva identificación con la ayuda de claves taxonómicas especializadas (Ej. Borror y White, 1971) para insectos y con el apoyo de un microscopio digital de un objetivo y lámpara integrada (Márquez-Luna, 2005; Figura 3).



**Figura 3.** Identificación de material biológico recolectado en campo.

### **3.3.1. Riqueza y composición de especies**

La riqueza de especies y curvas de rango abundancia, se estimaron a partir de los registros de campo sobre los valores de abundancia proporcional de las especies, en función del número de individuos. Para la primera (riqueza) se empleó el índice de Shannon-Wiener, el cual mide la equidad en cuanto el número de especies entre sitios (Moreno, 2001). Usando este para comparar la equidad de especies de insectos entre los ciclos de producción (V-O = verano-otoño; y I-P = invierno-primavera). En tanto que las curvas de rango abundancia se emplearon para ver la composición de especies de los taxones y sus abundancias proporcionales para ambos ciclos, y se ordenaron a las especies de la más a la menos abundante (Berriozabal-Islas, 2012).

### **3.4. Análisis de datos**

Con los registros de campo se elaboraron bases y comparo la riqueza específica de especies de insectos entre ciclos de cultivo, mediante el índice de equidad de Shannon-Wiener, el cual indica la equidad en cuanto el número de especies entre ciclos (Moreno, 2001). El programa utilizado para estimar la riqueza de especies fue PAST versión 2020. Finalmente, para conocer la composición de especies y grupos entre ciclos, se desarrollaron curvas de rango-abundancia, o de Whitaker, que interpretan valores de abundancia proporcional y acomodan a las especies de la más a la menos abundante (Berriozabal-Islas, 2012; Leyte Manrique *et al.*, 2016).

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Diversidad

Conocer los aspectos de diversidad de los insectos son de suma importancia en los sistemas agrícolas y forestales, considerando que la diversidad, riqueza y composición de las especies son indicadores a medir sobre las comunidades de insectos que se asocian a este tipo de sistemas (Salas-Araiza, *et al.*, 2016). Para el presente estudio se colectaron un total de 5,548 ejemplares comprendidos en 11 órdenes, 37 familias, 55 géneros y 58 especies. Para el ciclo verano-otoño se tuvieron 9 órdenes, 25 familias, 35 géneros y 37 especies, en tanto que para el ciclo invierno-primavera se tuvieron 8 órdenes, 24 familias, 29 géneros y 31 especies (Cuadro 1). Autores como Sierra-Baquero, *et al.* (2022) mencionan que los órdenes y familias de insectos representativos en frijol, son Hemiptera, Coleoptera e Hymenoptera, siendo ello concordante con este trabajo, pues se encontró que estos órdenes son comunes en frijol (Cuadro 1). En otro estudio Piña-García y Leyte-Manrique (2017) en seis cultivos (sorgo, alfalfa, maíz, frijol, tomate y jitomate) registraron 10 órdenes y 58 familias de insectos en la localidad de Urireo, Salvatierra, teniendo como lo más diverso en familias Hemiptera, Coleoptera, y Lepidoptera, y en menor grado Odonata, Orthoptera y Neuroptera.

**Cuadro 1.** Listado de la entomofauna en *Phaseolus vulgaris* L., en San Nicolás de los Agustinos. La X representa la presencia de las especies en cada ciclo de cultivo.

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	Ciclo V-O	Ciclo I-P
<b>Coleoptera</b>	Cantharidae	<i>Philonthus</i> sp.	X	-
	Carabidae	<i>Lebia histrionica</i>	X	-
		<i>Acalymma</i> sp.	X	-
	Chrysomelidae	<i>Cerotoma</i> sp.	X	X
		<i>Colaspis</i> sp.	-	X
		<i>Diabrotica balteata</i>	X	X
	Coccinellidae	<i>Diabrotica undecimpunctata</i>	X	X
		<i>Lema confusa</i>	X	-
		<i>Zygogramma piceicollis</i>	X	-
	Curculionidae	<i>Hippodamia convergens</i>	X	X
		<i>Scymnus loewii</i>	-	X
	Dryophthoridae	<i>Apion godmani</i>	X	-
		<i>Rhodoaenus</i> sp.	X	-
	Melyridae	<i>Anthocomus</i> sp.	X	X
Rutelidae		<i>Chauliognathus</i> sp.	X	-
<b>Dermaptera</b>	Forficulidae	<i>Doru taeniatum</i>	X	-
<b>Diptera</b>	Agromizidae	<i>Liriomyza</i> sp.	-	X

		<i>Musca domestica</i>	X	-
	Muscidae	<i>Stomoxys calcitrans</i>	-	X
	Stratiomyidae	<i>Hermetia</i> sp.	-	X
	Syrphidae	<i>Allograpta</i> sp.	-	X
<b>Ephemeroptera</b>	Ephemeridae	<i>Hexagenia</i> sp.	X	-
	Isonychiidae	<i>Isonychia</i> sp.	X	X
<b>Hemiptera</b>	Aleyrodidae	<i>Bemisia tabaci</i>	-	X
	Aphididae	<i>Aphis gossypii</i>	-	X
		<i>Aphis</i> sp.	-	X
	Aphrophoridae	<i>Cephus</i> sp.	-	X
	Berytidae	<i>Neoneides</i> sp.	X	-
	Cicadellidae	<i>Chlorogonalia</i> sp.	-	X
		<i>Empoasca kraemeri</i>	X	X
		<i>Paraulacizes</i> sp.	-	X
		<i>Xiphon</i> sp.	X	-
	Coreidae	<i>Acanthocephala femorata</i>	X	-
		<i>Staluptus</i> sp.	X	-
	Lygaeidae	<i>Lygaeus</i> sp.	-	X
	Membracidae	<i>Antianthe</i> sp.	X	-
	Miridae	<i>Lygus</i> sp.	X	X
		<i>Rhinacloa</i> sp.	-	X
	Pentatomidae	<i>Nezara viridula</i>	X	-
		<i>Edessa</i> sp.	X	-
		<i>Moromorpha</i> sp.	X	-
		<i>Oebalus</i> sp.	-	X
	Reduviidae	<i>Zelus</i> sp.	X	X
		<i>Zelus luridus</i>	X	-
	Rhyparochromidae	<i>Ligyrocoris</i> sp.	X	-
		<i>Neopamera</i> sp.	X	-
<b>Hymenoptera</b>	Apidae	<i>Apis mellifera</i>	-	X
		<i>Bombus sonorus</i>	X	-
		<i>Xylocopa</i> sp.	X	-
	Braconidae	<i>Opius</i> sp.	-	X
	Eulophidae	<i>Chrysonotomyia</i> sp.	-	X
<b>Mantodea</b>	Mantidae	<i>Stagmomantis limbata</i>	X	X
<b>Neuroptera</b>	Chrysophidae	<i>Chrysoperla rufilabris</i>	-	X
	Hemerobiidae	<i>Micromus</i> sp.	-	X
<b>Odonata</b>	Coenagrionidae	<i>Ischnura demorsa</i>	X	-
<b>Orthoptera</b>	Gryllidae	<i>Gryllodes sigillatus</i>	X	-
	Pyrgomorphidae	<i>Sphenarium purpurascens</i>	X	-
<b>Thysanoptera</b>	Thripidae	<i>Caliothrips phaseoli</i>	-	X

**Nota:** Especies de insectos presentes en el ciclo verano-otoño (V-O) y ciclo invierno-primavera (I-P) en cultivo de frijol.

La importancia de un listado de entomofauna ya que existen pocos estudios en agroecosistemas sobre listados entomológicos de morfo especies (Santana, 2012). Por otra parte, y en relación a la diversidad de taxones, en el (Cuadro 2) se aprecia que en el ciclo V-O, se presentó una mayor diversidad de taxones en comparación con el ciclo I-P, siendo



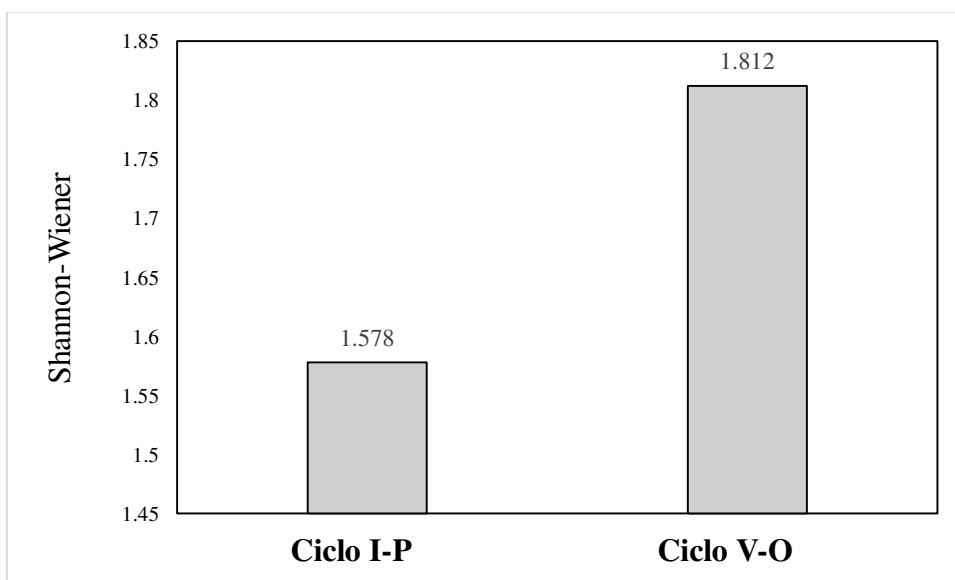
ordenes como Coleoptera y Hemiptera, los más representativos, así como Diptera e Hymenoptera, esto teniendo similitud con el trabajo de Márquez-Hernández *et al* (2016) para determinar la diversidad entomofaunística presente en principales agroecosistemas (frijol, maíz y avena) en el municipio de Santa Clara, Durango, encontrando como ordenes más diversos a Coleóptera, Díptera e Hymenoptera, por lo que en el estudio de (Piña-García y Leyte-Manrique, 2017) en seis cultivos para la localidad de Urireo, Salvatierra, tomando como referencia al cultivo de frijol, registraron siete ordenes, teniendo a Coleoptera y Hemiptera como los más diversos, y en familias, las más abundantes a Coccinellidae, Chrysomelidae y Pentatomidae.

**Cuadro 2.** Grupos taxonómicos presentes en *Phaseolus vulgaris* L., en el ciclo V-O = verano-otoño y I-P = invierno-primavera en San Nicolás de los Agustinos.

<b>Ciclo</b>	<b>Ordenes</b>	<b>Familias</b>	<b>Géneros</b>	<b>Especies</b>
<b>V-O</b>	9	25	35	37
<b>I-P</b>	8	24	29	31
<b>Total</b>	11	37	55	58

## 4.2 Riqueza de especies

Los insectos juegan distintos roles en los agroecosistemas, ya sea funcionalmente hablando, o, bien, a partir de sus redes tróficas, lo que conlleva a una alta diversidad de especies con importancia ecológica y económica en los agroecosistemas (Leyte-Manrique *et al.*, 2021). Autores como Paredes *et al.* (2011) mencionan que, para estimar la diversidad de especies, índices de riqueza como el de Shannon-Wiener pueden ser muy útiles-implementado en este estudio-por lo que los valores de riqueza a partir de este índice, mostraron un valor más alto encontrado en el ciclo verano-otoño en comparación con el ciclo invierno-primavera. Los valores de Shannon-Wiener indican que en el ciclo verano-otoño se tuvo una mayor riqueza de especies con un valor de 1.8, mientras que en el ciclo invierno-primavera se obtuvo una menor riqueza de especies con un valor de 1.5 (Figura 4). Estos valores de riqueza resultan más bajos que otros estudios en frijol, para el municipio de Salvatierra, como el trabajo de Piña-García (2017), quien registro un valor de 2.2. en la localidad de Urireo, lo cual puede ser explicado dado que en San Nicolás de los Agustinos se tiene una tenencia a un mayor uso de insecticidas químicos que de alguna manera repercuten en la perdida de diversidad de especies, a diferencia de Urireo, en el que su uso es menos común, permitiendo un valor más alto de riqueza de especies.

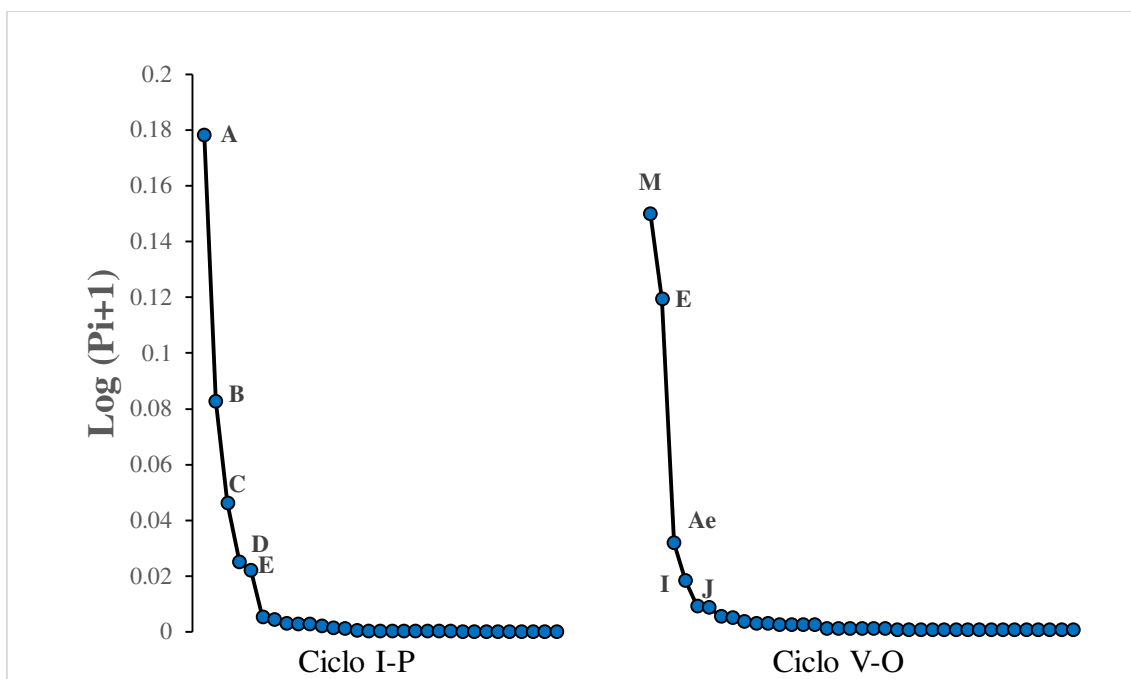


**Figura 4.** Valores de Shannon-Wiener para la riqueza de especies presentes en los ciclos. Ciclo I-P= invierno-primavera, Ciclo V-O= verano-otoño.

Para el sitio de estudio, las diferencias encontradas pueden ser explicadas debido a que en el ciclo V-O, resultado más favorable en el comportamiento, fisiología y supervivencia de los insectos, en la estación de temporal, y en la cual no se llevó a cabo aplicación de insecticidas durante su ciclo de cultivo, a diferencia del ciclo I-P. Por ejemplo, Jiménez-Sánchez *et al.* (2009), en un estudio similar, obtuvieron resultados con valores más altos en la época de lluvias, siendo el mes de julio el más alto en riqueza y el mes de agosto en abundancia mientras, que en el mes de abril se obtuvieron valores más bajos, justo al final de la época de sequía teniendo similitud con el presente estudio. Algo a destacar, es que durante el ciclo I-P se implementó un sistema de riego, que contradictoriamente a lo esperado, mostró una menor diversidad de especies que el ciclo de V-O, que coincidió con la estación de lluvias, lo que en términos generales proporciona mayor heterogeneidad ambiental y biológica (Guzmán-Mendoza *et al.*, 2022). Sin embargo, en el ciclo I-P, se presentaron pocas especies pero más abundantes, siendo un ejemplo de ello la mosquita blanca "*Bemisia tabaci*" a pesar de la aplicación de químicos como Cipermetrina, Malation e Imadacloprid, pueden hacer resistencia y tolerar este químico, lo que a su vez hace que sus poblaciones se mantengan incrementando a lo largo del cultivo (Zumbado-Arrieta y Azofeifa-Jiménez, 2018), pero, y sin embargo, causan una alta mortalidad en especies benéficas Carapia-Figueroa (2019). Por último, se pudo observar que ambos ciclos fueron representados por pocos órdenes, pero con familias muy abundantes, así como especies raras y poco abundantes. Las especies fitófagas fueron las más abundantes en comparación de los depredadores, polinizadoras, parasitoides, y sobre todo de los coprófagos (Piña-García y Leyte-Manrique, 2017). Esto puede ser a su mayor adaptabilidad de las especies de acuerdo a sus hábitos alimenticios, su reproducción y a diversos factores como el clima y la temperatura.

### 4.3. Composición: Curvas de rango-abundancia y/o Whitaker

Las curvas de rango-abundancia para ambos ciclos fueron representadas por pocas especies, presentándose principalmente insectos fitófagos en comparación a los benéficos en el cultivo de frijol (Figura 5).



**Figura 5.** Curvas de rango abundancia que indican como está compuesta la entomofauna de los ciclos de acuerdo con los valores de abundancia proporcional. Las especies se presentan de los mas a los menos abundantes. Las letras representan las especies. A= *Bemisia tabaci*, B= *Caliothrips phaseoli*, C= *Liriomyza* sp., E= *Empoasca kraemeri*, M= *Diabrotica balteata*, Ae= *Sphenarium purpurascens*, I= *Musca domestica* y J= *Hippodamia convergens*.

Los valores de abundancia representan las especies más abundantes para el ciclo invierno-primavera (I-P) los cuales fueron *Bemisia tabaci* (A), *Caliothrips phaseoli* (B), *Liriomyza* sp. (C), *Empoasca kraemeri* (E), y para el ciclo V-O, hubo menos abundancia de especies como *Diabrotica balteata* (M), *Empoasca kraemeri* (E), *Sphenarium purpurascens* (Ae), *Musca domestica* (I) e *Hippodamia convergens* (J). Esto puede tomar como referencia a la alta tasa reproductiva de las especies, adaptabilidad en su entorno, mayor puesta de huevos o a su resistencia a los insecticidas aplicados en el cultivo como lo realizado en este ciclo donde se implementaron (Cipermetrina, Malation, Imidacloprid) (Salas-Araiza *et al*, 2016). Finalmente, en ambos ciclos de producción se presentaron pocos órdenes y familias muy abundantes y muchos raros y pocos abundantes (Figura 5). En ambos ciclos las especies fitófagas fueron las más abundantes en comparación con los depredadores, parasitoides,

polinizadores y coprófagos. De acuerdo a varios autores (González, 2005; Murguido *et al.* 2002) se considera la aparición de este tipo de especies de insectos en el cultivo de frijol, ya que son plagas del mismo. Por lo contrario, a los insectos controladores biológicos, los cuales son más susceptibles a los cambios en su entorno, fueron observados en mayor abundancia durante la época reproductiva, en zonas con alta alimentación o forrajeo (Piña-García, 2017).

#### 4.4. Grupos funcionales y gremios tróficos

Entender el papel funcional y el trofismo de las comunidades de insectos es fundamental para valorar los roles e interacciones que se desarrollan en las comunidades de insectos presentes en los cultivos, ya sea de los insectos benéficos o perjudiciales y cuya presencia esta implícitamente relacionada la productividad de los cultivos (Espejo-González *et al.*, 2014; Leyte-Manrique *et al.*, 2021; Villada-Bedoya *et al.*, 2017), más allá de factores como el clima, suelo, nutrientes y agua (Zumbado-Arrieta y Azofeifa-Jiménez, 2018). En el presente estudio se caracterizaron cinco grupos funcionales: Fitófagos, depredadores, parasitoides, coprófagos y polinizadores, así como ocho gremios tróficos: omnívoros, insectívoros, frugívoros, herbívoros, nectarívoros, hematófagos, detritívoros, y carnívoros. Coincidiendo este estudio con el de Leyte-Manrique *et al.* (2021), sin embargo, este autor y colaboradores, los describen en cultivos de granos (maíz, sorgo y cebada), lo que, en ese sentido, indica que estos grupos son los más representativos en los agroecosistemas, y que sus cambios en composición y presencia-ausencia, tiene que ver con el tipo de cultivo y sistema de producción, así como con la estacionalidad. En el caso del presente estudio, fitófagos y depredadores representan la mayor cantidad de familias y especies, siendo su mayor diversidad en el ciclo V-O, con respecto al de I-P. (Ver Cuadro 3). En este sentido, en el presente estudio se encontraron fitófagos similares pertenecientes a los órdenes Coleoptera, Hemíptera y Orthoptera; encontrando como principales familias a Aphididae, Cicadellidae y Chrysomelidae, en tanto que para los insectos benéficos órdenes como Coleoptera, Dermaptera, Neuroptera e Hymenoptera, registraron a: Coccinellidae, Labiidae, Chrysopidae y Braconidae; teniendo similitudes con lo descrito por López-Arroyo *et al.* (2014) y Carapia-Figueroa (2019). De esta manera al conocer aspectos como la biodiversidad de las especies contribuye a la conservación de los hábitats naturales, con el fin de favorecer el suministro de servicios ecosistemáticos que brindan los insectos benéficos como las especies encontradas en este estudio, como por ejemplo; *Hippodamia convergens*, *Chrysoperla rufilabris*, y *Doru taeniatum*, dado que estas especies estuvieron presentes tanto para el ciclo V-O como para el ciclo I-P, siendo estas especies de gran importancia sobre la regulación de insectos plaga, debido a que contribuyen en la dinámica de los gremios tróficos ejemplo los fitófagos y enemigos naturales (depredadores y parasitoides; Díaz *et al.*, 2018; Cuadro 3; Anexos I).

**Cuadro 3.** Se muestran las especies por ciclo, y los grupos funcionales (GF) y gremios tróficos (GT) caracterizados en *Phaseolus vulgaris* L. En San Nicolás de los Agustinos. Ciclos: C-VO = verano-otoño, C-IP = invierno-primavera. La letra X, representa la presencia, - ausencia de la especie en ambos ciclos de producción. Grupos funcionales: Fitófago (A), Depredador (B), Polinizador (C), Coprófago (D), Parasitoide (E) y generalistas = Gremios tróficos: Omnívoro (P), Insectívoro (Q), Frugívoro (R), Herbívoro (S), Nectarívoro (T), Hematófago (W), Detritívoro (Y), y Carnívoro (Z).

Orden	Familia	Especie	C-VO	C-IP	GF	GT	Abundancia por especie	
<b>Coleoptera</b>	Cantharidae	<i>Philonthus</i> sp.	X	-	B	T	1	
	Carabidae	<i>Lebia histrionica</i>	X	-	B	Q	4	
	Chrysomelidae	<i>Acalymma</i> sp.	X	-	A	S	1	
		<i>Cerotoma trifurcata</i>	X	X	A	S	7	
		<i>Colaspis</i> sp.	-	X	A	S	1	
		<i>Diabrotica balteata</i>	X	X	A	S	300	
		<i>Diabrotica undecimpunctata</i>	X	X	A	S	6	
		<i>Lema confusa</i>	X	-	A	S	5	
		<i>Zygogramma piceicollis</i>	X	-	A	T	2	
	Coccinellidae	<i>Hippodamia convergens</i>	X	X	B	Q	47	
		<i>Scymnus loewii</i>	-	X	B	Q	5	
	Curculionidae	<i>Apion godmani</i>	X	-	A	R	5	
	Dryophthoridae	<i>Rhodoaenus</i> sp.	X	-	A	S	2	
	Melyridae	<i>Anthocomus equestris</i>	X	X	A	T	2	
<b>Dermaptera</b>	Forficulidae	<i>Doru taeniatum</i>	X	-	B	P	2	
<b>Diptera</b>	Agromizidae	<i>Liriomyza</i> sp.	-	X	A	S	541	
	Muscidae	<i>Musca domestica</i>	X	X	D	Z	62	
		<i>Stomoxys calcitrans</i>	-	X	E	W	33	
	Stratiomyidae	<i>Hermetia</i> sp.	-	X	E	Y	2	
	Syrphidae	<i>Allograpta</i> sp.	-	X	B	T	49	
	Ephemeridae	<i>Hexagenia</i> sp.	X	-	D	Y	1	
	<b>Ephemeroptera</b>	Isonychiidae	<i>Isonychia</i> sp.	-	X	D	Y	3
		Aleyrodidae	<i>Bemisia tabaci</i>	-	X	A	S	2445
		Aphididae	<i>Aphis gossypii</i>	-	X	A	S	2
			<i>Aphis</i> sp.	-	X	A	S	58
Aphrophoridae	<i>Cephus</i> sp.	-	X	A	S	1		
<b>Hemiptera</b>	Berytidae	<i>Neoneides</i> sp.	X	-	A	S	1	
	Cicadellidae	<i>Chlorogonalia</i> sp.	-	X	A	S	2	
		<i>Empoasca kraemeri</i>	X	X	A	S	471	
		<i>Paraulacizes</i> sp.	-	X	A	S	1	
		<i>Xiphon</i> sp.	X	-	A	S	1	
	Coreidae	<i>Acanthocephala femorata</i>	X	-	A	S	4	
		<i>Staluptus</i> sp.	X	-	A	S	1	
	Lygaeidae	<i>Lygaeus</i> sp.	-	X	A	S	3	
	Membracidae	<i>Antianthe</i> sp.	X	-	A	S	9	
Miridae	<i>Lygus</i> sp.	X	-	A	S	8		

		<i>Rhinacloa</i> sp.	-	X	A	S	2
	Pentatomidae	<i>Nezara viridula</i>	X	X	A	S	5
		<i>Edessa mediatubunda</i>	X	-	A	S	1
		<i>Halyomorpha halys</i>	X	-	A	R	2
		<i>Moromorpha</i> sp.	X	-	A	S	1
	Reduviidae	<i>Zelus</i> sp.	X	X	B	Q	2
		<i>Zelus luridus</i>	X	-	B	Q	2
	Rhyparochromidae	<i>Ligyrocoris</i> sp.	X	-	A	P	1
		<i>Neopamera</i> sp.	X	-	B	Q	14
	Apidae	<i>Apis mellifera</i>	-	X	C	T	2
<b>Hymenoptera</b>		<i>Bombus sonorus</i>	X	-	C	T	1
		<i>Xylocopa</i> sp.	X	-	C	T	1
	Braconidae	<i>Opius</i> sp.	X	-	E	Q	287
	Eulophidae	<i>Chrysonotomyia</i> sp.	X	-	E	Q	22
<b>Mantodea</b>	Mantidae	<i>Stagmomantis limbata</i>	X	X	B	Q	2
<b>Neuroptera</b>	Chrysophidae	<i>Chrysoperla rufilabris</i>	-	X	B	T	16
	Hemerobiidae	<i>Micromus</i> sp.	-	X	B	T	1
<b>Odonata</b>	Coenagrionidae	<i>Ischnura demorsa</i>	X	-	B	Z	1
<b>Orthoptera</b>	Gryllidae	<i>Grylloides sigillatus</i>	X	-	A	P	2
	Pyrgomorphidae	<i>Sphenarium purpurascens</i>	X	-	A	S	53
<b>Thysanoptera</b>	Thripidae	<i>Caliothrips phaseoli</i>	-	X	A	S	1012



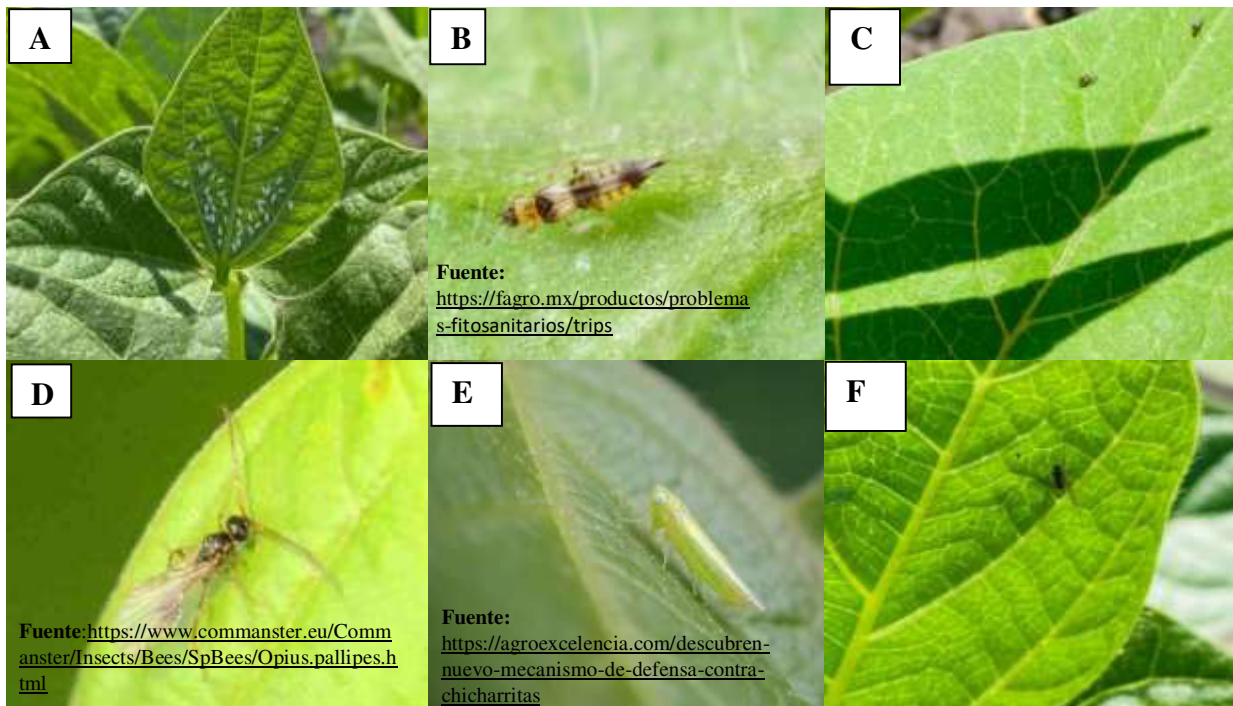
**Cuadro 4.** Grupos funcionales (GF) y Gremios tróficos (GT) caracterizados en *Phaseolus vulgaris* L., en los ciclos V-O =verano-otoño y I-P =invierno-primavera.

<b>GF y GT presentes en Ciclo V-O y Ciclo I-P.</b>	<b>Total</b>	<b>Tipos</b>
<b>Grupos funcionales (GF)</b>	5	Fitófagos, depredadores, parasitoides, coprófagos y polinizadores.
<b>Gremios tróficos (GT)</b>	8	Omnívoros, insectívoros, frugívoros, herbívoros, nectarívoros, hematófagos, detritívoros y carnívoros.

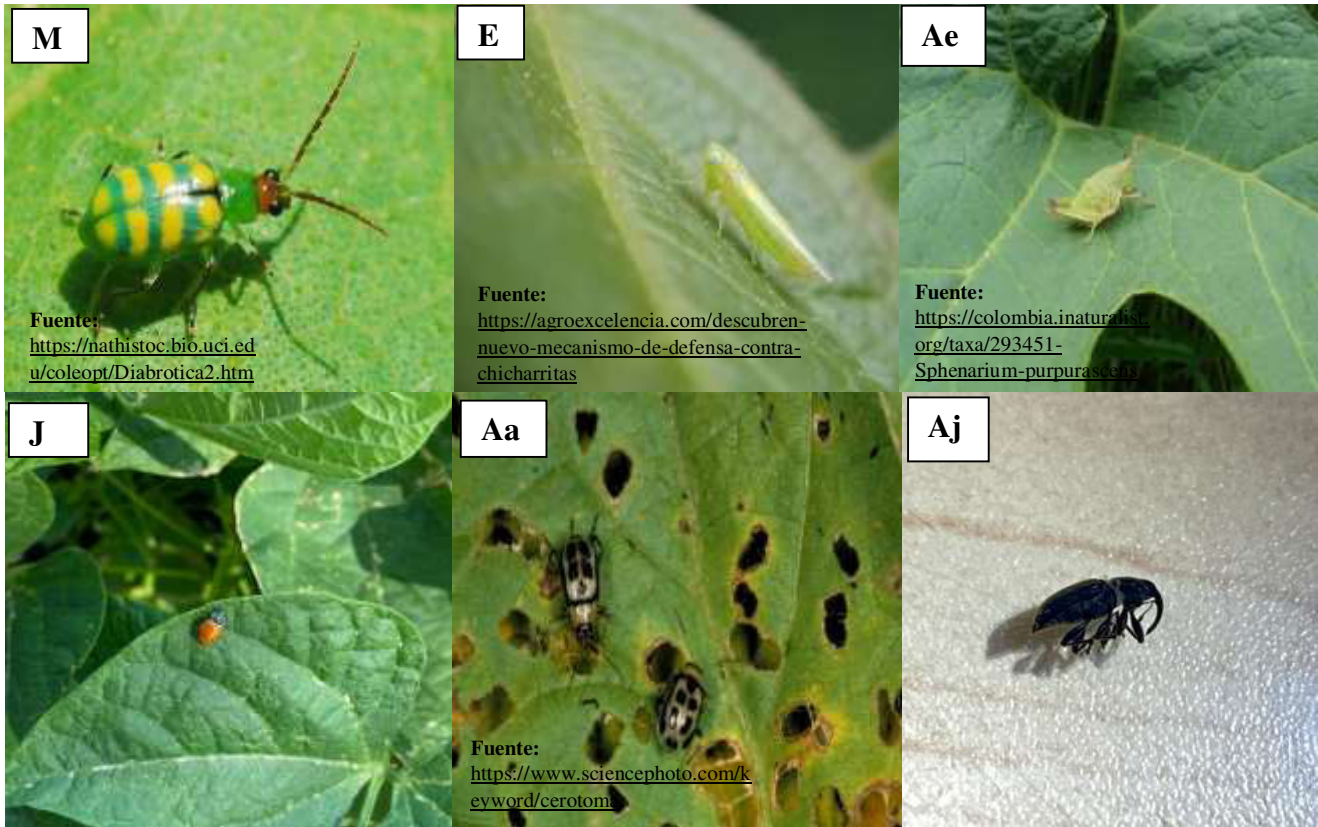
Por otra parte, y en relación a los grupos funcionales y gremios tróficos (Cuadro 4) en un trabajo por Ghigliione *et al.* (2021) grupos funcionales de insectos en cultivos de arroz destacaron la presencia de cinco GF depredadores, herbívoros, parasitoides, descomponedores y polinizadores teniendo como ordenes más diversos a Hemiptera, Coleoptera, Hymenoptera y Diptera, mostrando similitud con este estudio. Por otra parte, Iglesias-Galván., *et al* (2016) define la diversidad de insectos presentes en los bosques de Durango como especies importantes en los ecosistemas pudiéndose clasificar como fitófagos, parasitoides, saprófagos y polinizadores. Sin embargo, son escasos los estudios en el estado de Guanajuato Leyte-Manrique *et al.* (2021), analizaron los grupos funcionales y gremios tróficos en trigo, maíz y cebada en la comunidad de el Capulín por lo que definieron a los insectos fitófagos como claves en las cadenas tróficas siendo ello concordante con este estudio.

## Grupos funcionales presentes en cultivo de fríjol ciclo invierno-primavera y verano-otoño.

En las figuras 6 y 7 se muestran los insectos encontrados en cultivo de frijol para los ciclos I-P y V-O en la localidad de San Nicolás de los Agustinos, Salvatierra, Guanajuato.



**Figura 6.** Grupos representativos de la entomofauna a nivel de especie en el ciclo I-P= invierno-primavera. A= *Bemisia tabaci*, B= *Caliothrips phaseoli*, C= *Liriomyza* sp., Fitófagos; D= *Opius* sp. Parasitoide; E= *Empoasca kraemeri* y F= *Aphis* sp. Fitófagos.



**Figura 7.** Grupos representativos de la entomofauna a nivel de especie en el ciclo V-O= verano-otoño. M= *Diabrotica balteata*, E= *Empoasca kraemeri*, Ae= *Sphenarium purpurascens*, Fitófagos; J= *Hippodamia convergens*, Depredador; Aa= *Cerotoma trifurcata* y Aj= *Apion godmani*, Fitófagos.

## CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. Conclusiones

- ❖ La entomofauna para los dos ciclos de producción de *Phaseolus vulgaris* L. En San Nicolás de los Agustinos, está compuesta por 11 órdenes, 37 familias, 55 géneros y 58 especies. Siendo el ciclo verano-otoño, el más diverso, en comparación con el de invierno-primavera.
  
- ❖ Los grupos funcionales se caracterizaron a partir de su función ecológica en cinco grupos ecológicos: fitófagos, depredadores, polinizadores, coprófagos y parasitoides, y en ocho grupos tróficos: omnívoros, insectívoros, frugívoros, herbívoros, nectarívoros, hematófagos, detritívoros, y carnívoros, respectivamente.
  
- ❖ Al igual que otros estudios, los principales componentes de los grupos funcionales en insectos, son fitófagos, lo que resulta ser un patrón consistente, dado que existe una relación estrecha entre el alimento y refugio que las plantas de cultivos como frijol, y otras más como granos y hortalizas, entre otras, proporcionan a los fitófagos, los cuales tienen relaciones ecológicas con especies depredadoras, polinizadoras y parasitoides.
  
- ❖ Finalmente se puede decir que el conocimiento de la entomofauna, es la base para el reconocimiento y caracterización de grupos funcionales, que den la pauta para estudios más profundos acerca de interacciones biológicas insecto-insecto, o bien insecto-planta, con la finalidad de que ello permita implementar medidas de manejo, uso, combate y conservación de los insectos benéficos en cultivos como el de frijol.

## 5.2. Recomendaciones

- ❖ Considerar la importancia de las colecciones biológicas como acervo y registro de la entomofauna local dentro del municipio de Salvatierra, y llevar a cabo estudios puntuales de interacciones insecto-insecto, es decir, de especies co-antagónicas “presa-depredador-parasitoide” para un manejo agronómico más amigable con los agroecosistemas.
- ❖ Se recomienda que previo a la realización de aplicaciones de insecticidas, el agricultor mediante un asesor permita el monitoreo preventivo para detectar especies tanto perjudiciales (potencialmente plagas) como benéficas, dado que, por ejemplo, en este estudio y para frijol, se registraron y caracterizaron insectos de varios grupos funcionales, entre los que se incluyen a los depredadores, parasitoides, polinizadores y coprófagos.
- ❖ Los datos obtenidos en este estudio aportan información importante acerca de la entomofauna de Salvatierra, Guanajuato, en los sistemas agrícolas, permitiendo conocer la riqueza y abundancia de los insectos, así como reconocer los grupos funcionales presentes, para poder generar estrategias para el control de plagas en los cultivos y optar por métodos menos perjudiciales hacia el ambiente. Promoviendo una agricultura sustentable y viable, así como la generación de manuales y guías de las especies, que sean de utilidad a los productores y les ayuden a tomar decisiones sobre su manejo y combate.
- ❖ Por último, previo a realizar algún combate de plagas en el cultivo de frijol, debemos conocer que especies se encuentran presentes, ya que, de no ser así, difícilmente se lograra tener un manejo agroecológico.

## LITERATURA CITADA

- ✚ Aguilar-Aguilar, C.Y., S. Santana-Espinosa, L. Estrada-Rodríguez, J.L. Reyes Muñoz y C. Márquez Hernández. 2016. Diversidad entomofaunística de los Principales Agroecosistemas de Santa Clara Durango. Pp. 13-17. En: Valenzuela-Núñez, L.M., J.L. Estrada-Rodríguez, U. Romero-Méndez, C. García de la Peña, C. Marquez-Hernandez, J. Sánchez-Salas, G. Muro-Pérez, V. Avila-Rodriguez, J. Sáenz-Mata, G. Castañeda-Gaytán y J.R. Estrada-Arellano (Compiladores). Diversidad Biológica de la Comarca Lagunera. Universidad Juárez del Estado de Durango (UJED). México. 174p.
- ✚ Alves de Paiva, L., de Carvalho Resende, W., Teixeira Silva, C. L., de Sousa Almeida, A. C., Ribeiro da Cunha, P. C. y Gonçalves de Jesus, F. 2018. Resistance of common bean (*Phaseolus vulgaris*) cultivars to *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Revista Colombiana de Entomología*, 44(1), 12-18.
- ✚ Arias, J., Jaramillo, M., y Rengifo, T. 2007. Buenas prácticas agrícolas en la producción de frijol voluble (Manual técnico). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).
- ✚ Berriozabal-Islas, C. S. 2012. *Riqueza y diversidad herpetofaunística del bosque tropical, cafetales y potreros del municipio de Huehuetla, Hidalgo, México*. Tesis de Licenciatura. Mineral de la Reforma, Hidalgo, Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- ✚ Borror, D.J., y White, R. E. 1971. A field guide to the insects of American North of Mexico. 199. Houghton Mifflin Company. Boston, Mass.
- ✚ Brusca R. C. y Brusca G. J. 2002. Invertebrates. 2da Edición. Sinauer Associates, Inc., USA: 613 p.
- ✚ Carapia-Figueroa, I. 2019. *Entomofauna en cultivos agrícolas de la localidad de El Capulín, Salvatierra, Guanajuato*. Tesis de Licenciatura. Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable, Instituto Tecnológico Superior de Salvatierra. 65 p.
- ✚ Cervantes-Mayagoitia, J. F., Huacuja-Zamudio, A. H. 2017. Ácaros e insectos carpófagos de importancia agrícola y forestal en México. Una revisión general.

- Insectario, DPAA, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco. *Entomología Mexicana*, 4: 61-65.
- ✚ Cuéllar, M., y Morales, F. 2006. La mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius) como plaga y vectora de virus en frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). *Revista Colombiana de Entomología*, 32(1): 1-9.
  - ✚ De la Cruz-Lozano, J. 2005. *Entomología morfología y fisiología de los insectos*. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias. 220 p.
  - ✚ Díaz, L.J., Moreno, F. y Jaramillo, C. 2018. Estudio de la diversidad funcional entomológica asociada a agroecocultivos con manejo agroecológico. *Cuadernos de Agroecología*, 13(1): 1-6.
  - ✚ Espejo-González, D, Hidalgo-Martin, J, Santamaría-Galindo, M. y Fernández, J. 2014. Insectos asociados entre un cultivo de curuba y un fragmento de bosque alto andino de la sabana de Bogotá. *Inventum*, 9(16): 9-16. <https://doi.org/10.26620/uniminuto.inventum.9.16.2014.9-16>
  - ✚ García, E. 2004. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. 5ta. Edición. Universidad Nacional Autónoma de México. Distrito Federal, México.
  - ✚ Ghigliione, C., Zumoffen, L., Dalmazzo, M. D. L. M., Strasser, R., y Attademo, A. M. 2021. Diversidad y grupos funcionales de insectos en cultivos de arroz y sus bordes bajo manejo convencional y agroecológico en Santa Fe, Argentina. *Ecología Austral*, 31:261-276.
  - ✚ Google Earth Pro. 2023. Región México/Guanajuato, Salvatierra <https://www.google.com/earth/about/versions/> . Consultado junio 2023.
  - ✚ Guzmán-Mendoza, R. 2010. Los insectos: antiguos constructores del mundo. *Elementos*, 79: 29-33.
  - ✚ Guzmán-Mendoza, R., Hernández-Hernández, V., Salas-Araiza, M. D., y Núñez-Palenius, H. G. 2022. Diversidad de especies de plantas arvenses en tres monocultivos del Bajío, México. *Polibotánica*, (53): 69-85.
  - ✚ Hernández-López, V. M., Vargas-Vázquez, M. L. P., Muruaga-Martínez, J. S., Hernández-Delgado, S., y Mayek-Pérez, N. 2013. Origen, domesticación y



- diversificación del frijol común: Avances y perspectivas. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 36(2): 95-104.
- ✚ Iglesias-Galván, J. A., C. Márquez-Hernández, V. Avila-Rodriguez, S. Santana-Espinoza y J.L. Reyes-Muñoz. 2016. Diversidad de insectos de los bosques de Durango, México. Pp. 32-35. En: Valenzuela-Núñez, L.M, J.L. Estrada-Rodríguez, U. Romero-Méndez, C. García de la Peña, C. Márquez-Hernández, J. Sánchez-Salas, G. Muro-Pérez, V. Avila-Rodriguez, J. Sáenz-Mata, G. Castañeda-Gaytán y J.R. Estrada-Arellano (Compiladores). *Diversidad Biológica de la Comarca Lagunera*. Universidad Juárez del Estado de Durango (UJED). Mexico.174p.
  - ✚ INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2018. XII Censo General de Población y Vivienda. México: INEGI.
  - ✚ Jiménez-Sánchez, E., Zaragoza-Caballero, S., y Noguera, F. A. 2009. Variación temporal de la diversidad de estafilínidos (Coleoptera: Staphylinidae) nocturnos en un bosque tropical caducifolio de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 80(1):157-168.
  - ✚ Krebs, J. 1999. *Ecological Methodology*. 2nd., edition, Benjamin Cummings, Menlo Park, 620 p.
  - ✚ Leyte-Manrique, A., Guzmán-Mendoza, R., y Salas-Araiza, M. D. 2021. Composition and Functional Groups of Insects in Grain Crops from South-Ern Guanajuato. *Entomology and Applied Science Letters*, 8(4):1-11.
  - ✚ Leyte-Manrique, A. Morales-Castorena, J.P., y Escobedo-Morales, L.A. 2016. Variación estacional de la herpetofauna en el cerro del Veinte, Irapuato, Guanajuato, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 87:150–155.
  - ✚ López Lule, G. 2016. Representaciones sociales de la problemática agropecuaria en el municipio de Salvatierra, Guanajuato. 21º Encuentro Nacional sobre Desarrollo Regional en México: AMECIDER. Mérida, Yucatán, 26 p.
  - ✚ López-Arroyo, J. I. et al 2014. Importancia de los insectos benéficos para el control de plagas en México. Pp.19 En: Héctor González Hernández, Esteban Rodríguez Leyva y J. Refugio Lomelí Flores (Eds.). *Memorias XXV Curso Nacional de Control*



Biológico, Mérida, Yucatán, México. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Edo. de México. Sociedad mexicana de control biológico.

- ✚ Márquez-Luna, J. 2005. Técnicas de colectas y preservación de insectos. *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa*, 1(37): 385-408.
- ✚ Martínez-Aguirre, C.E., Ramos-Patlán, F. D., Salas-Araiza, M.D., Leyte-Manrique, A., y Guzmán-Mendoza, R. 2020. Efecto de la heterogeneidad vegetal sobre la diversidad de acrídidos en un agroecosistema de maíz. *Agroecología. Revista Entomología Mexicana*, 7(3): 67-72.
- ✚ Martínez-Jaime, O. A., Salas-Araiza, M. D., Bucio-Villalobos, C. M., Cabrera-Oviedo, A. C., y Navarro-López, F. A. 2016. Atracción de insectos-plaga por trampas de colores en jitomate, cebolla y maíz en la región de Irapuato, Guanajuato. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 1(1): 342-347.
- ✚ McGavin, G. C. 2000. Manuales de identificación de insectos, arañas y otros artrópodos terrestres. Ediciones Omega, S.A., Barcelona. 256 p.
- ✚ Medan, D. (2008). Insectos polinizadores: diversidad global e importancia local de la polinización entomófila. En L. E. Claps, G. Debandi y S. Roig Juñent (Dir.). *Biodiversidad de Artrópodos Argentinos*. Vol. 2, pp: 53-61, SEA.
- ✚ Moreno, E.C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. Vol. 1. Zaragoza: M y T- Manuales y Tesis SEA. España, 84.
- ✚ Murguido Morales, C.A., Vázquez Moreno, L., Elizondo, A.I., Neyra M., Velázquez Y., Pupo, E., Toledo, C. 2002. Manejo integrado de plagas de insecto en el cultivo del frijol. *Fitosanidad*, 6 (3), 29-39.
- ✚ Nájera Rincon, M. y Souza, B. 2010. *Insectos benéficos guía para su identificación*. Minas Gerais, Brasil. Instituto Nacional de Investigaciones forestales, agrícolas y pecuarias (INIFAP). 75 p.
- ✚ Navarrete-Heredia, J. L. 2016. Insecto. Pp. 35-39. En: Cortes-Aguilar, J., D. Cortes-Alvarado, M. García de Alba, F. de M. López-Sáenz, A. Martínez-Martínez, E.M. Navarrete-Heredia, J. Pujade-Villar y G.A. Quiroz-Rocha (Compiladores).

Entomología cultural primera eclesis. Centro de Estudios en Zoología. CUCBA. Universidad de Guadalajara. México. 127 p.

- ✚ Paredes, J.R., Arias, M., Flowers, W.R., Medina, M., Herrera, P. y Peralta, E.L. 2011. *Medición de la Biodiversidad Alfa de Insectos en el Bosque “Cruz del Hueso” de Bucay, Guayas-Ecuador* [presentación de la conferencia]. Congreso binacional de biotecnología, Piura, Perú. <https://docplayer.es/23392513-Medicion-de-labiodiversidad-alfa-de-insectos-en-el-bosque-cruz-del-hueso-de-bucay-guayasecuador.html>
- ✚ Piña-García, A. 2017. *Entomofauna asociada a cultivos agrícolas en la comunidad de Urireo, Salvatierra, Guanajuato*. Tesis de Licenciatura. Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable. Instituto Tecnológico Superior de Salvatierra. 56 p.
- ✚ Piña-García, J.A., y A, Leyte-Manrique. 2017. Diversidad, Riqueza y Composición de la Entomofauna en Cultivos Hortícolas de Urireo, (Salvatierra, Guanajuato). *Jóvenes en la Ciencia. Revista de Divulgación Científica*, 3(2): 55- 59.
- ✚ Reinoso Sánchez, B., Boto Fidalgo, J. A., González Morala, M. y Campelo Rodríguez, M. P. 2022. Variedades locales de alubia o judía grano (*Phaseolus vulgaris* L.) de la Provincia de León. Segunda. León: Universidad de León. 59 p.
- ✚ Rodríguez, A., Suárez, S. y Palacio, D. 2014. Efectos de los plaguicidas sobre el ambiente y la salud. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 52(3), 382-387.
- ✚ Rodríguez-del-Bosque, L. A. y H. C. Arredondo-Bernal (eds.). 2007 *Teoría y Aplicación del Control Biológico*. Sociedad Mexicana de Control Biológico, México. 303 p.
- ✚ Rodríguez-Diego, J.G., Arece, J., Olivares, J.L. y Roque, E. 2009. Origen y Evolución de artrópoda. Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA). *Revista de Salud Animal*, 31(3): 137-142.
- ✚ Rodríguez-Vélez, Beatriz, Suaste-Dzul, Alba, Gallou, Adrien, Rodríguez-Vélez, José Manuel, Sarmiento-Cordero, Mariza Araceli, y Arredondo-Bernal, H. C. 2019. Pulgones (Hemiptera: Aphididae) y sus parasitoides (Hymenoptera) en cultivos de

sorgo en los estados de Colima y Tamaulipas, México. *Acta Zoológica Mexicana (Nueva Serie)*, 35:e3501085.

- ✚ Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Editorial Limusa, México, D.F.
- ✚ Salas-Araiza M. D., E. Salazar-Solís y A. Marín-Jarillo. 2002. Manual para la Determinación y Control de Insectos Plaga de los Cultivos en El Bajío. Universidad de Guanajuato. Instituto de Ciencias Agrícolas. Irapuato, Gto. 141 p.
- ✚ Salas-Araiza, M. D. 2018. Enemigos naturales asociados con el gusano elotero en sorgo y maíz, en Irapuato, Guanajuato, México. *Southwestern Entomologist*, 43(3):715-722.
- ✚ Salas-Araiza, M. D., Guzman-Mendoza, R., Huerta-Arredondo, I. A., y Leyte-Manrique, A. 2023. Weeds as Reservoirs of Beneficial Insects to Control Pests in Crops. *Southwestern Entomologist*, 48(1), 57-67.
- ✚ Sánchez-Flores, P. S., Alvariano, L., y Iannacone, J. 2019. Diversidad de insectos terrestres en cuatro comunidades vegetales del Área de Conservación Regional (ACR) Humedales de Ventanilla, Callao, Perú.
- ✚ Sierra-Baquero, P. V., Sánchez, T., y Rubiano-Rodríguez, J. A. 2022. Diversidad de la entomofauna asociada a diferentes cultivos en parcelas colindantes en el departamento del Cesar, Colombia. *Revista Chilena de Entomología*, 48(3): 615-627.
- ✚ Stork, N. E. 2018. How many species of insects and other terrestrial arthropods are there on Earth?. *Annual Review of Entomology*, 63: 31-45.
- ✚ Ulloa, J. A., Rosas Ulloa, P., Ramírez Ramírez, J. C., y Ulloa Rangel, B. E. 2011. El frijol (*Phaseolus vulgaris*): su importancia nutricional y como fuente de fotoquímicos. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), 3(8):1-3.
- ✚ Van Driesche, R., Hoddle, M., Center, T. D., Ruíz, C. E., Coronada, B. J., y Manuel, A. J. 2007. Control de plagas y malezas por enemigos naturales (No. 632.96 V33). US Department of Agriculture, US Forest Service, Forest Health Technology Enterprise Team, 3-46.

- ✚ Vanegas, J.A. 2017. *Establecimiento de una hectárea de fríjol (Phaseolus vulgaris) variedad cargamanto rojo en el municipio de Rioblanco Tolima para la comercialización en grano seco*. Tesis de pregrado, Universidad de La Salle. 74 p.
- ✚ Viejo-Montesinos, J. L., y Ornos-Gallego, C. 1997. Los insectos polinizadores: una aproximación antropocéntrica. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 20, 71-74.
- ✚ Villada-Bedoya, S., Bautista, F. O., Dias, L. G., & Varón, J. V. E. 2017. Diversidad de insectos acuáticos en quebradas impactadas por agricultura y minería, Caldas, Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 65(4):1635-1659.
- ✚ Vite-Silva, V.D., Ramírez-Bautista, A., y Hernández-Salinas, U. 2010. Diversidad de anfibios y reptiles de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, Hidalgo, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 81(2):473-485.
- ✚ Zumbado-Arrieta, M. A., y Azofeifa-Jiménez, D. 2018. Insectos de Importancia Agrícola. Guía Básica de Entomología. Heredia, Costa Rica. Programa Nacional de Agricultura Orgánica (PNAO). 204 p.

## Anexo I

Se muestran fichas con información de algunas especies de importancia ecológica y económica que se identificaron de la entomofauna en San Nicolás de los Agustinos, Salvatierra, Gto. Especies (fitófagas) e insectos benéficos (depredadores) encontrados en el cultivo de frijol en ambos ciclos.

**Fuentes:** Borrór y White (1971), MacGavin (2000) y Zumbado-Arrieta y Azofeifa-Jiménez (2018).

### *Bemisia tabaci* (Fitófago).



**Importancia:** es la especie más relevante y ampliamente distribuida. Los adultos y ninfas se alimentan succionando la savia de las plantas, a la vez transmiten virus y toxinas que debilitan los cultivos. Se ubican en el envés de las hojas.

**Biología:** metamorfosis incompleta y compleja, las alas se desarrollan internamente durante la metamorfosis. Tienen un complejo de enemigos naturales compuesto por depredadores, parasitoides y hongos entomopatógenos que son utilizados para su control. Entre los depredadores tenemos a los Syrphidae (Dip.), Coccinellidae (Col.), Chrysopidae (Neu.), Anthocoridae, Miridae (Hem.).

**Identificación:** tamaño pequeño, 1-3 mm, blancuzcos. Ojos compuestos generalmente rojos y en forma de reloj de arena. Alas anteriores membranosas, cubiertas con una capa de gránulos de cera, generalmente de color blanco. Alas anteriores y posteriores casi del mismo tamaño.

***Diabrotica balteata*** (Fitófago).



**Importancia:** es una plaga importante de cultivos. Los adultos provocan daño en la parte aérea de la planta, se alimentan del follaje, flores, yemas y vainas, provocando agujeros irregulares y pueden defoliar plántulas. Además, pueden transmitir el virus del mosaico rugoso del frijol y otros.

**Biología:** fitófagos, los adultos se alimentan de flores y hojas, las larvas se alimentan de hojas y raíces, otras son minadoras de hojas y tallos. Se conocen enemigos naturales de *Diabrotica balteata* depredadores como Reduviidae, Anthocoridae (Hem.), Forficulidae (Derm.), Carabidae y Coccinellidae (Col.), entre otros. Además, son parasitados por Braconidae (Hym.) y Tachinidae (Dip.).

**Identificación:** tamaño pequeño a mediano, 1-10 mm, forma y color variables, generalmente alargados. Antenas cortas, rara vez más largas que la mitad del cuerpo, generalmente con 11 segmentos, filiformes o aserradas. Ojos generalmente sin muesca. Pronoto más angosto que los élitros. Son un grupo muy diverso y abundante.

***Liriomyza* sp. (Fitófago).**



**Importancia:** plaga importante de cultivo especie minadora de hojas, se desarrolla en más de nueve familias de plantas, si bien prefiere remolachas, garbanzos, frijoles y plantas ornamentales.

**Biología:** las larvas de muchas especies son minadoras de hojas, la forma de las minas o túneles son característicos de cada especie. Otras se desarrollan en tallos, raíces, semillas y flores. Los agromícidos son naturalmente controlados por avispitas parasitoides, sin embargo, el uso intensivo e indiscriminado de insecticidas químicos ha afectado negativamente a estos enemigos naturales. El control biológico de *Liriomyza* ha sido ampliamente estudiado, incluyendo parasitoides de huevos y larvas como Encyrtidae, Eulophidae y Braconidae (Hym.) y depredadores Miridae (Hem.). En cultivos abiertos de tomate, cucurbitáceas y papa el control biológico por conservación ha mostrado excelentes resultados.

**Identificación:** tamaño pequeño, 2-4 mm de largo. Cuerpo moderadamente delgado; color generalmente negro y/o amarillo, café o gris. Vibrisas orales presentes. Alas con vena costal (C) con interrupción subcostal, vena subcosta (Sc) debilitada hacia el ápice; a veces incompleta o fundiéndose con R1. Celda anal presente, pequeña.

*Empoasca kraemeri* (Fitófago).



**Importancia:** la mayoría son plagas de poca importancia de cultivos. *Empoasca* sp., conocida como “lorito verde”, importante en el cultivo de frijol; se alimenta sobre hojas, yemas y peciolo, provocando encrespamiento de las hojas, clorosis y necrosis del borde de las hojas.

**Biología:** se alimentan de la savia del xilema, floema o del tejido interno de las hojas, transmiten virus y bacterias fitopatógenas. Son conocidos como saltahojas, sus patas traseras están adaptadas para saltar rápidamente cuando son molestados.

**Identificación:** tamaño pequeño a mediano, 2-20 mm. Cuerpo delgado, lados paralelos o punteado posteriormente, de colores vistosos. Tibias posteriores con una o más filas de pequeñas espinas.



*Aphis gossypii* (Fitófago).



**Importancia:** Provocan dos tipos de daño a los cultivos, uno directo, por la perforación del tejido y succión de savia, debilitando la planta; otro indirecto, por la transmisión de virus, varias especies importantes tales como *Aphis fabae* (leguminosas), *Aphis gossypii* (polífaga: algodón, lechuga, espinaca, remolacha, frijol, zanahoria, solanáceas, cucurbitáceas).

**Biología:** los áfidos se reproducen únicamente por partenogénesis: no existen machos y las hembras para reproducirse hacen réplicas de sí mismas. Además, no ponen huevos, sino que paren ninfas diminutas (viviparidad). Algunas especies son específicas de plantas en un solo género o de géneros relacionados. Sin embargo, muchas especies son polífagas, alimentándose de una gran diversidad de plantas de diferentes familias, haciendo más difícil su control. Tienen varios enemigos naturales: los depredadores Syrphidae (Dip.), Coccinellidae (Col.) y Chrysopidae (Neu.), y las avispitas parasitoides Braconidae y Aphelinidae (Hym.).

**Identificación:** cuerpo suave, globoso, pequeño, 4-8 mm, coloración variable dentro de la misma especie. Ojos compuestos y tres ocelos presentes. Alados y ápteros, alas con cuatro a seis venas alcanzando al margen posterior. Tarsos con dos segmentos. Poseen un par de tubos llamados sifúnculos en la parte distal y dorsal del abdomen, que utilizan para excretar sustancias de defensa.

*Hippodamia convergens* (Depredador).



**Importancia:** La mayoría son enemigos naturales de áfidos (Aphididae), mosca blanca (Aleyrodidae), escamas (Pseudococcidae) y ácaros (Ara: Acari). Muchas especies son utilizadas en control biológico, se alimentan de aprox. 300 pulgones durante su ciclo de vida que dura 17-21 días.

**Biología:** muchos son depredadores voraces generalistas que en ausencia de presas pueden depredar huevos y larvas de su misma especie, lo que dificulta la crianza masiva en programas de control biológico. Las larvas son alargadas, coloridas, con bandas y frecuentemente con proyecciones como espinas. Los adultos y larvas suelen encontrarse sobre la vegetación especialmente cerca de colonias de pulgones y escamas. En programas de control biológico por conservación es importante proveer plantas hospederas de presas alternativas para evitar que los coccinélidos se alejen de los cultivos en busca de alimento.

**Identificación:** tamaño 0,9-11 mm de longitud. Cuerpo ovalado o casi esférico, colores llamativos, con el dorso muy convexo y el vientre plano. Cabeza parcial o totalmente escondida por el pronoto, el cual es corto. Antenas claviformes cortas a muy cortas, con una maza de uno a seis segmentos. Fórmula tarsal aparentemente 3-3-3, en realidad 4-4-4, por un tercer tarsómero diminuto.

*Chrysoperla rufilabris* (Depredador).



**Importancia:** son insectos benéficos depredadores de diversas plagas de cultivos, principalmente pulgones, araña roja (ácaros) y huevos de mariposa; se encuentran de manera natural en los agroecosistemas, especialmente asociados a pastizales, debido a que se alimentan del polen de las gramíneas.

**Biología:** larva de forma variable; depredadoras de Sternorrhyncha (Hem.), pero también se alimentan de larvas y huevos de otros insectos y de ácaros. La pupa se desarrolla dentro de un capullo redondo característico. A menudo las larvas se camuflan con pequeños fragmentos y parecen basurillas ambulantes (“mulitas”). Las hembras de *Chrysoperla* ponen sus huevos de manera solitaria, mientras que *Ceraeochrysa* los pone agrupados; ambas cerca de las secreciones azucaradas de “homópteros”. La principal estrategia para atraer crisopas adultas a las áreas de cultivo consiste en proveer vegetación nativa con abundantes flores. Es importante reconocer sus huevos ya que se pueden confundir con hongos y ser eliminados por error.

**Identificación:** las crisopas son fáciles de reconocer por su apariencia característica, generalmente de color verde, aunque pueden ser grises, amarillas, café o negras. Tamaño mediano, 8-40 mm. Se caracterizan por presentar una amplia área costal en las alas, en la que se ubican una serie de venas transversales, las cuales no se bifurcan.

***Doru taeniatum*** (Depredador).



**Importancia:** las tijeretas son ampliamente reconocidas como insectos benéficos debido a que depredan plagas agrícolas como áfidos, escamas y ácaros; se han reproducido exitosamente para controlar áfidos en plantaciones de manzanas en Europa. Las especies omnívoras pueden llegar a ser un problema cuando las poblaciones son muy grandes.

**Biología:** metamorfosis incompleta. La hembra anida en el suelo, vigila y defiende sus huevecillos y ninfas jóvenes. Presentan diferentes hábitos: la mayoría son omnívoros alimentándose de insectos y materia en descomposición, otras especies son exclusivamente carnívoras.

**Identificación:** partes bucales masticadoras. Ojos compuestos presentes, ocelos ausentes. Alas anteriores acartonadas (tegminas o élitros), mucho más cortas que el abdomen. Alas posteriores membranosas plegadas bajo las tegminas. Cercos en forma de pinzas. Se confunden con los coleópteros de la familia Staphylinidae, pero estos no tienen cercos.

*Allograpta* sp. (Depredador/polinizador).



**Importancia:** la mayoría de larvas de la subfamilia Syrphinae son depredadoras de "homópteros" de cuerpo blando como mosca blanca (Aleyrodidae) y pulgones (Aphididae) (Hem.); además pueden alimentarse de moscas adultas pequeñas y larvas de lepidópteros. Son ampliamente utilizados para el control de áfidos en cultivos abiertos y protegidos (invernaderos) Se han utilizado en estrategias de control biológico por conservación muy efectivas debido a la dependencia de los adultos por el recurso florístico.

**Biología:** metamorfosis completa. Las larvas presentan hábitos alimenticios muy variados: en general se encuentran y desarrollan en sustratos húmedos o líquidos y ricos en nutrientes. Existen larvas depredadoras (Syrphidae). Los adultos de varias familias visitan flores en busca de polen y néctar.

**Identificación:** tamaño pequeño a grande, 0.5-55 mm. Cuerpo de forma variable. Partes bucales lamedoras o chupadoras, a veces modificadas para perforar. Antenas con 3-39 segmentos, de forma variable: filiformes, plumosas, estiladas o aristadas. Ojos compuestos generalmente grandes, ocelos a menudo presentes. Protórax sumamente reducido y casi invisible, mesotórax grande, un par de alas y un par de halterios o balancines, tarsos generalmente con cinco segmentos, con dos uñas y a menudo con almohadillas, larvas generalmente vermiformes (tipo gusano), sin patas, con cápsula cefálica presente, reducida o ausente.