



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
CARRERA DE AGROPECUARIA**

**LEVANTAMIENTO DE ENTOMOFAUNA ASOCIADA AL  
CULTIVO DE MAÍZ BAJO DOS SISTEMAS DE MANEJO**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Requisito parcial para la obtención del título de:

**INGENIERO AGROPECUARIO**

**Autor:** Erwing Steven Malavé López.

**LA LIBERTAD, JULIO 2024**



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
CARRERA DE AGROPECUARIA**

**LEVANTAMIENTO DE ENTOMOFAUNA ASOCIADA AL  
CULTIVO DE MAÍZ BAJO DOS SISTEMAS DE MANEJO**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Requisito parcial para la obtención del título de:

**INGENIERO AGROPECUARIO**

**Autor:** Erwing Steven Malavé López

**Tutora:** Ing. Nadia Quevedo Pinos, Ph.D

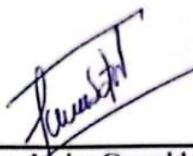
## TRIBUNAL DE GRADO

Trabajo de Integración Curricular presentado por **ERWING STEVEN MALAVÉ LÓPEZ** como requisito parcial para la obtención del grado de Ingeniero/a Agropecuario de la Carrera de Agropecuaria.

Trabajo de Integración Curricular **APROBADO** el: 16/07/2024 (Día, mes, año)



Ing. Nadia Rosaura Quevedo Pinos,  
Ph.D.  
**DIRECTORA DE CARRERA  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**



Blog. Javier Oswaldo Soto  
Valenzuela, Ph.D.  
**PROFESOR ESPECIALISTA  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Ing. León Mejía Angel, Ph.D.  
**PROFESOR DESIGNADO  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Ing. Nadia Rosaura Quevedo Pinos,  
Ph.D.  
**PROFESORA GUÍA DE LA UIC  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Ing. Washington Perero Vera, MSc.  
**ASISTENTE ADMINISTRATIVO  
SECRETARIO**

## **AGRADECIMIENTOS**

Esta investigación no habría sido posible sin la colaboración de muchas personas e institución a quienes deseo expresar mi más sincero agradecimiento.

En primer lugar, quiero agradecer a dios por darme salud y fuerza para poder realizar mi trabajo de titulación, a la UPSE por proporcionar los recursos y el apoyo necesario para llevar a cabo este proyecto, a mi tutora la ingeniera Nadia Quevedos, le extiendo mi más profunda gratitud por ser una guía excepcional que a pesar de sus ocupaciones académicas me brindó su apoyo con consejos invaluable que fueron fundamentales para realizar esta investigación.

No puedo dejar de agradecer a mis padres Wilson Malavé y Jannet López por brindarme su amor incondicional, comprensión y apoyo durante todos estos años de estudio, a mi tío Manuel López por apoyarme económicamente gracias a él puede trasladarme al lugar de mis estudios su confianza en mí me ha dado fuerza para superar los desafíos y perseverar mis objetivos académicos.

Finalmente, a mí amigo José Alejandro V, por su apoyo incondicional ya que ha estado a mi lado en los momentos difíciles y ha compartido conmigo los logros y alegrías de este camino le doy gracias por su amistad y compañía.

A todos ustedes, mi más sincero agradecimiento

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo de titulación a mi familia, gracias a ellos por apoyarme y acompañarme en las noches de desvelo, cuya constancia guía y apoyo han sido fundamentales para alcanzar mis metas este logro es tanto mío como suyo.

## RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo determinar la diversidad de la entomofauna asociada al cultivo de maíz en dos sistemas de manejo diferentes, en el Centro de Apoyo Manglaralto con el fin de obtener información de las especies presentes en este campo. Las colectas de insectos se realizaron con red entomológica, entre noviembre de 2023 a febrero 2024, los especímenes recolectados fueron preservados en frascos con alcohol al 70%, para su posterior identificación en el laboratorio. Utilizando claves taxonómicas, se clasificaron los insectos hasta nivel de especie, y se determinaron la abundancia, índices de biodiversidad y análisis de fauna correspondientes. Se recolectaron un total de 2014 insectos en ambos sistemas de cultivo, de los cuales 1200 fueron del sistema asociado y 814 del sistema convencional. Se identificaron 21 familias en el sistema asociado y 19 en el convencional; siendo Coleóptera el orden más prevalente encontrado en ambos agroecosistemas, con una diversidad media en el índice de Shannon. El sistema de manejo asociado exhibió una mayor abundancia de insectos y un mayor número de familias en comparación con el sistema convencional. En términos de biodiversidad, ambos agroecosistemas fueron moderadamente diversos y similares. El análisis de fauna reveló que las familias dominantes fueron Coccinellidae dentro del orden Coleóptera, así como algunas del orden Hymenóptera. Se observó un predominio de insectos fitófagos en el agroecosistema convencional y de insectos benéficos en el asociado; y que, ambos sistemas comparten una biodiversidad de insectos similar y común en términos de insectos presentes.

**Palabras claves:** Entomofauna, Depredador, Fitófago

## ABSTRACT

The objective of this study was to determine the diversity of the entomofauna associated with maize cultivation in two different management systems at the manglaralto support center in order to obtain information on the species present in this field. insect collections were carried out with an entomological net between november 2023 and february 2024. the collected specimens were preserved in flasks with 70% alcohol for later identification in the laboratory. using taxonomic keys, the insects were classified to species level, and the corresponding abundance, biodiversity indices and faunal analyses were determined. a total of 2014 insects were collected in both cropping systems, of which 1200 were from the associated system and 814 from the conventional system. twenty-one families were identified in the associated system and 19 in the conventional system; coleoptera being the most prevalent order found in both agroecosystems, with a medium diversity in the shannon index. the associated management system exhibited a higher abundance of insects and a greater number of families compared to the conventional system. in terms of biodiversity, both agroecosystems were moderately diverse and similar. faunal analysis revealed that the dominant families were coccinellidae within the order coleoptera, as well as some of the order hymenoptera. A predominance of phytophagous insects was observed in the conventional agroecosystem and of beneficial insects in the associated one; and that, both systems share a similar and common insect biodiversity in terms of insects present.

Key words: Entomofauna, Predator, Phytophagous.

## DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

El presente Trabajo de Integración Curricular titulado “**LEVANTAMIENTO DE ENTOMOFAUNA ASOCIADA AL CULTIVO DE MAIZ BAJO DOS SISTEMAS DE MANEJO**” y elaborado por **Erwing Steven Malavé López**, declara que la concepción, análisis y resultados son originales y aportan a la actividad científica educativa agropecuaria.

### Transferencia de derechos autorales.

"El contenido del presente Trabajo de Graduación es de mi responsabilidad; el patrimonio intelectual del mismo pertenece a la Universidad Estatal Península de Santa Elena".

A handwritten signature in blue ink, consisting of stylized, overlapping lines that form the name 'Erwing Malavé'. The signature is positioned above a horizontal line.

Firma del estudiante



## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>Problema Científico</b> .....	<b>2</b>
<b>Justificación</b> .....	<b>2</b>
<b>Objetivos</b> .....	<b>2</b>
Objetivo General: .....	2
Objetivos Específicos: .....	2
<b>Hipótesis</b> .....	<b>3</b>
<b>CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>4</b>
<b>1.1 Origen y distribución</b> .....	<b>4</b>
<b>1.2 Descripción botánica y morfológica</b> .....	<b>4</b>
<b>1.3 Descripción taxonómica</b> .....	<b>4</b>
<b>1.4 Sector maicero del Ecuador</b> .....	<b>5</b>
<b>1.5 Fenología del cultivo</b> .....	<b>6</b>
<b>1.6 Selección de híbridos</b> .....	<b>7</b>
<b>1.7 Biodiversidad e identificación de especies</b> .....	<b>7</b>
<b>1.8 Interacción entre la entomofauna y el cultivo</b> .....	<b>8</b>
1.8.1 Descripción de insectos plaga en el cultivo de maíz.....	8
1.8.2 Etapas de los insectos plagas presentes en el cultivo.....	9
1.8.3 Descripción de insectos benéficos en el cultivo de maíz.....	10
<b>1.9 Métodos de evaluación de la entomofauna en el cultivo de maíz</b> .....	<b>10</b>
1.9.1 Descripción de métodos de muestreo y captura de insectos en el campo....	10
1.9.2 Uso de redes entomológicas y otros dispositivos de muestreo .....	11
<b>1.10 Manejo integrado de plagas</b> .....	<b>11</b>
1.10.1 Métodos de identificación y caracterización de las especies recolectadas ..	12
1.10.2 Identificación de plagas y enemigos naturales.....	13
1.10.3 Establecimiento de umbrales y tolerancia.....	13
1.10.4 Monitoreo continuo.....	13
<b>1.11 Análisis de fauna</b> .....	<b>14</b>
<b>1.12 Grupo trófico</b> .....	<b>14</b>
<b>1.13 Indicadores</b> .....	<b>15</b>
<b>1.14 Sistemas de manejo del maíz convencional y asociado</b> .....	<b>16</b>
<b>CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>17</b>
<b>2.1 Caracterización del área</b> .....	<b>17</b>
<b>2.2 Materiales y equipos</b> .....	<b>17</b>
2.2.1 Material biológico.....	17
2.2.2 Material de campo para colecta de muestras .....	18
2.2.3 Material de laboratorio.....	19
2.2.4 Equipos de laboratorio .....	19
<b>2.3 Tipo de investigación</b> .....	<b>19</b>
<b>2.4 Diseño de investigación</b> .....	<b>19</b>
<b>2.5 Muestreo y colecta de artrópodos en el sistema convencional y asociado</b>	<b>19</b>
2.5.1 Transeptos con red .....	19
2.5.2 Identificación de especímenes colectados .....	20
<b>2.6 Parámetros evaluados</b> .....	<b>20</b>
2.6.1 Índices de biodiversidad .....	20
2.6.2 Análisis de entomofauna.....	21
<b>2.7 Determinación de grupos funcionales</b> .....	<b>23</b>

2.8	Análisis de los resultados .....	23
<b>CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>		<b>24</b>
3.1	Abundancia de insectos en sistema convencional y asociado .....	24
3.2	Índices de biodiversidad .....	26
3.3	Análisis de fauna.....	27
3.4	Grupos funcionales.....	30
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>		<b>32</b>
Conclusiones.....		32
Recomendaciones.....		32
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>		<b>33</b>
<b>ANEXOS .....</b>		<b>37</b>

### ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b>	Taxonomía del cultivo del maíz (Acosta, 2009). .....	5
<b>Tabla 2.</b>	Fenología del cultivo de maíz (Colazo, 2015).....	6
<b>Tabla 3.</b>	Organismos nocivos (plagas) en etapa vegetativa y reproductiva del cultivo (Reyes Abrigo, 2018). .....	9
<b>Tabla 4.</b>	Composición taxonómica y funcional de la comunidad de entomofauna encontrada en los sistemas de manejo (M.C) maíz convencional y (M.A) maíz asociado. ....	25
<b>Tabla 5.</b>	Comparación de índices de biodiversidad entre (M.C) maíz convencional y (M.A) maíz asociado. ....	26
<b>Tabla 6.</b>	Análisis faunístico, abundancia, dominancia y frecuencia de insectos encontrados en los agroecosistemas convencional y asociado. ....	28

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Centro de apoyo Manglaralto (Google Earth, 2024) .....	17
<b>Figura 2.</b> Identificación del área evaluada (A) Agroecosistema convencional y (B) Agroecosistema asociado. ....	18
<b>Figura 3.</b> Exploración mediante muestreo con red en hileras en forma de sisad. ....	20
<b>Figura 4.</b> Composición funcional de los insectos encontrados en el maíz asociado con soya (M.A). ....	31
<b>Figura 5.</b> Composición funcional de insectos encontrados en el maíz convencional (M.C). ....	31

## ÍNDICE DE ANEXOS

**Figura 1A:** Colectas de individuos por red entomológica cultivo de maíz.

**Figura 1B:** Entomofauna recolectada etiquetada y almacenada en frascos con el 70% de alcohol.

**Figura 1C:** Identificación de los insectos encontrados en el maíz cultivado bajo sistemas convencional y de sustitución de insumos en el laboratorio de agua y suelo de la Facultad de Ciencias Agrarias

**Figuras 1D:** Especies dominantes en sistema de maíz convencional (M.C).

**Figuras 1E:** Especies dominantes en sistema de maíz asociado (M.A).

## INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays*) es uno de los alimentos de mayor importancia económica en toda la población latinoamericana, valorado por su alto contenido energético y proteico. Ecuador se dedica a la producción del maíz sin embargo enfrenta desafíos causados por organismos nocivos (plagas) los cuales afectan significativamente el rendimiento del cultivo, aumentando los costos de producción debido al uso intensivo de productos químicos como controladores. Estos químicos no solo eliminan la plaga, sino que también causan daños a la fauna auxiliar (Huato, 2010).

Los artrópodos representan el 75% de animales sobre la tierra donde se estima que los ecosistemas agrícolas solo el 3% de las especies se comportan como plaga y el 97% son especies que comportan como fauna auxiliar donde el 35% está representado por enemigos naturales por ende la presencia de organismos vivos en el campo no implica que todos ellos dañaran los cultivos (Rincón y Souza, 2010).

Los patógenos, causan grandes impactos en la humanidad y a nivel socioeconómico al ser dañinos para la producción de alimentos, directa o indirectamente causando pérdidas en la calidad y volumen del producto, por lo tanto, esto representa una amenaza para la seguridad alimentaria. El estudio de la entomofauna es fundamental para comprender cómo las prácticas agrícolas impactan la diversidad y la abundancia de insectos permitiendo el reconocimiento de agentes benéficos.

La agricultura asociada nos ofrece interacciones biológicas donde los predadores y parasitoides sean efectivos en un hábitat más complejo proporcionando al insecto una mayor oportunidad de encontrar presas alternativas incluso de crea micro hábitats diversos, fomentando así un equilibrio y determinando un impacto significativo en la composición e interacción de la entomofauna (Castillo *et al.*, 2015).

En este trabajo se pretende impulsar a los productores de la provincia de Santa Elena a iniciar una transformación en sus sistemas productivos mediante la implementación de controladores biológicos. Estos controladores ayudarán a reducir, controlar o equilibrar la diversidad de insectos nocivos. El objetivo es fomentar el conocimiento sobre los insectos benéficos presentes en los sistemas productivos locales. Esto permitirá a los agricultores planificar de manera adecuada y reducir el uso de agroquímicos, los cuales pueden tener efectos negativos, tanto en el sistema como en la población de plagas en los cultivos.

## **Problema Científico**

¿El manejo de dos sistemas diferentes influye en el comportamiento de la entomofauna asociada al cultivo de maíz y su impacto en la productividad agrícola?

## **Justificación**

Esta investigación aporta un conocimiento detallado y esencial sobre la dinámica de la entomofauna en sistemas agrícolas de maíz, lo cual aportaría en el desarrollo de prácticas agrícolas sostenibles. La entomofauna desempeña un rol fundamental en los ecosistemas agrícolas, influyendo en la polinización, el control de plagas y la salud general del cultivo. Sin una comprensión adecuada de estas dinámicas, se corre el riesgo de implementar prácticas ineficientes y depender excesivamente de pesticidas e insecticidas, los cuales puede tener efectos adversos en el medio ambiente.

Esta investigación pretende no solo identificar las especies presentes, sino que también analiza su funcionalidad dentro del ecosistema, lo que es crucial para entender las interacciones ecológicas para abordar los desafíos asociados con el manejo de plagas y la conservación de la biodiversidad en sistemas agrícolas donde los principales beneficiarios de este trabajo son los agricultores, quienes pueden utilizar los hallazgos para implementar prácticas de manejo más sostenibles y eficientes.

## **Objetivos**

### ***Objetivo General:***

- ❖ Determinar la diversidad de la entomofauna asociada al cultivo de maíz en dos diferentes sistemas de manejo en el Centro de Apoyo Manglaralto.

### ***Objetivos Específicos:***

1. Inventariar la entomofauna presente en el cultivo de maíz bajo dos sistemas de manejo en el centro de Apoyo Manglaralto.
2. Calcular la diversidad y abundancia de la entomofauna presente en el cultivo de maíz bajo dos sistemas de manejo en el Centro de Apoyo Manglaralto.
3. Identificar los grupos funcionales de insectos y su relación con los sistemas de manejo.

## **Hipótesis**

El sistema de manejo de sustitución de insumos influye positivamente en la diversidad de entomofauna en el cultivo de maíz, prevaleciendo grupos funcionales de insectos biorreguladores sobre los insectos plaga.

## **CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **1.1 Origen y distribución**

Campuzano Franco (2018) menciona que *Zea mays* tiene origen mesoamericano y sus primeros asentamientos fueron en México aproximadamente 8000 A.C, debido a una diversidad genética se encontraron especies provenientes de los valles altos de Perú, Ecuador y Bolivia.

El maíz además de poseer una amplia distribución geográfica cuenta con una gran variedad genética la cual le permite adaptarse a las diferentes condiciones climáticas de cada región incluso puede llegar adaptarse en regiones centrales como Norteamérica, América central y América del sur (Caballero *et al.*, 2019).

### **1.2 Descripción botánica y morfológica**

Limongi Andrade (2011) manifiesta que la planta de maíz es diploide ( $2n=20$ ) posee 10 pares de cromosomas presenta características distintivas tales como sus raíces fasciculadas que desempeñan en la absorción de nutrientes del suelo, el tallo es erguido sin ramificaciones con entrenudos, las hojas se distribuyen alternadamente a lo largo del tallo además presentar flores unisexuales, la flor masculina o panoja se encuentra en la parte superior en forma de eje central, la mazorca es producto de la flor femenina está protegida por un conjunto de hojas llamadas brácteas (Hidalgo *et al.*, 2018).

### **1.3 Descripción taxonómica**

El maíz (*Zea mays.*), una especie del nuevo mundo debido a que su centro de origen es América, corresponde a la familia de las Poáceas (Gramíneas), tribu Maydeas. Algunas especies conocidas del género *Zea*, frecuentemente llamadas *Teocintle* y otras del género *Tripsacum*, son catalogados como arrocillo o maicillo, son individuos salvajes, parientes de *Z. mays*.

Según Acosta (2009) manifiesta que la clasificación taxonómica se basa en la estructuración de todas las partes de la planta (**Tabla 1**).



**Tabla 1.** Taxonomía del cultivo del maíz (Acosta, 2009).

<b>Taxonomía</b>	
<b>Reino</b>	<i>Plantae</i>
<b>División</b>	<i>Magnoliophyta</i>
<b>Clase</b>	<i>Liliopsida</i>
<b>Orden</b>	<i>Poales</i>
<b>Familia</b>	<i>Poaceae</i>
<b>Tribu</b>	<i>Andropogoneae</i>
<b>Especie</b>	<i>Zea</i>
<b>Nombre científico</b>	<i>Zea mays</i>
<b>Nombre común</b>	Maíz

#### 1.4 Sector maicero del Ecuador

El cultivo de maíz en Ecuador es muy significativo por sus variedades que se producen tanto maíz blanco como amarillo, y es un alimento básico en la dieta de muchos ecuatorianos además que se extiende por diversas regiones, aprovechando las condiciones climáticas para su desarrollo entre las provincias principales encontramos a Pichincha, Cotopaxi, Chimborazo, y Carchi estos sectores no solo abastece la demanda interna de maíz para el consumo humano además contribuye significativamente a la producción forrajera esenciales para la industria ganadera (Placencia Reinoso, 2020).

Cepeda (2019) menciona que Ecuador ha mostrado un interés estratégico en fortalecer su producción maicera como medida para reducir la dependencia de importaciones y garantizar la autosuficiencia alimentaria. Este impulso se traduce en políticas y programas donde se busca mejorar la productividad y apoyar a los agricultores del sector.

A pesar de su importancia, el sector maicero en Ecuador enfrenta desafíos, como la necesidad de mejorar la eficiencia de la cadena de suministro, aumentar la productividad y abordar problemas relacionados con la variabilidad climática. Sin embargo, también existen oportunidades para el crecimiento mediante la implementación de prácticas agrícolas sostenibles, la adopción de tecnologías modernas y el desarrollo de variedades de maíz más resistentes y productivas (Placencia Reinoso, 2020).

En los últimos años, se ha observado un interés creciente en fortalecer el sector maicero, impulso que busca mejorar las prácticas agrícolas, la calidad del grano y la productividad, generando un impacto positivo tanto a nivel económico como social (Villavicencio Linzán, Yáñez y Zambrano Mendoza, 2017).

## 1.5 Fenología del cultivo

**Tabla 2.** Fenología del cultivo de maíz (Colazo, 2015).

<b>Etapa</b>	<b>Característica</b>	<b>Días</b>
<b>V E G</b>	<b>VE</b> El coleóptero emerge de la superficie del suelo, también se produce un crecimiento debajo de la superficie de la tierra conforme el sistema radicular nodal comienza a crecer.	<b>5</b>
<b>E T</b>	<b>V1</b> Surge la primera hoja completamente y el collar de la hoja es visible.	<b>9</b>
<b>A</b>	<b>V2</b> A surgido dos hojas totalmente con collares visibles.	<b>12</b>
<b>T I V A</b>	<b>V3</b> Inicio del proceso fotosintético, la planta comienza a depender del sistema radicular nodal, las raíces aumentan de tamaño y empiezan a formar pelo radical. El crecimiento del sistema radicular seminal se ha detenido.	
	<b>Vn</b> Determinación de las hileras de grano. Conforme la planta se acerca a la VT, la humedad de la tierra y su disponibilidad de nutrientes son cruciales para la determinación del rendimiento.	<b>45</b>
	<b>VT</b> Última rama de la panícula o panoja es visible.	<b>55</b>
<b>R</b>	<b>R0</b> Antesis o floración masculina. Liberación de polen.	<b>57</b>
<b>E</b>	<b>R1</b> Emisión de los estigmas. Fecundación.	<b>59</b>
<b>P R</b>	<b>R2</b> Etapa de ampolla. Los granos se llenan con un líquido claro y se puede ver el embrión.	<b>71</b>
<b>O D</b>	<b>R3</b> Etapa lechosa. Los granos se llenan con un líquido lechoso blanco.	<b>80</b>
<b>U C T</b>	<b>R4</b> Etapa mazorca. Los granos se llenan con una pasta blanca. El embrión tiene aproximadamente la mitad del ancho del grano.	<b>90</b>
<b>I V A</b>	<b>R5</b> La parte superior de los granos se llena con almidón sólido y, cuando el genotipo es dentado, los granos adquieren la forma dentada. En los tipos tanto cristalinos como dentados es visible una "línea de leche" cuando se observa el grano desde el costado.	<b>102</b>
	<b>R6</b> Madurez fisiológica. Cosecha.	<b>112</b>

## **1.6 Selección de híbridos**

Para la ejecución del proyecto se seleccionará las variedades de AZOR-ADVANTA estos híbridos se adaptan a las variedades climáticas que presenta la parroquia Manglaralto.

Según Burgos (2013) el híbrido ADV 9139 es conocido por su rendimiento superior y resistencia a diversas condiciones, suele mostrar una mayor uniformidad en la planta y en la producción de mazorcas. Además, tiende a tener una buena tolerancia a enfermedades y puede adaptarse bien a diferentes tipos de suelo y climas.

Actualmente, la mejora genética del maíz ha llevado al desarrollo de híbridos adaptados a diferentes condiciones climáticas y necesidades agronómicas. Algunos híbridos son más resistentes a sequías, lo cual es crucial para enfrentar cambios climáticos adversos. Los agricultores suelen buscar híbridos que ofrezcan un rendimiento sólido en términos de cantidad de maíz producido y calidad nutricional del grano, incluyendo factores como el contenido de proteína. Estos avances en la genética del maíz no solo mejoran la producción, sino que también contribuyen a la sostenibilidad y resiliencia de los cultivos en diversas condiciones ambientales.

## **1.7 Biodiversidad e identificación de especies**

La biodiversidad de la entomofauna es amplia y variada, e incluye tanto insectos benéficos como perjudiciales. La presencia de insectos benéficos, como abejas y mariposas, contribuye significativamente al éxito del cultivo. Una polinización eficiente mejora la fecundación de las flores del maíz, lo que favorece la formación de las mazorcas y, en consecuencia, la calidad de la cosecha. Además, ayuda a disminuir la aparición de organismos nocivos (plagas) (Prado *et al.*, 2018).

Sin embargo, las especies perjudiciales, como el gusano cogollero y los pulgones, pueden causar daños significativos en el cultivo, afectando negativamente el crecimiento y desarrollo de la planta. La capacidad de distinguir entre especies beneficiosas y perjudiciales permite implementar estrategias de control más selectivas.

Livia, Sánchez y Cruces (2020) destacan la importancia de una identificación precisa de especies es crucial, ya que no todos los insectos presentes en el maíz son perjudiciales. Es fundamental reconocer la diversidad funcional de estos insectos, ya que algunos pueden ser beneficiosos para el cultivo.

## 1.8 Interacción entre la entomofauna y el cultivo

### 1.8.1 Descripción de insectos plaga en el cultivo de maíz

- **Gusano cogollero** (*Spodoptera frugiperda*).

Dentro de los insectos perjudiciales se lo cataloga como una especie dominante dentro del cultivo del maíz y de otros cultivos de interés económicos ya que producen daños en la parte vegetativa de la planta, cuando el cultivo se encuentra en fase reproductivo afecta a los granos y el rendimiento del mismo, este espécimen presenta en los trópicos y zonas subtropicales de clima cálido tanto como en el Ecuador como varios países de América cuando se encuentra en estado adulto el gusano cogollero es una polilla con una expansión alar de 30 a 38 mm que se atraen por la luz (Irrazabal Gavino, 2016).

- **Barrenador del tallo** (*Diatraea saccharalis*).

Es un insecto plaga dentro del cultivo ya que cuando la planta es joven las larvas eclosionadas se alimentan del tejido foliar cuando el cultivo se encuentra en un estado vegetativo más avanzado estas larvas se introducen dentro de los tallos provocando el desprendimiento o el secado prematuro de las hojas (Vintimilla *et al.*, 2022).

- **Falso medidor** (*Mocis latipes*).

Es una plaga que ataca cualquier fase del ciclo del maíz tanto en las etapas vegetativas como reproductivas del cultivo el primer estado larval se alimenta del parénquima de la hoja y deja la epidermis traslúcida con aspecto de manchas blanquecinas. Las larvas del segundo y tercer estado consumen la superficie foliar y provocan orificios de forma irregular (Jiménez Mass y Guevara Agudelo, 2005).

- **Gusano alfilerillo** (*Diabrotica* sp).

Los daños que causa esta plaga pueden diferenciarse por aquellos ocasionados por la larva y los provocados por el adulto. Las larvas se alimentan de las raíces y de la base de los tallos. Los adultos suelen alimentarse de los márgenes de las hojas y llegan a perforar las hojas tiernas son escarabajos con élitros de color amarillo con manchas de color café oscuro (Vintimilla *et al.*, 2022).











- **Gusano cortador** (*Agrotis* spp.).

Las larvas cortan la planta o la dañan severamente en el cuello y provocan un stress hídrico que detiene el desarrollo de la planta y la producción de maíz es nula (Irrazabal Gavino, 2016).

### 1.8.2 Etapas de los insectos plagas presentes en el cultivo

De acuerdo con la tabla 2, que describe las etapas fenológicas del cultivo de maíz, los insectos plaga que afectan tanto el cultivo convencional como el asociado pueden reducir significativamente el rendimiento de la producción, causando pérdidas considerables para los agricultores. La tabla 3 detalla los insectos encontrados en las etapas vegetativa y reproductiva del cultivo.

**Tabla 3.** Organismos nocivos (plagas) en etapa vegetativa y reproductiva del cultivo (Reyes 2018). Abrigo,

	Larva	Adulta	Etapa de daños
<i>Spodoptera frugiperda</i>			Estado vegetativo
<i>Diatraea saccharalis</i>			Estado vegetativo
<i>Mocis latipes</i>			Estado vegetativo y reproductivo
<i>Diabrotica sp</i>			Estado vegetativo y reproductivo
<i>Agrotis spp.</i>			Estado vegetativo V4

### ***1.8.3 Descripción de insectos benéficos en el cultivo de maíz***

- **Abejas** (Apidae).

Las abejas son polinizadores esenciales para el maíz. Contribuyen a la fertilización de las flores, lo que es fundamental para la formación de granos y mazorcas. Una población saludable de abejas mejora la calidad y cantidad de la cosecha (Jimenez Sagbay, 2021).

- **Mariquitas** (Coccinellidae).

Las mariquitas son depredadores voraces de áfidos y otros insectos plaga. Su presencia ayuda a controlar las poblaciones de plagas que podrían dañar las hojas de maíz. Las larvas de mariquitas son particularmente eficientes en la depredación de áfidos (Garache Guido y López López, 2007).

- **Crisopas** (Chrysopidae).

Becerra Juárez (2020) menciona que las crisopas son depredadores generales y se alimentan de una variedad de insectos, incluyendo orugas, pulgones y trips. Las larvas de crisopas son especialmente voraces y contribuyen significativamente al control biológico de plagas en el maíz.

- **Arañas** (Araneae).

Estas arañas son cazadoras activas y se alimentan de una variedad de insectos. Su presencia en el maíz ayuda a controlar poblaciones de insectos plaga en la vegetación circundante (Garache Guido y López López, 2007).

## **1.9 Métodos de evaluación de la entomofauna en el cultivo de maíz**

### ***1.9.1 Descripción de métodos de muestreo y captura de insectos en el campo***

Existen diversos métodos para capturar insectos utilizados en estudios entomológicos de varios tipos, tanto taxonómicos como ecológicos. En esta investigación, se empleará la captura manual de insectos utilizando redes entomológicas. Este método permite recolectar muestras específicas en diferentes etapas de desarrollo e facilita una identificación precisa en el campo. Además, las trampas entomológicas son ampliamente utilizadas y están diseñadas para identificar el grupo taxonómico, así como para estudiar comportamientos, hábitos alimentarios o reproductivos.

Durante las horas diurnas, se realizarán barridos cuidadosos a través de la vegetación, centrándose en áreas clave como las flores, hojas y tallos de las plantas de maíz (Nielsen, 2003).

### **1.9.2 Uso de redes entomológicas y otros dispositivos de muestreo**

La red entomológica es una herramienta importante en diferentes campos para recolectar y estudiar insectos también se utiliza como un método adicional de colecta para complementar los inventarios biológicos, permitiendo recolectar especies poco comunes (Ramírez *et al.*, 2014).

Los insectos capturados se identificarán preliminarmente en el campo utilizando guías taxonómicas (Rincón y Souza, 2010). Se prestará atención a características clave como la morfología, coloración y patrones de vuelo para una identificación rápida y precisa donde se registrarán datos relevantes, como la ubicación exacta de la captura, el hábitat circundante, y cualquier comportamiento observado. Estos datos contextuales serán esenciales para comprender las interacciones insecto-cultivo en condiciones naturales.

Se dará prioridad a la captura de especies clave, como posibles plagas o insectos beneficiosos, según los objetivos del estudio. Esto permitirá centrarse en aquellas especies que pueden tener un impacto significativo en el cultivo de maíz.

### **1.10 Manejo integrado de plagas**

El Manejo Integrado de Plagas (MIP) es un enfoque holístico que combina diversas estrategias para controlar las plagas de manera efectiva y sostenible. En lugar de depender exclusivamente de pesticidas, considera métodos biológicos, culturales y químicos de manera integrada para controlar las poblaciones de insectos, minimizando los daños al cultivo estas combinaciones contribuyen a reducir la presión de las plagas de manera efectiva y sostenible, disminuyendo al mismo tiempo el impacto ambiental y promoviendo la salud a largo plazo del cultivo de maíz (Cisneros, 1992).

El MIP comienza con un monitoreo constante de las poblaciones de insectos en el campo. Se utilizan métodos como trampas, muestreo visual y tecnologías modernas para evaluar la presencia y abundancia de plagas, así como de sus enemigos naturales (Andina Biosph, 2017).

La identificación precisa de plagas es esencial porque permite implementar estrategias de control minimizando el riesgo de utilizar medidas innecesarias o excesivas. El

MIP no solo busca controlar las plagas, sino también mantener la biodiversidad, preservar la calidad del suelo y garantizar la salud a largo plazo del agroecosistema del maíz.

### **Control cultural**

- Implementación de prácticas agrícolas que reduzcan el hábitat y la disponibilidad de recursos para las plagas.
- Rotación de cultivos, manejo adecuado de residuos y prácticas de siembra son ejemplos de control cultural.

### **Control biológico**

- Uso de organismos vivos o sus productos para controlar las plagas.
- Introducción de depredadores, parasitoides o patógenos específicos de las plagas.

### **Control químico**

- Utilización de pesticidas de manera selectiva y con precaución.
- Se prioriza el uso de pesticidas menos tóxicos y se aplican en momentos y dosis adecuadas.

#### ***1.10.1 Métodos de identificación y caracterización de las especies recolectadas***

Es crucial identificar y caracterizar la entomofauna encontrada para comprender la diversidad y función de cada agroecosistema. Existen diversos métodos para llevar a cabo esta tarea, desde técnicas básicas hasta métodos avanzados de análisis.

**Muestreo:** Se realizan extracciones de muestras utilizando trampas como las de caída, embudo o luz para capturar la entomofauna presente. Posteriormente, se procede a la identificación y análisis de estas muestras (González, 2020).

**La identificación taxonómica:** Es fundamental identificar taxonómicamente a los organismos recolectados. Esto implica el uso de claves de identificación, manuales taxonómicos y la consulta con expertos en el campo. Este proceso permite determinar la diversidad de la entomofauna y comprender su distribución dentro del campo del maíz (Cabrera, 2012).

**Análisis de la comunidad:** Al determinar la identificación taxonómica, se pueden emplear diversas métricas para analizar la comunidad de entomofauna. Estas métricas incluyen la abundancia relativa, la riqueza de especies, la diversidad y la equidad. Dichos análisis proporcionan información detallada sobre la estructura y el funcionamiento de la comunidad de entomofauna en un ecosistema específico (Cabrera, 2018).



Estos métodos combinados no solo ayudan a comprender mejor la dinámica de los agroecosistemas, sino que también son fundamentales para la gestión efectiva de recursos naturales y la promoción de prácticas agrícolas sostenibles.

### ***1.10.2 Identificación de plagas y enemigos naturales***

La identificación de insectos es esencial para implementar estrategias de manejo efectivo en el cultivo de maíz. Un levantamiento detallado de la entomofauna se llevó a cabo en los dos agroecosistemas (convencional y asociado), considerando que las características morfológicas de los insectos pueden variar según su fase de desarrollo, requiriendo a menudo una observación minuciosa para una identificación precisa. Este enfoque integral fortalece la capacidad para tomar decisiones informadas en el manejo integrado de plagas (Loiacono y Hernández, 2012).

En las Tablas 2 y 3 se presentan los principales insectos que se mantienen constante dentro del cultivo, proporcionando una referencia detallada que respaldará la comprensión y aplicación práctica de las estrategias de manejo integrado. Este enfoque no solo mejorará la eficacia de las prácticas agrícolas, sino que también promoverá la sostenibilidad a largo plazo del cultivo de maíz.

### ***1.10.3 Establecimiento de umbrales y tolerancia***

Al establecer umbrales y tolerancias podemos optimizar el rendimiento del cultivo de maíz sin la necesidad de intervenciones químicas innecesarias donde buscamos un manejo más sostenible dentro de los agroecosistema cuya evaluación demostrará los daños causados por las plagas además de establecer umbrales basados en la cantidad de daño aceptable antes de que se afecte significativamente el rendimiento del cultivo determinaremos los umbrales económicos y ecológicos que indican cuándo es necesario intervenir y aplicar medidas de control teniendo en cuenta los factores ambientales como las condiciones climáticas, tipo de suelo y otras variables que pueden influir en la dinámica de las poblaciones de plagas y enemigos naturales.

### ***1.10.4 Monitoreo continuo***

Este proceso, que implica la observación regular y sistemática del campo, contribuye significativamente al éxito del Manejo Integrado de Plagas (MIP) y al rendimiento sostenible de los cultivos donde realizaremos un sistema de monitoreo regular para evaluar la densidad y distribución de las plagas a lo largo del tiempo donde se tomara en cuenta las curvas de la

abundancia y el índice de Shannon-Wiener (Pla, 2006) y tomar decisiones informadas en tiempo real.

### **1.11 Análisis de fauna**

El análisis de fauna o análisis faunístico consiste en la identificación, recolección y análisis de datos sobre la diversidad, abundancia y distribución de especies animales donde se realiza en diversos entornos naturales tales como ecosistemas terrestres, acuáticos y áreas urbanas cuyo objetivo es mejorar la dinámica existente de la fauna de cada área (Santos, 2020).

Este análisis es fundamental en investigaciones, ya que permite comprender y evaluar la salud, biodiversidad y funcionalidad del ecosistema en estudio. A través del análisis faunístico se obtiene información crucial para la gestión del suelo y la identificación de problemas ambientales. Además, facilita la evaluación del impacto ambiental, utilizando como base las distintas especies de insectos encontradas.

Dentro del cultivo de maíz se prevé realizar un seguimiento que implica evaluar la diversidad poblacional del insecto donde se establecerá sitios de muestreo representativos en todo el campo de maíz, para realizar este análisis, se emplearán los índices de biodiversidad que muestran la relación entre la riqueza y/o equitatividad de especies y la abundancia relativa de cada una, lo que permite visualizar la distribución de los insectos en su hábitat estudiado (Silveira Neto, Nakano y Barbin, 1976).

### **1.12 Grupo trófico**

Dentro del cultivo, se encuentran varias categorías clasificadas según su función alimentaria, desempeñando roles importantes en la interacción de los organismos y creando una dinámica en el ecosistema agrícola. Los grupos funcionales de detritívoros, herbívoros, depredadores y omnívoros pueden ser identificados según sus hábitos alimentarios.

El grupo funcional de detritívoros incluye una amplia variedad de invertebrados que se encuentran tanto en el suelo (endógeos) como en su superficie (epígeos).

**Productores:** autótrofos son organismos que generan su propio alimento mediante un proceso llamado fotosíntesis es decir convierten energía solar en energía química esto a la vez produce compuestos orgánicos como carbohidratos que sirven como alimento para otros organismos.

**Consumidores primarios:** Son herbívoros se alimentan del material vegetal de la planta para poder nutrirse, dentro del cultivo de maíz se encuentran insectos que se alimentan de las hojas y tallo estas pueden ser como, *Spodoptera frugiperda*.

**Consumidores secundarios:** Son carnívoros estas especies se alimentan de los consumidores primarios para poder obtener energía, dentro del campo de maíz podemos encontrar arañas u algunas avispas parasitoides como *Telenomus tetraticus*.

**Consumidores terciarios:** se los conocen como depredadores de segundo orden dentro del cultivo podemos encontrar a las aves.

**Descomponedores:** son microorganismos que se alimentan de la materia muerta y la vez lo descomponen en compuestos más simples estos organismos son vitales para el ciclo de nutrientes en los ecosistemas dentro del cultivo de maíz encontramos hongos y bacterias.

### 1.13 Indicadores

Son una herramienta útil al momento de evaluar la salud del ecosistema agrícola dentro de la producción de maíz buscamos conocer el impacto de las prácticas de manejo de dicho cultivo.

**Diversidad de insectos:** La diversidad revelar información sobre la salud del ecosistema agrícola como la manera de evaluar la diversidad de especies y la abundancia relativa de diferentes grupos de insectos.

**Presencia de depredadores y parasitoides:** La presencia y diversidad de depredadores y parasitoides puede indicar el nivel de control biológico de plagas.

**Salud de la planta:** Las plantas saludables son un indicador de un ecosistema agrícola equilibrado donde las evaluaciones del estado de salud de las plantas de maíz, incluyendo el crecimiento, la coloración de las hojas, la presencia de enfermedades foliares y la producción de mazorcas, puede proporcionar información sobre la calidad del suelo, la disponibilidad de nutrientes y el impacto de las prácticas agrícolas.

**Uso de pesticidas:** Un uso controlado de los pesticidas puede minimizar los impactos negativos en el medio ambiente y la salud humana el tipo de pesticidas aplicados en el cultivo pueden ser indicadores del impacto ambiental de las prácticas de manejo y la presión de las plagas en el cultivo.

#### **1.14 Sistemas de manejo del maíz convencional y asociado**

Dentro del maíz convencional implica la aplicación de prácticas modernas y tecnológicas para optimizar la producción. Inicialmente, se realiza una preparación del suelo mediante labores de labranza, las semillas utilizadas suelen ser híbridas o genéticamente mejoradas. Durante el ciclo de cultivo, se emplea aplicación de fertilizantes químicos sintéticos, que proveen los nutrientes esenciales para el crecimiento óptimo de las plantas. Para el control de malezas, se utilizan herbicidas que ayudan a mantener limpio el campo. El manejo convencional también incluye el uso de pesticidas sintéticos para el control de plagas y enfermedades que puedan afectar la salud del cultivo, el riego se realiza de manera regular utilizando métodos como el riego por goteo (Huato, 2010).

El manejo del maíz asociado presenta similitudes con el manejo convencional, con la diferencia clave de que se emplea un método más sostenible y ecológico en el cual no se utilizan productos químicos para su producción. En lugar de pesticidas sintéticos, se implementan controles biológicos para el manejo de plagas, utilizando enemigos naturales, trampas y barreras vivas. Además, se priorizan prácticas como la rotación de cultivos y la diversificación de especies, que mejoran la salud del suelo y reducen la incidencia de plagas y enfermedades de manera natural (Huato, 2010).

Aguilar Osabas y Hernández Lino (2015) compararon los efectos del manejo convencional y el manejo con buenas prácticas agrícolas (BPA) en el cultivo de maíz. Encontraron una mayor biodiversidad de insectos en el manejo asociado (31 familias y 11 órdenes) en comparación con el manejo convencional (26 familias y 9 órdenes). Además, el daño causado por el gusano cogollero fue significativamente menor en el sistema con BPA. En términos de rendimiento, el manejo con BPA mostró un mejor desempeño, produciendo 6.134 kg/ha. Estos resultados indican que las BPA no solo mejoran la biodiversidad y reducen el daño de plagas, sino que también son económicamente beneficiosas.

## CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1 Caracterización del área

La presente investigación se realizó desde noviembre hasta febrero de 2024 en el centro de apoyo Manglaralto perteneciente a la Universidad Estatal Península de Santa Elena ubicada en la parroquia Manglaralto, la cual limita al norte con la provincia de Manabí, al sur y al este con la provincia del Guayas y al oeste con el Océano Pacífico cuya latitud es de  $1^{\circ}50'38''$  al sur y una longitud de  $80^{\circ}44'34.8''$  al oeste, con temperaturas medias de  $23.1^{\circ}\text{C}$  y cada año se produce 750 mm aproximado de precipitaciones (Climate Data, 2024).



*Figura 1:* Centro de apoyo Manglaralto (Google Earth, 2024).

### 2.2 Materiales y equipos

#### 2.2.1 *Material biológico*

El levantamiento de entomofauna se realizó con semillas de maíz híbrido AZOR-ADVANTA bajo dos sistemas de manejo. Tanto el sistema convencional como el de sustitución de insumos han sido establecidos con un espaciamiento de  $1 \times 0,20$  m con una densidad final de 50 000 plantas por hectárea.

El cultivo bajo sistema de sustitución de insumos tiene como cultivo asociado a la soya y no se usaron productos químicos sintéticos durante su manejo, únicamente se realizaron aplicaciones con insumos de origen biológico para el control de plagas, mientras que en el cultivo convencional se aplicaron productos químicos necesarios. La distancia

entre los dos cultivos es aproximadamente 100 m. En la **Figura 1** se observa la ubicación de los dos sistemas.

Dentro del área convencional (**Figura A**) encontramos un entorno diseñado para maximizar la producción donde se utilizan insumos químicos incluyendo fertilizantes para mejorar la disponibilidad de nutrientes, el paisaje es homogéneo donde se presentan grandes extensiones de tierra cultivadas por una sola especie esto resulta un paisaje visualmente uniforme con poca variabilidad y la biodiversidad es limitada.

En el agroecosistema asociado (**Figura B**) se caracteriza por ser diverso donde se promueve la biodiversidad y la resiliencia del ecosistema el paisaje está compuesto por una variedad de cultivos donde se desempeña una combinación de cultivos anuales, perennes tales como el cacao, limón y plátano además de presentar espacios naturales que proporcionan refugio para la fauna silvestres enriqueciendo la biodiversidad del área, los arboles de neem (*Azadirachta indica*) están integrados en ambos sistemas debido que estos cumplen con la función de proporcionar sombra y separar los cultivos desempeñándose como barrera vivas.



**Figura 2.** Identificación del área evaluada (A) Agroecosistema convencional y (B) Agroecosistema asociado.

### 2.2.2 *Material de campo para colecta de muestras*

- Red entomológica
- Frascos de vidrio
- Etiquetas
- Algodón
- Cámara fotográfica

### **2.2.3 *Material de laboratorio***

- Alcohol
- Pinzas
- Guantes
- Libreta y esferos

### **2.2.4 *Equipos de laboratorio***

- Microscopio
- Computadora
- Calculadora
- Guías taxonómicas

## **2.3 Tipo de investigación**

Esta investigación sobre el levantamiento de entomofauna del cultivo de maíz en dos sistemas de manejo es parcialmente un estudio observacional y descriptivo (Cebrián, 2009).

## **2.4 Diseño de investigación**

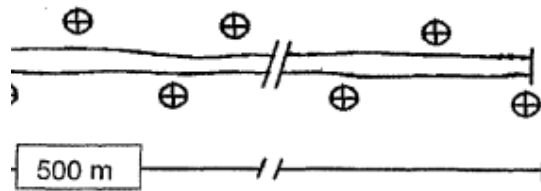
Esta investigación se la considera como una investigación no experimental.

## **2.5 Muestreo y colecta de artrópodos en el sistema convencional y asociado**

La colecta de los insectos se realizó cada 15 días utilizando una red entomológica en horas de la mañana, realizando barridos meticulosos a través de la vegetación. Los insectos capturados fueron colocados en frascos de vidrio con capacidad de 60 ml conteniendo alcohol al 70%, y posteriormente fueron transportados al Laboratorio de Agua y Suelo (Facultad de Ciencias Agrarias, UPSE) para su identificación, utilizando claves taxonómicas como herramientas de referencia.

### **2.5.1 *Transectos con red***

Los pases de red se realizaron según la metodología descrita por Scott (1986) (Figura 3) donde se realizó pequeñas caminatas dentro del hilera para poder observar donde se concentra una mayor intensidad del insectos esto nos ayuda a evaluar, observar y capturar el individuo este enfoque nos mostró un método sistemático y representativos del agroecosistema proporcionando datos relevantes para el estudio de biodiversidad proporcionando información sobre la presencia de especies beneficiosas y contribuyendo al desarrollo de prácticas agrícolas sostenibles y al manejo efectivo de plagas.



**Figura 3.** Exploración mediante muestreo con red en hileras en forma de sisad.

### 2.5.2 Identificación de especímenes colectados

Los insectos recolectados en campo fueron transportados al laboratorio para su respectiva identificación. En el laboratorio, se utilizó un estereomicroscopio binocular con ampliación óptica zoom Greenough 6,5, que incluye una cámara integrada. Este equipo permitió identificar a los insectos basándose en sus características morfológicas. Posteriormente, se emplearon claves taxonómicas para realizar una identificación hasta el nivel taxonómico más detallado posible, siguiendo la metodología establecida por Chacón *et al.* (2009).

## 2.6 Parámetros evaluados

### 2.6.1 Índices de biodiversidad

Comparación del índice de diversidad de los insectos entomófagos:

Se realizó la identificación estándar por medio de revisión literaria en libros de entomología para determinar el tipo de insecto de acuerdo con el orden (Ortega, 1987).

El índice Shannon evalúa la diversidad taxonómica, la similitud biológica y la diversidad macro fáunica, si las muestras presentan un valor mayor de 5 el índice presenta mayor diversidad de organismos y si la muestra presenta un valor menor de 2 la diversidad de organismo sería baja (Pla, 2006).

La población absoluta se estimó al total de insectos capturados por las trampas, así mismo para medir la diversidad se utilizó el índice de Shannon que nos ayudó a saber qué orden tenía mayor dominancia y el mayor índice de diversidad utilizando la siguiente fórmula:  $H = \sum P_i * \ln P_i$ .

Dónde:

H=Índice de Shannon– Wiener

P<sub>i</sub> = Abundancia relativa

Ln= Logaritmo natural

**Índice de riqueza: MARGALEF** es una medida utilizada para evaluar la diversidad biológica en un área específica. Este índice se centra en la cantidad de especies presentes en



una comunidad y se considerará que valores superiores a 5,0 indican una gran diversidad, mientras que valores inferiores a 2,0 se consideran de baja diversidad. Este índice permite evaluar la riqueza específica o diversidad alfa, se evalúa a partir de realizar un conteo de todas las especies presentes en las fincas seleccionadas.

$$Dng = \frac{s - 1}{\ln N}$$

- S= Número de especies observados o riqueza específica.
- N= Número total de individuos mostrados.

**Índice Simpson:** Este índice es conocido como índice de dominancia y permite evaluar cuál es la especie que se encuentra en mayor proporción en un muestreo.

$$D = \sum_{i=1}^s \frac{ni(ni - 1)}{N(N - 1)}$$

$$D = \sum_{i=1}^s pi^2$$

Donde:

$pi$  = Se evalúa a partir de dividir el número total de individuos o variedades por cada especie sobre el número total de individuos evaluados en el muestreo, esta es la abundancia proporcional con base a la muestra.

N = Número total de los individuos de la muestra

Para el valor D, entre más cercano el valor sea de uno ( $\leq 1$ ), menor será la diversidad que habrá en la comunidad, caso contrario cuando D tiende a 0 habrá menos dominancia y mayor equitatividad.

### 2.6.2 *Análisis de entomofauna*

Son utilizados para medir la diversidad de especies dentro del ecosistema donde se calculó los índices de biodiversidad: Simpson, Shannon- Wiener y Margalef. Los cálculos para la dominancia, frecuencia, densidad e índice de valor de importancia de especies se realizaron en base a las fórmulas planteadas (Pedroza *et al.*, 2007).

**Frecuencia:** La frecuencia de especies, se refiere a la proporción de la muestra o sitios de muestreo, en las cuales esa especie está presente, esto ayuda a entender cuán común es una especie dentro del área de estudio.

$$F = (ni/N) \times 100$$

F=frecuencia, ni=número total de individuos de la especie y N número total de individuos de la muestra, se podrá clasificar como poco frecuentes (PF) cuando la frecuencia

es menor que el límite inferior del IC de la media; frecuente (F) cuando la frecuencia entre los límites inferior y superior del IC de la media y superfrecuentes (SF) y muy frecuentes cuando la frecuencia es mayor que el límite superior del IC de la media (Silviera Neto, Nakano y Barbin, 1976).

**Constancia:** La constancia de especies indica cuán uniformemente distribuida está en el tiempo o en diferentes condiciones ambientales. Una especie constante, es aquella que se encuentra en la mayoría o en todas muestras.

$$C = p \times 100/N$$

Esto se define a través del porcentaje de ocurrencia de las familias donde C=porcentaje de constancia, p=número de colectas conteniendo la familia y N=total de colectas efectuadas. Las familias se consideran constantes (C) cuando están presentes en más del 50% de las muestras, accesorias (Y) cuando presentes en el 25-50% de las muestras y accidentales (Z) cuando están presentes en menos del 25% de las colectas (Silviera Neto, Nakano y Barbin, 1976).

**Dominancia:** Se refiere a la importancia relativa de una especie en términos de cobertura o en número de individuos en relación con otras especies. Una especie dominante puede ejercer una influencia significativa sobre la estructura y la función del ecosistema.

$$LD = (1/S) \times 100$$

Esto define la abundancia relativa de cada familia donde LD= porcentaje de dominancia, S=número total de familias, las familias se consideran dominantes cuando el valor de frecuencia es superior al límite de dominancia y se considera no dominantes cuando estos tienen valores inferiores (Silviera Neto, Nakano y Barbin, 1976).

### **Abundancia**

Esta fue calculada gracias a las medidas de dispersión a través del intervalo de confianza con el 5% de probabilidad. Las familias fueron catalogadas como (r) raras cuando el número de individuos es menor al IC, (d) dispersas cuando el límite es inferior a IC, (c) comunes cuando el número de individuos este situado dentro del IC; abundantes (a) cuando están entre los límites superiores y muy abundantes (ma) cuando el número es mayor que el límite superior del IC (Silviera Neto, Nakano y Barbin, 1976).

## **2.7 Determinación de grupos funcionales**

Realizado la identificación de especies se procedió a revisar la literatura de acuerdo a su biología, comportamiento y hábitos alimenticios donde se le asignó a cada morfotipo una categoría de grupo funcional las cuales fueron clasificadas como polinizadores, depredadores, parasitoides, fitófagos, detritívoros e indiferentes o desconocido (Torretta y Poggio, 2013).

## **2.8 Análisis de los resultados**

Se realizó el análisis de índices de biodiversidad con el software PAST versión 4.13 (2001). El análisis de fauna se realizó utilizando una planilla de Excel de Microsoft 2016.

## **CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **3.1 Abundancia de insectos en sistema convencional y asociado**

En la Tabla 4 se presentan los resultados de abundancia de insectos colectados en los dos agroecosistemas de maíz. Se registró un total de 2 014 insectos durante los 4 meses de muestreo de los cuales 1 200 se capturaron en el cultivo asociado de maíz-soya y 814 en el de monocultivo de maíz agrupados en 7 órdenes y 19 familias y 25 géneros en el sistema convencional y 7 órdenes, 21 familias y 27 géneros en el sistema de maíz asociado.

Los órdenes identificados en los dos sistemas son: Coleóptera, Díptera, Hymenoptera, Hemíptera Lepidóptera, Neuróptera y Ortóptera, siendo los más abundantes en el sistema convencional Coleóptera, Lepidoptera y Hemíptera con el 28%, 26% y 16% del total de insectos colectados respectivamente; mientras que, en el sistema asociado el orden Hymenoptera fue el más abundante con el 26%, seguido por Coleóptera con el 24% y por Lepidóptera con el 17%. Neuróptera estuvo presente en los dos agroecosistemas, siendo más abundante en el sistema asociado con 7%, mientras que el sistema de monocultivo presento solo el 5% de la población total.

Los resultados obtenidos muestran similitud con la investigación de Martínez y Rovesti (2007), donde señalan que este comportamiento se determina a partir de la composición de la biota del suelo, donde los órdenes predominantes fueron de la clase Coleóptera e Hymenoptera destacando que la abundancia del orden coleóptera está relacionada con la presencia de precipitaciones en zonas húmedas, donde la mayoría son consideradas depredadores.

Blanco y Leyva (2009) también determinan de manera general que, dentro de los agroecosistemas asociados, el orden Hymenoptera destaca por la alta presencia de insectos benéficos, por su adaptación al entorno; y los órdenes tales como lepidópteros y coleóptera son más representativos en la área de maíz convencional.

**Tabla 4.** Composición taxonómica y funcional de la comunidad de entomofauna encontrada en los sistemas de manejo (M.C) maíz convencional y (M.A) maíz asociado.

Orden	Familia	Género	Especie	N# Insectos			
				M.C	M.A	M.C%	M.A%
Coleóptera	Carabidae	<i>Calosoma</i>	<i>Calosoma alternans</i>	19	29	26%	24%
	Chrysomelidae	<i>Colaspis</i>	<i>Colaspis</i> sp	37	29		
		<i>Diabrotica</i>	<i>Diabrotica balteata</i>	39	34		
	Coccinellidae	<i>Omophoita</i>	<i>Omophoita cyanupennis</i>	40	38		
		<i>Cheilomenes</i>	<i>Cheilomenes sexmaculata</i>	27	58		
		<i>Coccinella</i>	<i>Coccinella quinquepunctata</i>	28	78		
Staphylinidae	<i>Tasgius</i>	<i>Tasgius ater</i>	25	22			
Díptera	Dolichopodidae	<i>Condylostylus</i>	<i>Condylostylus mundus</i>	44	44	13%	13%
	Drosophilidae	<i>Chymomyza</i>	<i>Chymomyza amoena</i>	40	47		
	Muscidae	<i>Musca</i>	<i>Musca domestica</i>	24	63		
Hemíptera	Cicadellidae	<i>Cicadella</i>	<i>Cicadella</i> sp	42	41	16%	14%
	Pentatomidae	<i>Tibraca</i>	<i>Tibraca limbativentris</i>	33	40		
	Reduviidae	<i>Zelus</i>	<i>Zelus cervicalis</i>	53	83		
Hymenoptera	Apidae	<i>Acanthopus</i>	<i>Anthophila</i> sp	25	85	11%	26%
	Crabronidae	<i>Trypoxylon</i>	<i>Trypoxylon politum</i>	34	82		
	Eumenidae	<i>Polybia</i>	<i>Polybia occidentalis</i>	33	59		
	Platygastriidae	<i>Telenomus</i>	<i>Telenomus tetraticus</i>	0	82		
Lepidóptera	Crambidae	<i>Spilomelinae</i>	<i>Spilomelinae</i> sp	21	22	28%	17%
	Noctuidae	<i>Agrotis</i>	<i>Agrotis segetum</i>	21	22		
		<i>Melipotis</i>	<i>Melipotis indómita</i>	15	33		
		<i>Spodoptera</i>	<i>Spodoptera frugiperda</i>	57	29		
		<i>Heliothis</i>	<i>Zea y virescens</i>	34	15		
	Nymphalidae	<i>Hamadryas</i>	<i>Hamadryas februa</i>	32	43		
	Pyrilidae	<i>Diatrea</i>	<i>Diatraea saccharalis</i>	36	23		
	Tortricidae	<i>Thaumatotibia</i>	<i>Thaumatotibia</i> sp	15	18		
Neuróptera	Chrysopidae	<i>Chrysoperla</i>	<i>Chrysoperla carnea</i>	40	80	5%	7%
Orthoptera	Acrididae	<i>Anaeolopus</i>	<i>Caelifera</i> sp	0	1	0%	0.1%
<b>Total</b>				814	1200		

### 3.2 Índices de biodiversidad

Los índices de biodiversidad de los dos agroecosistemas se presentan en la Tabla 5. Ambos agroecosistemas presentan una biodiversidad media de con valores de Shannon H de 3.166 para el sistema convencional y de 3.14 para el asociado. Lo que confirma los valores del índice de Simpson (D) altos y muy cercanos a uno. En cuanto a los valores de diversidad específica o riqueza de especies (Margalef) fueron de 3.581 y 3.667 en los agroecosistemas bajo manejo convencional y asociado lo que refleja una riqueza de especies media.

El índice de Sørensen (L) cuyos valores fueron superiores al 75% indican que los dos ambientes son altamente similares en cuanto a presencia de especies. En la tabla 5 se muestran los valores de los índices de biodiversidad, donde Shannon y Simpson indican que ambos agroecosistemas comparten una diversidad relativamente alta y comparable; por otro lado, el índice de Margalef indica que los valores son ligeramente superiores al maíz convencional.

Sorensen nos da un valor de 96% esto muestra una similitud muy alta en la composición de especies entre los dos sistemas, lo que sugiere que la diferencia en manejo no afecta significativamente la presencia de diferentes especies.

Los resultados de los índices de Shannon (H), reflejan prácticas de manejo agrícola que pueden estar fomentando una mayor diversidad y distribución de especies en comparación con el área de referencia natural (Smith, 2020).

Rodríguez (2006) en su investigación menciona que, si la diversidad biológica con los índices de Sorensen son altos quiere decir que los ecosistemas son variados y con una alta gama de biodiversidad de especies que conviven dentro del mismo hábitad.

**Tabla 5.** Comparación de índices de biodiversidad encontrados en (M.C) maíz convencional y (M.A) maíz asociado.

Índices	M.C	M.A
Shannon H	3.166	3.141
Simpson	0.9558	0.9522
Margalef	3.581	3.667
Sorensen	96%	

### 3.3 Análisis de fauna

En la Tabla 6 se muestran el análisis de faunístico de los dos agroecosistemas.

Dentro el cultivo convencional, encontramos una mayor abundancia relativa de insectos, en los órdenes Lepidóptero, Coleóptero y Díptera en el primer orden encontramos tres especies dominantes las cuales dos pertenecen a la familia Noctuidae y una en la familia Pyralidae, en los Coleópteros con la familia Chrysomelidae y Díptera con la familia Drosophilidae la frecuencia de todos los insectos dominantes fueron de 4.05% a 7% y la distribución de especies restantes no excedió 3.93% siendo el de menor valor *Zea y virescens* y *Thaumatotibia* sp con el 1.84%.

Los insectos con mayor dominancia relativa en el agroecosistema asociado pertenecen al orden Coleóptero, familia Coccinellidae y al orden Hymenoptera, familias Apidae, Crabronidae, Eumenidae, Platygastriidae, cuyas especies se consideraron muy abundantes dentro del cultivo. La frecuencia de apariciones de todos los insectos dominantes fue de 4.83% a 7.08% y la distribución de especies restantes no excedió 3% siendo el de menor valor *Caelifera* sp con el 0.08%.

La mayor parte de especies en ambos sistemas de manejo fueron catalogadas como (C) constantes por su aparición en todas las 7 colectas.

Altie y Nicholls (2007) menciona que, los enemigos naturales plantados en agroecosistemas diversificados va a disponer una mayor dinámica en las condiciones del micro hábitat, cambiando así el uso irracional de productos químicos que afectan la ubicación de las especies incrementos en la estabilidad de la dinámica de las poblaciones como depredador-presa y parasitoide-huésped mejorando el éxito en la reproducción, supervivencia y eficacia de los enemigos naturales.

**Tabla 6.** Análisis faunístico, abundancia, dominancia y frecuencia de insectos encontrados en los agroecosistemas convencional y asociado.

Orden	Especies	n apariciones	MAIZ												
			Convencional						Asociado						
			n	F	4	C	A	n apar	n	F	3.7037	C	A		
Lepidóptera	<i>Spilomelinae</i> sp	5	21	2.58	ND	71%	C	r	7	22	1.83	ND	100%	C	r
	<i>Agrotis segetum</i>	4	21	2.58	ND	57%	C	r	7	22	1.83	ND	100%	C	r
	<i>Zea y virescens</i>	5	15	1.84	ND	71%	C	r	7	15	1.25	ND	100%	C	r
	<i>Spodoptera frugiperda</i>	5	57	7.00	D	71%	C	ma	7	29	2.42	ND	100%	C	r
	<i>Diatraea saccharalis</i>	5	36	4.42	D	71%	C	ma	7	23	1.92	ND	100%	C	r
	<i>Hamadryas februa</i>	5	32	3.93	ND	71%	C	a	7	43	3.58	ND	100%	C	d
	<i>Thaumatotibia</i> sp	3	15	1.84	ND	43%	Y	r	4	18	1.50	ND	57%	C	r
	<i>Melipotis indomita</i>	5	34	4.18	D	71%	C	a	7	33	2.75	ND	100%	C	r
Coleóptera	<i>Calosoma alternans</i>	4	19	2.33	ND	57%	C	r	7	29	2.42	ND	100%	C	r
	<i>Colaspis</i> sp	5	37	4.55	D	71%	C	ma	7	29	2.42	ND	100%	C	r
	<i>Diabrotica balteata</i>	5	39	4.79	D	71%	C	ma	7	34	2.83	ND	100%	C	r
	<i>Omophoita cyanupennis</i>	5	40	4.91	D	71%	C	ma	7	38	3.17	ND	100%	C	r
	<i>Cheilomenes sexmaculata</i>	5	27	3.32	ND	71%	C	d	7	58	4.83	D	100%	C	ma
	<i>Coccinella quinquepunctata</i>	5	28	3.44	ND	71%	C	d	7	78	6.50	D	100%	C	ma
	<i>Tasgius ater</i>	5	25	3.07	ND	71%	C	r	7	22	1.83	ND	100%	C	r
Hymenoptera	<i>Telenomus tetraticus</i>	0	0	0.00	ND	0%	Z		7	82	6.83	D	100%	C	ma
	<i>Polybia occidentalis</i>	5	33	4.05	D	71%	C	a	7	59	4.92	D	100%	C	ma
	<i>Anthophila</i> sp	5	25	3.07	ND	71%	C	r	7	85	7.08	D	100%	C	ma
	<i>Trypoxlon politum</i>	5	34	4.18	D	71%	C	a	7	82	6.83	D	100%	C	ma
Díptera	<i>Musca domestica</i>	5	24	2.95	ND	71%	C	r	7	63	5.25	D	100%	C	ma
	<i>Condylostylus mundus</i>	5	44	5.41	D	71%	C	ma	7	44	3.67	ND	100%	C	c
	<i>Chymomyza amoena</i>	5	40	4.91	D	71%	C	ma	7	47	3.92	D	100%	C	a
Hemíptera	<i>Cicadella</i> sp	5	42	5.16	D	71%	C	ma	7	41	3.42	ND	100%	C	d



	<i>Tribaca limbativentris</i>	5	33	4.05	D	71%	C	a	7	40	3.33	ND	100%	C	d
	<i>Zelus cervicalis</i>	5	53	6.51	D	71%	C	ma	7	83	6.92	D	100%	C	ma
Orthoptera	<i>Caelifera</i> sp	0	0	0.00	ND	0%	Z		1	1	0.08	ND	14%	Z	r
Neuroptera	<i>Chrysoperla carnea</i>	5	40	4.91	D	71%	C	ma	7	80	6.67	D	100%	C	ma
Total		<b>814</b>								<b>1200</b>					

Dentro del análisis faunístico de los sistemas de manejo se tomó en cuenta la dominancia catalogadas como (D) Dominante y (ND) No Dominante. La constancia, (C) especies capturadas durante los muestreos, (Y) accesorias y (Z) cuando los insectos se encuentran presentes en menor rango. Dentro de la abundancia las familias fueron catalogadas como (r) raras (d) dispersas, (c) comunes, abundantes (a) cuando están entre los límites superiores y muy abundantes (ma) cuando el número es mayor que el límite superior.

### 3.4 Grupos funcionales

La comparación de los insectos según su hábito alimenticio nos determinó la dinámica e interacción de especies que existe dentro del ecosistema (Figuras 4 y 5).

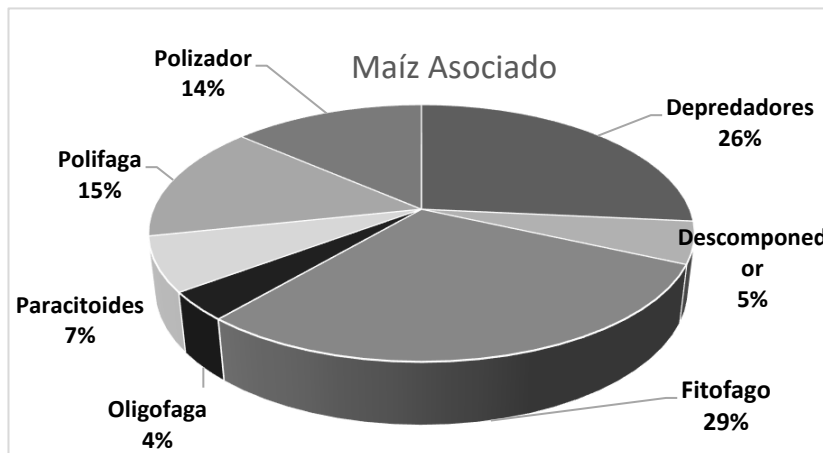
Dentro del sistema convencional los insectos fitófagos representan una proporción considerable de 390 insectos que equivale al 48% destacando la presencia de plagas dentro del cultivo, en cambio la presencia de insectos benéficos tales como depredadores, parasitoides y polinizadores son muy bajas que van del 0 al 23% lo que sugiere una menor diversidad funcional y posiblemente una mayor dependencia de los insumos químicos para el control de plagas.

Dentro de agroecosistema asociado se mostró una complejidad ecológica debido a la interacción de diversas especies, donde se muestra una baja representatividad (29%) de fitófagos esto a diferencia del maíz convencional, lo que indica un equilibrio en las relaciones tróficas y un control natural de plagas más efectivo, considerando que la interacción de depredadores, polinizadores y parasitoides es más alta por ende existiría un mayor control biológico.

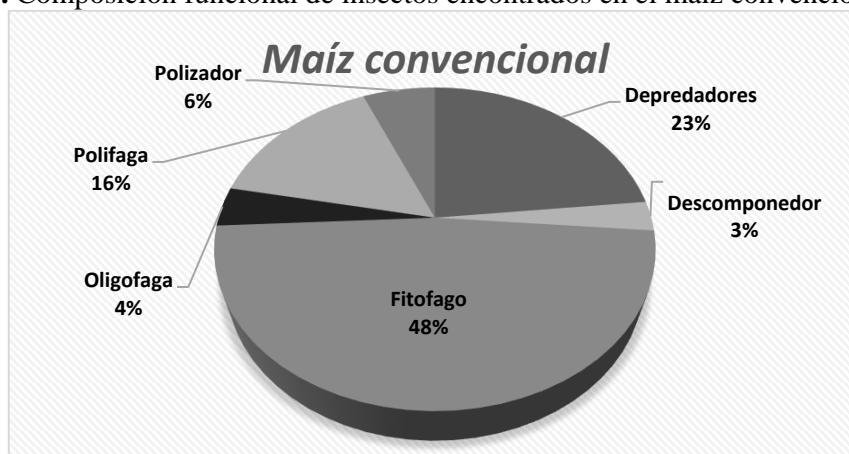
López García *et al.* (2019) determinaron que la influencia de insectos benéficos va depender del manejo de hábitat con vegetación nativa, sobre los servicios ecosistémicos ofrecidos por insectos polinizadores y controladores de plagas. Esto quiere decir que, en el sistema asociado se incrementa la población de insectos benéficos por la presencia de material vegetal de diferentes cultivos.

En cuanto a los depredadores, se observaron comportamientos similares en los distintos ambientes estudiados, lo cual podría estar relacionado con factores como la temperatura y la humedad del suelo, así como con la cantidad de detritívoros disponibles como fuente de alimento para este grupo funcional (Cabrera, 2011).

**Figura 4.** Composición funcional de los insectos encontrados en el maíz asociado con soya (M.A).



**Figura 5.** Composición funcional de insectos encontrados en el maíz convencional (M.C).



## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### ***Conclusiones***

Esta investigación concluye que en ambos sistemas de manejo se encontró una rica diversidad de especies con un total de 2014 insectos las cuales fueron identificadas y separadas por orden taxonómico, se encontró una alta similitud de especies en ambos sistemas lo que indica una comunidad diversa y similar en términos de insectos presentes.

En la comparación de índices de biodiversidad mostraron que en ambos agroecosistemas mantienen en común una alta diversidad de entomofauna. En la clasificación de los insectos por grupo funcional, se observó una mayor presencia de insectos depredadores, que representaron el 26%, y de polinizadores con el 14% en base al sistema asociado, cuya predominancia estaría relacionada con las prácticas sostenibles empleadas en este sistema. En contraste, el sistema convencional mostró una alta presencia de insectos fitófagos, representando el 48% de la entomofauna a diferencia del 29% del sistema asociado, lo que refleja un equilibrio ecológico por medio de agentes biorreguladores.

### ***Recomendaciones***

- Realizar estudios comparativos de monitoreo en sistemas de manejo convencional y conservacionistas a largo plazo.
- Investigar más afondo la diversidad funcional de los insectos.
- Evaluar en otros cultivos agrícolas la biodiversidad de insectos de acuerdo a su manejo agroecológico.
- Correlacionar las actividades de manejo con la diversidad de insectos y otros factores ambientales.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, R. (2009) 'El cultivo del maíz, SU origen y clasificación. EL MAIZ en Cuba', *Cultivos Tropicales*, 30(2), pp. 00–00.
- Aguilar Osabas, W.M. y Hernández Lino, R. (2015) Comparación del efecto del manejo convencional versus manejo con buenas prácticas agrícolas (BPA) sobre la entomofauna, crecimiento, rendimiento y rentabilidad del cultivo del maíz (*Zea mayz* L). engineer. Universidad Nacional Agraria, UNA. Available at: <https://repositorio.una.edu.ni/3228/> (Accessed: 29 June 2024).
- Altie, M.A. y Nicholls, C.I. (2007) 'Conversión agroecológica de sistemas convencionales de producción: teoría, estrategias y evaluación': *Ecosistemas*, 16(1). Available at: <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/133> (Accessed: 12 June 2024).
- Andina Biosph, S. (2017) 'El Manejo Integrado de Plagas (MIP): Perspectivas e importancia de su impacto en nuestra región', La Paz. Available at: [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=s2308-38592017000200001&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=s2308-38592017000200001&script=sci_arttext) (Accessed: 12 January 2024).
- Becerra Juárez, K.A. (2020) 'Evaluación de los estadios larvarios del controlador biológico crisopas (*Chrysoperla carnea*) en el control de pulgón (*Aphis gossypii*) a nivel de laboratorio – INIA Chiclayo', Repositorio Institucional - UCV [Preprint]. Available at: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/49026> (Accessed: 11 June 2024).
- Blanco, Y. y Leyva, Á. (2009) 'Las arvenses y su entomofauna asociada En El cultivo del maíz (*Zea mays*, L.) posterior al periodo crítico de competencia', *Cultivos Tropicales*, 30(1), pp. 00–00.
- Caballero-García, M.A. et al. (2019) 'Validación empírica de la teoría multicéntrica del origen y diversidad del maíz en México', *Revista fitotecnia mexicana*, 42(4), pp. 357–366.
- Cabrera, G. (2012). La macrofauna edáfica como indicador biológico del estado de conservación/perturbación del suelo. Resultados obtenidos en Cuba. *SciELO*, 35(4), 346-363.
- Cabrera, G. a. (2018). Caracterización ecológica de la macrofauna edáfica en dos sitios de bosque siempreverde en El Salón, Sierra del Rosario, Cuba. *Bosque (Valdivia)*, 39(3).
- Cabrera, G. R. (2011). Composición funcional de la macrofauna edáfica en cuatro usos de la tierra en las provincias de Artemisa y Mayabeque, Cuba. . *Pastos y forrajes*, 34(3), 331-346.
- Campuzano Franco, J.G. (2018) 'Comportamiento del Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* JE Smith) en diferentes etapas fenológicas del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) bajo tres fechas de siembra, en Jipijapa- Manabi.', pp. 1–74.

- Castillo, J. et al. (2015) 'Entomofauna en las principales malezas asociadas a los cultivos de maíz, cítricos y lúcumo y su población estimada por hectárea en La Molina, Lima. Perú', *Anales Científicos*, 76(2), pp. 315–323.
- Cebrián, L.F. (2009) 'Análisis estadístico descriptivo', 2009.
- Cepeda, G.M.C. (2019) 'Producción de semilla de maíz en el Ecuador: retos y oportunidades', *ACI Avances en Ciencias e Ingenierías*, 11(1), pp. 116–123. Available at: <https://doi.org/10.18272/aci.v11i1.1100>.
- Chacón Castro, Y. et al. (2009) 'Desarrollo de una metodología de crianza en laboratorio del gusano cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) como posible hospedante de insectos biocontroladores de interés agrícola', *Tecnología en Marcha*, 22(4), pp. 28–37.
- Cisneros, F. (1992) 'El manejo integrado de plagas', Lima, 7, p. 38.
- Climate Data (2024) Clima Manglaralto: Temperatura, Climograma y Temperatura del agua de Manglaralto. Available at: <https://es.climate-data.org/america-del-sur/ecuador/santa-elena-province/manglaralto-25418/> (Accessed: 14 June 2024).
- Colazo, J. (2015) El cultivo de maíz en San Luis.
- Garache Guido, M.A. and López López, G.R. (2007) Efectos de policultivo tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill), chiltoma (*Capsicum annum*, L.) y maíz (*Zea mays*, L) en la ocurrencia poblacional de insectos plagas, artrópodos benéficos y el uso equivalente de la tierra Tisma-Masaya, 2007. engineer. Universidad Nacional Agraria, UNA. Available at: <https://repositorio.una.edu.ni/2032/> (Accessed: 12 January 2024).
- González, A. (2020). Fauna edáfica: un año de estudio en sistemas agrícolas ecológicos y convencionales. tesis de grado, Universidad de Laguna.
- Google Earth (2024) Google Earth. Available at: <https://earth.google.com/web/@0,0,10a,0d,1y,0h,0t,0r/data=OgMKATA> (Accessed: 17 June 2024).
- Hidalgo, E.M. et al. (2018) 'Evaluación de la calidad nutricional de los ensilajes en bolsa de los híbridos de maíz Somma y Trueno aplicando dos aditivos en la zona de Colimes', *Espirales Revista Multidisciplinaria de investigación*, 2(15). Available at: <https://doi.org/10.31876/re.v2i15.222>.
- Huato, D. (2010) 'Manejo del maíz en el estado de Tlaxcala, México: entre lo convencional y lo agroecológico | Revista Latinoamericana de Recursos Naturales', H. Available at: <https://revista.itson.edu.mx/index.php/rlrn/article/view/184> (Accessed: 12 January 2024).
- Irrazabal Gavino, J. (2016) 'Determinación de la dinámica poblacional de insectos plaga y benéficos en el cultivo de maíz (*zea mays* l.) En la zona Simón Bolívar, Guayas'.

- Available at:  
<https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/IRRAZABAL%20GAVINO%20JACINTO%20MAXIMILIANO.pdf>.
- Jiménez Mass, N. y Guevara Agudelo, E.J. (2005) ‘Entomofauna de importancia del cultivo del maíz en Colombia’, pp. 1–13.
- Jimenez Sagbay, M.A. (2021) Revisión Bibliográfica de los Protocolos de Manejo de Biocontroladores (Avispas sp.) en su Captura, Aislamiento y Propagación, Salache - Ceypsa 2021. bachelorThesis. Ecuador, Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC). Available at: <http://localhost/handle/27000/8139> (Accessed: 12 January 2024).
- Limongi Andrade, R. (2011) ‘Caracterización y diversidad florística del sistema agroforestal maíz con árboles dispersos en la cuenca del Carrizal, Manabí, Ecuador’. Available at: <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/3338> (Accessed: 12 January 2024).
- Livia, C., Sánchez, G. and Cruces, L. (2020) ‘Diversidad de insectos del suelo asociados al cultivo de maíz (*Zea mays* L.) EN LA MOLINA / LIMA / PERÚ’, *Ecología Aplicada*, 19(2), pp. 57–64. Available at: <https://doi.org/10.21704/rea.v19i2.1556>.
- Loiacono, M. y Hernandez, E. (2012) ‘Insectos Plaga y sus enemigos naturales. Diversidad, Identificación y conservación de insectos benéficos’. Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Available at: <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/76022> (Accessed: 14 June 2024).
- López García, G.P. et al. (2019) ‘Biodiversidad de insectos polinizadores y depredadores en agroecosistemas vitícolas de Mendoza, Argentina: Consideraciones para el manejo del hábitat’, *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo*, 51(1), pp. 309–322.
- Martinez, E. and Rovesti, L. (2007) (PDF) Manejo Integrado de Plagas. Manual práctico. Available at: [https://www.researchgate.net/publication/317298831\\_Manejo\\_Integrado\\_de\\_Plagas\\_Manual\\_practico](https://www.researchgate.net/publication/317298831_Manejo_Integrado_de_Plagas_Manual_practico) (Accessed: 11 June 2024).
- Nielsen, V. (2003) ‘Métodos para recolectar insectos’, *Revista de Agricultura Tropical*, Vol 33, pp. 59-68 [Preprint]. Available at: <https://kerwa.ucr.ac.cr/handle/10669/78517> (Accessed: 28 November 2023).
- Ortega, A.O. (1987) *Insectos nocivos del maíz: una guía para su identificación en el campo*. CIMMYT.
- Pedroza, H. et al. (2007) *Sistema de análisis estadísticos con SPSS*. Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA). Available at: <https://repositorio.iica.int/handle/11324/4106> (Accessed: 25 April 2024).

- Pla, L. (2006) 'Biodiversidad: Inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza', *Interciencia*, 31(8), pp. 583–590. Available at: [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0378-](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0378-)
- Placencia Reinoso, M.F. (2020) Análisis del sector maicero y su aporte al desarrollo de la provincia de Manabí, cantón Jipijapa en el período 2014-2018. Available at: <https://repositorio.ug.edu.ec/items/beb709b5-26c9-4361-b14b-f8381891b380> (Accessed: 12 January 2024).
- Prado, M.M., García, D.G. y Sastre, R.M. (2018) 'Los insectos polinizadores en la agricultura: importancia y gestión de su biodiversidad': *Ecosistemas*, 27(2), pp. 81–90. Available at: <https://doi.org/10.7818/ECOS.1394>.
- Ramírez Freire, L. et al. (2014) 'El uso de platos trampa y red entomológica en la captura de abejas nativas en el estado de Nuevo León, México', *Acta zoológica mexicana*, 30(3), pp. 508–538.
- Rincón, M. y Souza, B. (2010) *Insectos Benéficos. Guía para su identificación*. INIFAP. Mexico. Available at: [[https://www.ciaorganico.net/documypublic/551\\_INSECTOS\\_BENEFICOS\\_Guia\\_\(2\).pdf](https://www.ciaorganico.net/documypublic/551_INSECTOS_BENEFICOS_Guia_(2).pdf)]
- Rodríguez, J.P. (2006) 'Sobre diversidad biológica: el significado de las diversidades Alfa, Beta y Gamma', *Interciencia*, 31(10), pp. 764–764.
- Smith, J. W. (2020). El papel de la agrosilvicultura en el aumento de la resiliencia de los medios de subsistencia frente a las inundaciones y la sequía en el semiárido de Kenia. *Agroforestry Systems*, 94(1), 1-17.
- Scott, J.A. (1986) *Las mariposas de Norteamérica: A Natural History and Field Guide*. Stanford: Stanford University Press
- Silviera Neto, Nakano, O. y Barbin, D. (1976) 'Manual de ecología dos insetos.', Piracicaba, SP: Escola Superior de Agricultura, 1976., p. 419.
- Torretta, J.P. y Poggio, S.L. (2013) 'Species diversity of entomophilous plants and flower-visiting insects is sustained in the field margins of sunflower crops', *Journal of Natural History*, 47(3–4), pp. 139–165. Available at: <https://doi.org/10.1080/00222933.2012.742162>.
- Villavicencio Linzán, J.P., Yáñez y Zambrano Mendoza, J.L. (2017) 'Estado de la investigación y desarrollo tecnológico del maíz en Ecuador'. Available at: <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5722> (Accessed: 12 January 2024).
- Vintimilla, M. et al. (2022) Catálogo de insectos plaga poscosecha en granos de maíz y fréjol en las provincias de Azuay y Cañar. Gualaceo, EC: INIAP, Estación Experimental del Austro, Departamento de Protección Vegetal, 2022. Available at: <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5894> (Accessed: 12 January 2024).



## ANEXOS



**Figura 1A:** Colectas de individuos por red entomológica cultivo de maíz.



**Figura 1B:** entomofauna recolectada etiquetada y almacenada en frascos con el 70% de alcohol.



**Figura 1C:** Identificación de los insectos encontrados en el maíz cultivado bajo sistemas convencional y de sustitución de insumos en el laboratorio de agua y suelo de la Facultad de Ciencias Agrarias.

**Figuras 1D:** Especies dominantes en sistema de maíz convencional (M.C).



**Clase:** Insecta  
**Orden:** Lepidóptera  
**Familia:** Noctuidae  
**Género:** *Spodoptera*  
**Especie:** *Spodoptera frugiperda*



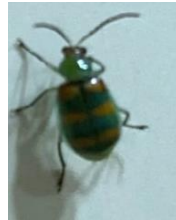
**Clase:** Insecta  
**Orden:** Lepidóptera  
**Familia:** Pyralidae  
**Género:** *Diatrea*  
**Especie:** *Diatraea saccharalis*



**Clase:** Insecta  
**Orden:** Lepidóptera  
**Familia:** Carabidae  
**Género:** *Calathus*  
**Especie:** *Melipotis indomita*



**Clase:** Insecta  
**Orden:** Coleóptera  
**Familia:** Chrysomelidae  
**Género:** *Colaspis*  
**Especie:** *Colaspis* sp



**Clase:** Insecta  
**Orden:** Coleóptera  
**Familia:** Chrysomelidae  
**Género:** *Diabrotica*  
**Especie:** *Diabrotica balteata*



**Clase:** Insecta  
**Orden:** Coleóptera  
**Familia:** Chrysomelidae  
**Género:** *Omophoita*  
**Especie:** *Omophoita cyanupennis*



**Clase:** Insecta  
**Orden:** Díptera  
**Familia:** Dolichopodidae  
**Género:** *Condyllostylus*  
**Especie:** *Condyllostylus mundus*



**Clase:** Insecta  
**Orden:** Hemíptera  
**Familia:** Pentatomidae  
**Género:** *Tibraca*  
**Especie:** *Tribaca limbativentris*



**Clase:** Insecta  
**Orden:** Hemiptera  
**Familia:** Reduviidae  
**Género:** *Zelus*  
**Especie:** *Zelus cervicalis*

**Figuras 1E:** Especies dominantes en sistema de maíz asociado (M.A).



**Clase:** Insecta  
**Orden:** Hymenóptera  
**Familia:** Eumenidae  
**Género:** *Polybia*  
**Especie:** *Polybia occidentalis*



**Clase:** Insecta  
**Orden:** Hymenóptera  
**Familia:** Crabronidae  
**Género:** *Trypoxlon*  
**Especie:** *Trypoxlon politum*



**Clase:** Insecta  
**Orden:** Díptera  
**Familia:** Muscidae  
**Género:** *Musca*  
**Especie:** *Musca domestica*



**Clase:** Insecta  
**Orden:** Neuróptera  
**Familia:** Chrysopidae  
**Género:** *Chrysoperla*  
**Especie:** *Chrysoperla carnea*



**Clase:** Insecta  
**Orden:** Coleóptera  
**Familia:** Coccinellidae  
**Género:** *Coccinella*  
**Especie:** *Coccinella quinquepunctata*



**Clase:** Insecta  
**Orden:** Hymenóptera  
**Familia:** Platygastriidae  
**Género:** *Telenomus*  
**Especie:** *Telenomus tetraticus*



**Clase:** Insecta  
**Orden:** Coleóptera  
**Familia:** Coccinellidae  
**Género:** *Cheilomenes*  
**Especie:** *Cheilomenes sexmaculata*