



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

ESCUELA DE AGRONOMÍA

TRABAJO DE TITULACIÓN

PREVIO LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

“Determinación de la entomofauna asociada al cultivo de maíz bajo diferentes tratamientos con insecticidas”

AUTORES:

Oscar Andres Landivar Sabando

Irving Ivan Giler Solís

TUTORA:

Ing. Dorys Terezinha Chirinos Torres, PhD.

Lodana – Manabí – Ecuador

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios por la vida y por guiarme a lo largo de mi existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

Gracias a mis padres: Oscar Landivar Velasco y Toty Sabando Bermúdez, por ser los principales promotores de mis sueños, por confiar y creer en mis expectativas, por los consejos, valores y principios que me han inculcado.

De manera especial a mi tutor de tesis, la Dra. Dorys Chirinos Torres por haberme guiado, no solo en la elaboración de este trabajo de titulación, sino a lo largo de mi carrera universitaria y haberme brindado el apoyo para desarrollarme profesionalmente y seguir cultivando mis valores.

Agradezco también a nuestros docentes de la Escuela de Agronomía de la Universidad Técnica de Manabí, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de nuestra profesión.

Oscar Andrés Landívar Sabando

DEDICATORIA

El presente trabajo investigativo lo dedicamos principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados en mi vida.

A mis padres Oscar Landivar Velasco y Toty Sabando Bermúdez, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que ahora soy. Han sido mi orgullo y mi privilegio de ser su hijo, son los mejores padres.

A mis hermanas Paulette Landivar Sabando y Andrea Landivar Sabando por estar siempre presentes, acompañándome y por el apoyo moral, que me brindaron a lo largo de esta etapa de mi vida.

A todas las personas que me han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

Oscar Andrés Landívar Sabando

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo agradezco a Dios por ser mi guía y acompañarme en el transcurso de mi vida, brindándome paciencia y sabiduría para culminar con éxito mis metas propuestas.

A mis padres Ramon Giler Moreira y Cruz Solis Giler por ser mi pilar fundamental y haberme apoyado incondicionalmente en todo momento.

Agradezco a mi director de tesis Dra. Dorys Chirinos Torres quien con su experiencia, conocimiento y motivación me oriento en la investigación.

Agradezco a los todos docentes que con su sabiduría, conocimiento y apoyo, motivaron a desarrollarme como persona y profesional en la facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica de Manabí.

Irving Ivan Giler Solís

DEDICATORIA

A Dios y a mis padres Ramon Giler Moreira y Cruz Solis Giler por ser pilares fundamentales en mi vida, por enseñarme a no rendirme durante momentos difíciles y por siempre animarme a convertirme en un gran profesional.

A mi hermano Kevin Giler Solis por la motivación y el apoyo que siempre me brindo.

A mis amigos y familiares que se han hecho presente directa e indirectamente durante mis estudios de titulación.

Irving Ivan Giler Solís

Índice

AGRADECIMIENTO	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTOS.....	IV
DEDICATORIA.....	V
Resumen.....	1
Abstract.....	2
1. Introducción.....	3
2. OBJETIVOS.....	4
2.1. Objetivo general	4
2.2. Objetivos específicos	4
3. Marco Teórico	5
3.1. Bases conceptuales	5
3.1.1. Origen	5
3.1.2. Clasificación Taxonómica	5
3.1.3. Características	5
3.1.4. Requerimientos edafoclimáticos	6
3.1.5. Manejo agronómico	7
3.1.6. Importancia en Ecuador	7
3.1.7. Principales plagas del cultivo de maíz	8
3.2. Bases conceptuales	10
3.2.1. Revisión de literatura	10
4. Metodología.....	12
5. Resultados y discusión.....	15
5.1. Resultados	15
5.1.1. Entomofauna	15
5.1.2. Fluctuaciones poblacionales en parcelas experimentales por tratamiento	16
5.1.3. Coccinélidos depredadores	18
5.2. Discusión	20
6. Conclusiones y recomendaciones	23
7. Referencias bibliográficas.....	24

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 larva de <i>Spodoptera</i> sp.	8
Figura 2 Pulgón del maíz.....	8
Figura 3 Larva de <i>Diatrea</i> sp.....	9
Figura 4 Adulto de <i>Dalbulus maidis</i>	9
Figura 5 Larva de falso medidor.....	10
Figura 6 A: Porcentaje de taxones encontrados en el cultivo del maíz. B: Porcentaje entre fitófagos y enemigos naturales (parasitoides y depredadores).	15
Figura 7 A: <i>Rhopalosiphum maidis</i> ; B: <i>Diabrotica</i> sp.; y <i>Omophoita</i> sp. ; C: Chrysomelidae; D: <i>Lysiphlebus testaceipes</i> ; E: Hymenoptera: Pteromalidae; F: Neuroptera: Chrysopidae; G: <i>Cheilomenes sexmaculata</i> ; H: <i>Cycloneda sanguinea</i> ; I: <i>Diomus</i> sp J: <i>Hippodamia convergens</i> ; K: <i>Paraneda palidulla</i> ; L: <i>Hysperaspis arida</i>	16
Figura 8 Número de individuos de <i>Rhopalosiphum maidis</i> en las diferentes parcelas tratadas con insecticidas.....	17
Figura 9 Incidencia de depredadores encontrados en las parcelas experimentales bajo los diferentes tratamientos. Período septiembre – diciembre 2021.....	20

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Promedio del número de <i>Rhopalosiphum maidis</i> encontrados en las parcelas bajo los diferentes tratamientos. Período septiembre – diciembre 2021.	18
Tabla 2 Promedio del número de trips (Thysanoptera: Thripidae) encontrados en las parcelas bajo los diferentes tratamientos. Período septiembre – diciembre 2021.	18
Tabla 3 Número total de depredadores encontrados en las parcelas experimentales bajo los diferentes tratamientos. Período septiembre – diciembre 2021. Ch.se = <i>Cheilomenes sexmaculata</i> , CS = <i>Cycloneda sanguinea</i> , HC = <i>Hippodamia convergens</i> , HA = <i>Hysperaspis arida</i>	19

Resumen

El maíz (*Zea mays* L.) es la tercera gramínea más sembrada en el mundo después del trigo y el arroz, constituyendo en Ecuador el principal cultivo transitorio de importancia. El maíz puede ser afectado por artrópodos plagas como áfidos, trips y ácaros alterando su crecimiento, desarrollo, rendimiento y calidad de los frutos. Durante el periodo septiembre- diciembre 2021, se realizó el estudio de campo en la provincia de Manabí, Ecuador con el objetivo de determinar la entomofauna asociada al cultivo de maíz bajo diferentes tratamientos con insecticidas. Los tratamientos con insecticidas evaluados fueron: Acefato+clorpirifos ($1 \text{ cm}^3 \text{ L/ha}$), Azaridachtina ($2 \text{ cm}^3 \text{ L/ha}$), Lambdacialotrina (5 g L/ha), *Bacillus thuringiensis* ($2 \text{ cm}^3 \text{ L/ha}$), clorantraniliprol ($1.5 \text{ cm}^3 \text{ L/ha}$) y un testigo sin insecticidas. Se realizaron conteos de las plagas y enemigos sobre hojas y se colocaron trampas cromáticas (amarillas y azules) colocadas por parcela experimental. Con base a 745 insectos contados se estimó que el 60,5 son fitófagos, el resto son enemigos naturales, de los cuales el 25,4 y 14,1% resultaron depredadores y parasitoides, respectivamente. Todos los tratamientos con insecticidas tanto, químicos, botánicos y biológicos, mostraron un menor número de insectos plagas ($P<0,05$), pero a su vez, los insecticidas químicos también afectaron los coccinélidos depredadores. Dada las menores poblaciones de plagas y el menor efecto sobre estos enemigos naturales de parcelas tratadas con *Bacillus* spp. nuevos ensayos deben realizarse para corroborar los resultados obtenidos en este estudio.

Palabras claves: *Zea maíz* L. Coccinellidae, enemigos naturales, plagas.

Abstract

Maize (*Zea mays* L.) is the third most cultivated grass in the world after wheat and rice, constituting in Ecuador the main transitory crop of importance. Corn can be affected by pest arthropods such as aphids, thrips and mites, altering its growth, development, yield and quality of the fruits. During the period September-December 2021, the field study was carried out in the province of Manabí, Ecuador with the objective of determining the entomofauna associated with corn cultivation under different insecticide treatments. The insecticide treatments evaluated were: Acephate+chlorpyrifos (1 cm³ L/ha), Azaridachtin (2 cm³ L/ha), Lambdacyalothrin (5 g L/ha), *Bacillus thuringiensis* (2 cm³ L/ha), chlorantraniliprole (1.5 L/ha) and a control without insecticides. Counts of pests and enemies on leaves were made and chromatic traps (yellow and blue) placed per experimental plot were placed. Based on 745 counted insects, it was estimated that 60.5 are phytophagous, the rest are natural enemies, of which 25.4 and 14.1% were predators and parasitoids, respectively. All treatments with chemical, botanical and biological insecticides showed a lower number of pest insects ($P<0.05$), but in turn, chemical insecticides also affected predatory coccinellids. Given the lower pest populations and the lower effect on these natural enemies of plots treated with *Bacillus* spp. further tests should be performed to corroborate the results obtained in this study.

Key words: Coccinellidae, natural enemies, pests, corn.

1. Introducción

El maíz (*Zea mays* L.) es originario de la región central de México, constituyendo un alimento básico en la nutrición humana y animal, o como fuente de un gran número de productos industriales; es el tercer cultivo más producido a nivel mundial, después del trigo y el arroz (Antúnez et al., 2016). En Ecuador esta gramínea cumple un rol significativo en seguridad alimentaria de la población, el cual es el principal cultivo transitorio con una superficie sembrada de aproximadamente 300.000 ha (Zambrano et al., 2019). Por otro lado, el maíz amarillo duro, es destinado en un 80% a la producción de alimento balanceado, el cual se produce mayoritariamente en la región costa, siendo Los Ríos, Manabí y Guayas las principales provincias productoras (MAG, 2020).

El cultivo de maíz es afectado por diversos problemas fitosanitarios, como arvenses, enfermedades e insectos plagas (Reséndiz et al., 2016), estos últimos destacan por los daños y pérdidas que ocasionan debido a su ocurrencia desde el establecimiento del cultivo hasta el almacenamiento del grano (Valdez et al., 2012). Se han reportado alrededor de 250 especies fitófagas asociadas con plantas de maíz en todo el mundo, de las cuales aproximadamente seis se consideran de importancia económica, entre las que más comunes se destacan el gusano cogollero, (*Spodoptera frugiperda* Smith), el pulgón (*Rhopalosiphum maidis* Fitch) (Agwu et al., 2018). También se reportan daños por el gusano trozador, (*Agrotis ipsilon* Hufnagel), el gusano soldado, (*Spodoptera exigua* Hübner) (Hernández et al., 2019). Asociado a los insectos plagas se mencionan los parasitoides *Chelonus insularis* (Cresson) atacando *S. frugiperda* y *Telenomus* sp parasitando *A. ipsilon* (Hernández et al., 2019).

Es importante mencionar que el principal método de control de insectos plagas es el químico, debido a que los efectos que tiene la aplicación de plaguicidas de origen sintético sobre los agrosistemas han sido adaptados efectivamente, siendo una estrategia de amplio espectro y de acción rápida (González et al., 2015). Sin embargo, el uso excesivo de estos productos ha favorecido la contaminación con diversos efectos en el ambiente, provocando eliminación de enemigos naturales e inclusive intoxicación a la salud humana y además de ocasionar resistencia en plagas (Santos et al., 2015).

Con base a lo expuesto, es necesario conocer la diversidad y abundancia de insectos asociados, tanto fitófagos como enemigos naturales para determinar aquellos que por la magnitud de niveles poblacionales pueden representar problemas de plagas, así como aquellos que por sus hábitos alimentarios constituyen agentes el control biológico.

Asimismo, también es relevante medir el efecto de los insecticidas sobre la base del control de los insectos plagas, pero también por sus efectos sobre la entomofauna benéfica. Con base a lo antes mencionado, este trabajo tuvo como objetivo evaluar la entomofauna asociada al cultivo de maíz (*Zea mays* L.) con diferentes tratamientos con insecticidas.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Determinar la entomofauna asociada al cultivo de maíz bajo diferentes tratamientos con insecticidas.

2.2. Objetivos específicos

Identificar los insectos fitófagos y enemigos naturales asociados al cultivo de maíz bajo diferentes tratamientos con insecticidas.

Estimar el efecto del tratamiento aplicado sobre algunas plagas y enemigos naturales.

3. Marco Teórico

3.1. Bases conceptuales

3.1.1. Origen

El maíz (*Zea mays*) pertenece a la familia de las Poaceas, tribu Maideas, y se cree que se originó en los trópicos de América Latina, especialmente los géneros *Zea*, *Tripsacum* y *Euchlaena*, cuya importancia reside en su relación fitogenética con el género *Zea* (ICA, 2019).

El maíz es uno de los cereales más relevantes del mundo, por ser un alimento de consumo humano y animal. Asimismo, es materia prima de numerosos productos industriales (Martínez, 2021).

3.1.2. Clasificación Taxonómica

El cultivo de maíz

Reino: Plantae

Clase: Liliopsida

Orden: Poales

Familia: Poaceae

Nombre científico: *Zea mays* L.

3.1.3. Características

Las raíces, son fasciculadas y sirven de anclaje a la planta. En algunos casos sobresalen unos nudos de las raíces a nivel del suelo y suele ocurrir en aquellas raíces secundarias o adventicias. Al culminar el estadio de panojamiento, los primeros nudos situados por encima de la superficie del suelo sobresalen verticilos radicales que se anclan en el suelo y conforman el sistemas radicular de anclaje (Villacís, 2021). Su tallo es simple, erecto en forma de caña y macizo en su interior, tiene una longitud elevada pudiendo alcanzar los 4 metros de altura, además es robusto y no presenta ramificaciones (Guancho, 2014). Las yemas axilares que se encuentran a nivel de los nudos inferiores, no emiten más que en circunstancias especiales tallos, por lo que a 7 diferencia de otros cereales el ahijamiento no tiene ningún interés en el maíz (Veloz y Stalin, 2020).

Según Guancho (2014), las hojas del maíz son largas, lanceoladas, alternas, paralelinervias y de gran tamaño; se encuentran abrazando al tallo y con presencia de

vellosidad en el haz, además los extremos de las hojas son muy afilados y cortantes. Presenta inflorescencia masculina y femenina separada dentro de la misma planta.

Deras (2020) detalla que, el maíz consta de una inflorescencia terminal estaminada (panoja) o flor masculina; y flores femeninas pistiladas, ubicadas en yemas laterales (mazorcas); así, el maíz produce su rendimiento económico (grano) en ramificaciones laterales. Como resultado de esta separación de mazorca y panoja, y del fenómeno llamado proterandia en la floración, el maíz es una especie alógama (de polinización cruzada) y su tipo de inflorescencia ha permitido la producción de híbridos con alto potencial de rendimiento y amplia adaptación.

La cubierta de la semilla (fruto) se llama pericarpio, es dura, por debajo se encuentra la capa de aleurona que le da color al grano (blanco, amarillo, morado), contiene proteínas y en su interior se halla el endosperma con el 85-90% del peso del grano. El embrión está formado por la radícula y la plúmula (Guancho, 2014).

3.1.4. Requerimientos edafoclimáticos

Temperatura

Este factor ejerce una influencia decisiva en la germinación de la semilla y tiene una gran importancia en los procesos vegetativos de la planta; a mayor intensidad del calor se acorta el periodo vegetativo del maíz (Guzmán, 2017). Requiere de una temperatura de 10 a 20 °C y de bastante luz solar para su crecimiento y desarrollo (Guancho, 2014).

El maíz se adapta muy bien a todos los tipos de suelo, pero en suelos de textura franca, franco-arcilloso y franco-limoso, con pH de 6,5 a 7,5 es donde se aprecia el mejor desarrollo. Se cultiva entre los 2200 a 3100 m.s.n.m; En un clima templado frío y sub cálido (Guancho, 2014).

El maíz requiere por lo menos de 500 a 700 mm de precipitación bien distribuida durante el ciclo del cultivo; además hay dos épocas en que el maíz necesita más agua: cuando está en su primera fase de crecimiento y cuando está en el tiempo de la floración y fructificación (Guzmán, 2017).

3.1.5. Manejo agronómico

Siembra

Puede realizarse su siembra en primavera temprana (primeros días de octubre) o en primavera tardía (primeros días de diciembre). La distancia entre surcos debe ser de 0,8 m, con 2 semillas cada 0,5m en las hileras, necesitando entre 25 a 30 kg de semilla/ha (Loayza, 2020).

Fertilización

Se recomienda realizar en la preparación del suelo un abonamiento donde se puede utilizar: compost, humus de lombriz, bocashi, gallinaza y estiércol de vaca bien descompuestos, siempre y cuando el abono orgánico sea de buena calidad y contenga al menos 1% o más de nitrógeno, en este caso debe aplicar 100 quintales/ha en suelos con alto contenido de nutrientes y 200 quintales/ha en suelos con bajo contenido nutrientes (Deras, 2020).

Riego

El cultivo de maíz necesita una cantidad considerable de agua (5 mm/día), en la fase de emergencia requiere de poca humedad pero en la fase de crecimiento la necesidad de agua se incrementa recomendando dotar de un riego 10 o 15 días antes de que inicie la etapa de floración. La fase de floración es un periodo crítico pues el buen suministro de agua al cultivo, favorecerá la formación y llenado del grano. Mientras que en la etapa de engrosamiento y maduración de la mazorca la necesidad de agua disminuye (Deras, 2020).

3.1.6. Importancia en Ecuador

De acuerdo con Zambrano et al., (2019), el maíz es un cultivo de suma importancia en el Ecuador debido al significativo rol que cumple en seguridad alimentaria de la población. El maíz amarillo duro, destinado en un 80% a la producción de alimento balanceado, se produce mayoritariamente en la región litoral y es el primer cultivo transitorio en importancia en relación con la superficie sembrada (300.000 ha). Su producción y rendimiento ha tenido un crecimiento sostenido en los últimos 20 años, lo cual se debe al uso de semilla certificada (híbrida) y a las tecnologías de manejo que las compañías privadas, el Ministerio de Agricultura y Ganadería y el Iniap han transferido a los productores (en el 2018 se observó un rendimiento promedio de 3,6 t/ha).

3.1.7. Principales plagas del cultivo de maíz

Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*)

Corta el tallo cuando las plantas recién emergen; y cuando están bien desarrolladas, la desfolian; puede atacar la flor masculina, lo cual provoca interrupción del proceso normal de polinización. También ataca perforando la mazorca tierna por lo que se conoce como gusano elotero (García et al., 2012).



Figura 1 larva de *Spodoptera* sp.

Fuente: (García et al., 2012).

Su control es a través de los plaguicidas sintéticos, es decir, se opta más por el control químico aunque estas sustancias repercuten de forma negativa en la salud humana y sobre insectos beneficiosos como lo son los polinizadores, parasitoides y depredadores del mismo gusano cogollero (Hernández et al., 2018).

Pulgón del maíz (*Aphididae*)

Los pulgones o áfidos tienen un gran impacto económico en el cultivo de maíz debido a que componen uno de los grupos entomológicos más importantes desde el punto de vista agronómico. Causan enfermedades virales, daños directos a la planta en las hojas e inflorescencias, atacan en su estado ninfal y adulto, cuenta con un aparato bucal picador chupador y se encuentran por lo general en colonias en el envés de la hoja, en las flores y mazorcas. Su daño al alimentarse consiste en succionar la savia de la planta provocando que esta se empobrezca y disminuya su producción (del Toro-Benítez et al., 2018).



Figura 2 Pulgón del maíz

Fuente: (del Toro-Benítez et al., 2018).

Si los cultivares no son tan fuertes, se recomienda aplicar insecticidas de acuerdo a ciertos umbrales como: plántula de 5 a 10 pulgones por planta y colonias en aumento de forma general de las colonias del insecto en aumento franco (Simón y Golik, 2018).

Barrenadores del tallo (*Diatraea* sp.)

Hace túneles en los entrenudos, por lo que reduce el vigor del tallo, contribuyendo al acame. Puede taladrar mazorcas, provocándoles lo que se conoce como “corazón muerto” (García et al., 2012). El criterio de decisión para el manejo de *D. saccharalis* mediante control químico se basa en la identificación de picos de más de 100 adultos capturados con trampa de luz o feromonas y la postura de huevos en plantas (Lezaun, 2020).



Figura 3 Larva de *Diatraea* sp.

Fuente: (Lezaun, 2020).

Chicharrita del maíz, cigarrita (*Dalbulus maidis* DeLong y Wolcott)

Los adultos y ninfas chupan la savia en la base de las hojas y pueden causar amarillamiento, pero su principal importancia estriba en que son transmisores de los virus que causan el achaparramiento y el rayado fino del maíz. La mayor incidencia de estos problemas se da en zonas bajas (García et al., 2012).



Figura 4 Adulto de *Dalbulus maidis*

Fuente: (García et al., 2012).

Gusano medidor (*Trichoplusia ni*)

Esta plaga tiene importancia relativa, ya que su aparición es esporádica y localizada; cuando aparece puede provocar serios daños al follaje, como una medida de control está el mantener las plantaciones libres de malezas, tanto en el interior de los campos como en las orillas y guardarrayas. Observar las áreas de pastos y otras gramíneas para detectar su presencia. (García et al., 2012).



Figura 5 Larva de falso medidor

Fuente: (García et al., 2012).

3.2. Bases conceptuales

3.2.1. Revisión de literatura

García et al. (2012) en un trabajo realizado en cultivos de maíz de la región Norte de Sinaloa, mencionan que, se tienen cuatro especies de plagas primarias y tres secundarias, entre las que destacan: *S. frugiperda*, *A. ipsilon*, *Helicoverpa zea* (Boddie), *Euxesta stigmatias* (Loew), *Spodoptera exigua* (Hübner), *Frankliniella occidentalis* (Pergande) y *R. maidis*. La abundancia relativa y distribución de parasitoides de *S. frugiperda* es relevante, los géneros y especies más representativas corresponden a las familias: Braconidae, Ichneumonidae y Eulophidae constituyendo de un 3.2 a un 27.4% de parasitismo natural en 8 localidades; existen también 11 especies de depredadores. En conjunto estos agentes de control biológico impactan positivamente en el agroecosistema.

Según Hernández et al., (2018), el coccinélido depredador, *Coleomegilla maculata* (Latreille) y crisopas, son los insectos depredadores más utilizados en el control biológico, alimentándose de huevecillos. Los parasitoides y depredadores mantienen una interrelación para que el control biológico sea más efectivo; sin embargo, se ven afectados por la aplicación excesiva de plaguicidas químicos sintéticos, ya que muchas veces las aplicaciones de estos productos se hacen sin medir los riesgos debido a las dosis inadecuadas, y aun siendo dosis recomendadas, afectan a los enemigos naturales y al ser humano.

Navasero y Navasero, (2020) en un inventario inicial de enemigos naturales de *S. frugiperda* recuperados de larvas colectadas de Cagayán e Ilocos Norte y campos experimentales en la Universidad del, Filipinas Los Baños, se reportaron un nematodo Mermithid, dos hongos entomopatógenos, *Metarhizium* sp. y *Beauveria* sp., y dos parasitoides, *Quelono* sp. y *Charops brachypterum* Gupta y Maheswary.

Por su parte Alam et al.,(2020), en un experimento de investigación se llevó a cabo con maíz en el Laboratorio de Campo de Entomología de la Universidad Agrícola de Bangladesh (BAU), mencionaron como enemigos naturales del áfido de maíz (*Rhopalosiphum maidis* Fitch) dos depredadores, un coccinellidae (*Cycloneda sanguinea* L.) y un Oxyopidae (*Oxiopes quadrifasciatus* L.)

De acuerdo con Ankita y Mehta (2021) en un estudio realizado en Himachal Pradesh, India, se registraron se encontraron un total de siete depredadores y cuatro parasitoides pertenecientes a cuatro órdenes y cinco familias asociados con los insectos plaga del maíz. Los depredadores, los coccinélidos, *Coccinella septempunctata* Linneo, *Brumoides suturalis* Fabricio, *Coccinella transversalis* Fabricio, *Oenopía kirbyi* Mulsant y *Cheilomenes sexmaculata* Fabricio, adultos y larvas de sírfidos, *melanostoma* sp., y crisopa, *Chrysoperla zastrowi* sillemi depredando principalmente a los pulgones. Entre los parasitoides, la avispa braconídea, *dinocampus* sp. se encontró que parasita los escarabajos mariquita recolectados en Palampur, Chamba y Berthin de Himachal Pradesh. La avispa braconídea, *Cotesia ruficrus* Haliday, emergió de las larvas del gusano cogollero, *Mythimna separata* que fue colectado de Chaned (Chamba), mientras que, el parasitoide, *Anastatus* sp. (Eupelmidae) emergieron de las masas de huevos en hojas de maíz, recolectadas de Balu (Chamba).

4. Metodología

4.1. Diseño de la investigación

La presente investigación se realizó durante el periodo de septiembre - diciembre 2021 en un lote de 1000 m² de maíz híbrido DAS 3383, ubicado en la Facultad de Ingeniería Agronómica, Universidad Técnica de Manabí ubicado en la parroquia Lodana del cantón Santa Ana. El estudio consistió en una investigación descriptiva y experimental de campo y laboratorio.

4.1.1. Labores agronómicas

Se sembró un lote de 1000 m² de maíz híbrido DAS 3383, diseñado en bloques completamente al azar con cuatro repeticiones y seis tratamientos. Las labores que se efectuaron como se detallan:

4.1.2. Preparación de terreno

Inicialmente se realizó un arado y rastra del terreno con la finalidad que el suelo quede suelto para poder sembrar el maíz.

4.1.3. Riego

Se utilizó un riego por goteo tres veces por semana durante media hora, con la finalidad de ahorrar el recurso del agua, aportando agua de acuerdo al requerimiento del cultivo y las condiciones climáticas.

4.1.4. Control de malezas

Para este se realizaron controles manuales con la frecuencia de incidencia de las mismas.

4.1.5. Fertilización

Se utilizaron macronutrientes y micronutrientes para el óptimo desarrollo de la planta y se lo hizo de la siguiente manera:

- a) La primera fertilización se realizó a los 11 días
- b) La segunda fertilización se lo hizo a los 22 días desarrollo vegetativo.
- c) La tercera fertilización se efectuó a los 40 días de inicio de floración.

4.2. Definición de variables

Variables evaluadas

- Taxa de insectos asociados al cultivo.
- Número de individuos por taxa de fitófagos.
- Número de depredadores o parasitoides.

4.3. Definición, selección de la muestra y recolección de datos

Los muestreos sobre hojas fueron realizados una vez a la semana, iniciando desde los 30 días después de la siembra. Se colectaron dos hojas al azar por tratamiento y repetición que fueron colocadas dentro de bolsas plásticas y llevadas al laboratorio, para ser observadas bajo un estereoscopio Carl Leiss® con un aumento de 10 a 60X. Allí se contaron el número de áfidos. Adicionalmente, en el centro de cada parcela experimental se colocó una trampa amarilla y una azul (1 m x 0,5, largo x ancho) que contenían aceite vegetal. Estas trampas eran cambiadas cada 15 días. En el laboratorio las trampas fueron cortadas en secciones de 0,25 x 0,25 m y fueron contados todos los individuos discriminando los taxones a nivel de Familia.

En frascos de plástico (0,10 x 0,10 m, diámetro x alto) que contenían alcohol etílico al 70% fueron colectados semanalmente por parcela experimental, especímenes de coccinélidos depredadores. La identificación de las especies de Coccinellidae se realizó por comparación de especies previamente encontradas en la zona (Bailon et al., 2022).

4.3.1. Diseño Experimental

El diseño aplicado en el estudio fue bloques Completo al Azar (DBCA) utilizando cinco tratamientos y cuatro repeticiones, totalizando 24 unidades experimentales.

Tratamientos

Los tratamientos evaluados fueron:

Tratamientos	Dosis
(Acefato+clorpirifos)	1 cm ³ .L/ha
Azaridachtina	2 cm ³ .L/ha
Lambdacialotrina	5 g.L/ha
<i>Bacillus</i> spp.	2 cm ³ .L/ha
Clorantraniliprol	1.5 L/ha
Testigo absoluto	---

4.4. Análisis de los datos

El número de áfidos fue transformado con la función: $\sqrt{x} + 1$ y posteriormente los datos fueron analizados con un bloque al azar y las medias comparadas con la prueba LSD Fischer ($P < 0,05$). El número de individuos de coccinélidos y trips fueron analizados con la prueba H de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$).

5. Resultados y discusión

5.1.Resultados

5.1.1. Entomofauna

Durante el ensayo, 745 especímenes fueron cuantificados, distribuyéndose en los siguientes taxones: Hemiptera: Aphididae (30,3%), seguido de especies de Coleoptera: Coccinellidae (14,6%), Thysanoptera: Thripidae (12,5%) e Hymenoptera: Braconidae (12,1%) (Figura 6A). Con porcentajes inferiores a 10% se detectaron Coleoptera: Carabidae, Lepidoptera: Noctuidae y Coleoptera: Chrysomelidae. Del total de taxones detectados, 60,5% resultaron fitófagos mientras que, el resto enemigos naturales, de los cuales, 25,4% tienen hábitos depredadores y 14,1% son parasitoides (Figura 6B).

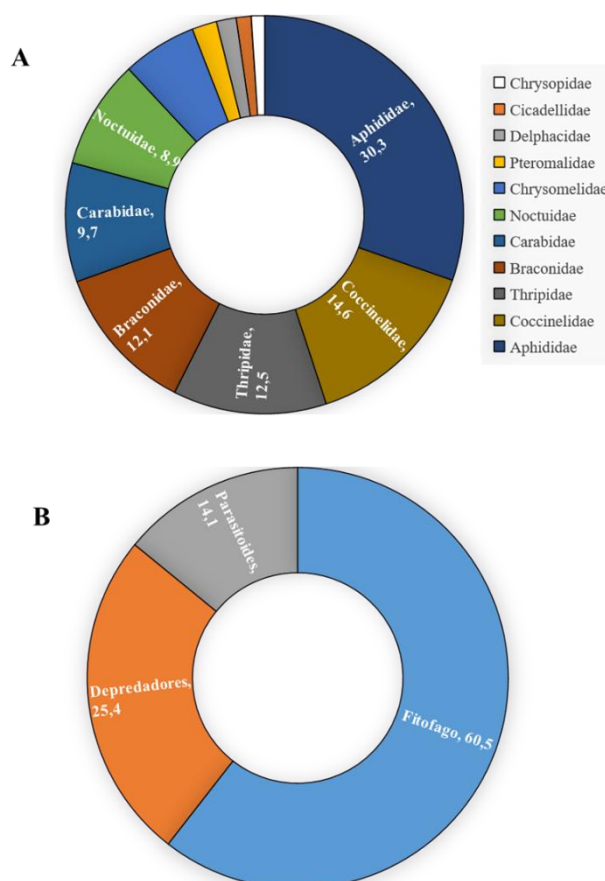


Figura 6 A: Porcentaje de taxones encontrados en el cultivo del maíz. B: Porcentaje entre fitófagos y enemigos naturales (parasitoides y depredadores).

El áfido fue reconocido por *Rhopalosiphum maidis* Fitch (Hemiptera: Aphididae) (Figura 7A), mientras que se detectaron dos géneros de Coleoptera: Chrysomelidae, *Diabrotica* sp. y *Omophota* sp. (Figuras 7B y 7 C). Asociado a *R. maidis* fue identificado el parasitoide *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) (Hymenoptera: Braconidae) (Figura 7D)

y especímenes pertenecientes a la Hymenoptera: Pteromalidae (Figura 7E). También se observaron adultos de Neuroptera: Chrysopidae (Figura 7F). Seis taxa de coccinélidos fueron diagnosticados (Figuras 7G – 7L): *Cheilomenes sexmaculata* Fabricius *Cycloneda sanguinea* L., *Diomus* sp. y *Paraneda palidulla guticollis* Mulsant, *Hippodamia convergens* Guérin-Ménéville e *Hysperaspis arida* Gordon & Canepari.

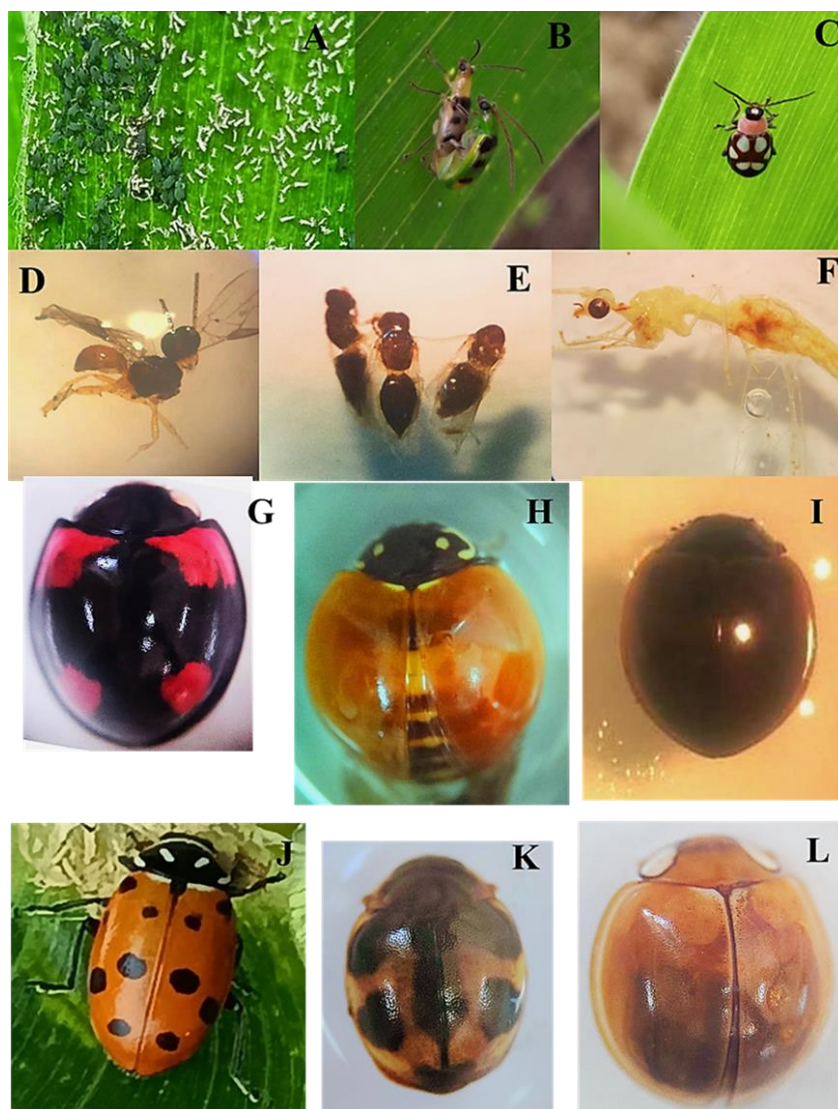


Figura 7 A: *Rhopalosiphum maidis*; B: *Diabrotica* sp.; C: *Omophoita* sp.; D: *Lysiphlebus testaceipes*; E: Hymenoptera: Pteromalidae; F: Neuroptera: Chrysopidae; G: *Cheilomenes sexmaculata*; H: *Cycloneda sanguinea*; I: *Diomus* sp J: *Hippodamia convergens*; K: *Hysperaspis arida*, L: *Paraneda palidulla guticollis*.

5.1.2. Fluctuaciones poblacionales en parcelas experimentales por tratamiento

De la entomofauna observada, la abundancia de tres taxones (Aphididae, Thysanoptera y Coccinellidae) fue afectada significativamente por el tratamiento aplicado en las parcelas experimentales.

Las poblaciones del áfido del maíz, *R. maidis* fueron notorias en las parcelas no tratadas en las que alcanzaron su máximo pico en el tercer muestreo con 24 individuos por hoja (Figura 8). En aquellas tratadas con azadiractina y lambdacialotrina, las poblaciones incrementaron aproximadamente de 0,4 a 4,6 individuos por hoja. El número de individuos fluctuó de manera similar en las parcelas asperjadas con la mezcla de acefato + clorpirifós, con *Bacillus* spp. y con clorantraniprol, estimándose de 0,2 a 2,8 individuos por hoja.

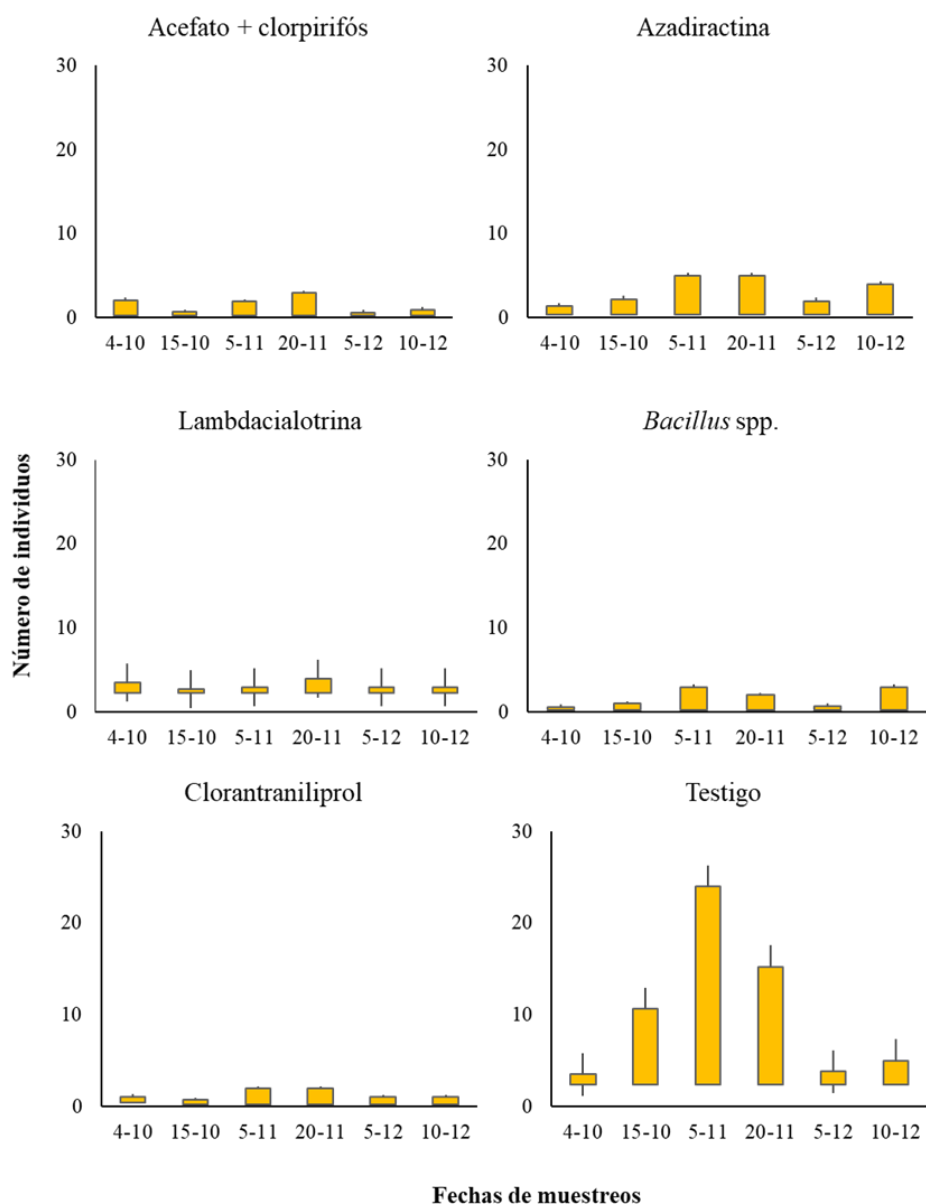


Figura 8 Número de individuos de *Rhopalosiphum maidis* en las diferentes parcelas tratadas con insecticidas.

no tratadas, seguidas de las observadas en parcelas tratadas con azadiractina y

lambdacialotrina y fueron significativamente inferiores en las parcelas asperjadas con acefato y clorpirifós, con la mezcla de *Bacillus* y con clorantraniprol (Tabla 1).

Tabla 1 Promedio del número de *Rhopalosiphum maidis* encontrados en las parcelas bajo los diferentes tratamientos. Período septiembre – diciembre 2021.

Tratamiento	Afidos
Acefato + Clorpirifós	1,59 ± 0,24 c
Azadiractina	3,27 ± 0,39 b
Lambdaciolatrina	3,21 ± 2,26 b
<i>Bacillus</i> spp.	1,73 ± 0,25 c
Clorantraniliprol	1,29 ± 0,20 c
Testigo	14,86 ± 2,32 a
R ²	0,67
CV	30,8

Medias ± error estándar. Medias con igual letra no difieren significativamente. Comparaciones de medias realizadas con la Prueba LSD de Fischer (P<0,05).

El número de trips fue bajo, en todas las parcelas experimentales (Tabla 2). No obstante, se detectaron diferencias entre los tratamientos, en el que el número de trips fue significativamente superior en parcelas no tratadas, seguido lo observado en las parcelas tratadas con acefato + clorpirifós, azadiractina, lambdaciolatrina y *Bacillus* spp., mientras que en las parcelas que fueron tratadas con clorantraniliprol resultaron significativamente inferiores.

Tabla 2 Promedio del número de trips (Thysanoptera: Thripidae) encontrados en las parcelas bajo los diferentes tratamientos. Período septiembre – diciembre 2021.

Tratamiento	Trips
Acefato + Clorpirifós	2,75 ± 0,96 b
Azadiractina	2,50 ± 0,56 b
Lambdaciolatrina	2,25 ± 0,75 b
<i>Bacillus</i> spp.	2,50 ± 0,41 b
Clorantraniliprol	1,50 ± 0,29 c
Testigo	10,00 ± 3,03 a

Comparaciones de medias realizadas con la Prueba de Kruskal-Wallis (P<0,05)

5.1.3. Coccinélidos depredadores

Ciento nueve coccinélidos depredadores pertenecientes a seis taxa fueron detectados en este estudio con diferencias entre las parcelas tratadas y no tratadas con insecticidas (Figura 4, Tabla 3). *Cheilomenes sexmaculata* resultó la más abundante,

seguido de *C. sanguinea*, *Diomus* sp. y *P. palidulla guticollis* (Tabla 3). *Hippodamia convergens* e *H. arida* mostraron el menor número de individuos.

Tabla 3 Número total de depredadores encontrados en las parcelas experimentales bajo los diferentes tratamientos. Período septiembre – diciembre 2021. Ch.se = *Cheilomenes sexmaculata*, CS = *Cycloneda sanguinea*, HC = *Hippodamia convergens*, HA = *Hysperaspis arida*.

Tratamiento	Ch.S	CS	HC	HA	PPG	<i>Diomus</i> sp.	Total
Acefato + clorpirifós	4 bc	3 bc	0 a	0 a	0 a	0 b	7 c
Azadiractina	5 bc	7 ab	0 a	1 a	2 a	0 b	15 b
Lambdaciolatrina	4 bc	0 c	0 a	0 a	1 a	0 b	5 c
<i>Bacillus</i> spp.	13 ab	7 ab	0 a	2 a	4 a	6 ab	32 a
Clorantraniliprol	3 c	2 bc	2 a	0 a	0 a	0 b	7 c
Testigo	16 a	10 a	0 a	3 a	4 a	10 a	43 a
	45	22	2	6	11	16	109

Comparaciones de medias realizadas con la Prueba de Kruskal-Wallis ($P < 0,05$)

En parcelas tratadas con lambdaciolatrina y clorantraniliprol se observaron estos coccinélidos depredadores en solo tres muestreos y con un máximo de 2 a 3 especies, respectivamente (Figura 9). Asimismo, en parcelas asperjadas con acefato + clorpirifós se encontraron coccinélidos en todos los muestreos, en la que dos especies mostraron un bajo número de individuos (amplitud: 1 – 3 individuos) (Figura 4). En parcelas tratadas con azadiractina se observaron cuatro taxones de coccinélidos, fluctuando de 1 a 5 individuos en muestreos realizados. La mayor abundancia y diversidad de taxones de coccinélidos se observó en las parcelas no tratadas y en tratadas con *Bacillus* spp., en las que las poblaciones variaron con una amplitud de 7 a 14 individuos y de 5 a 11 individuos, respectivamente.

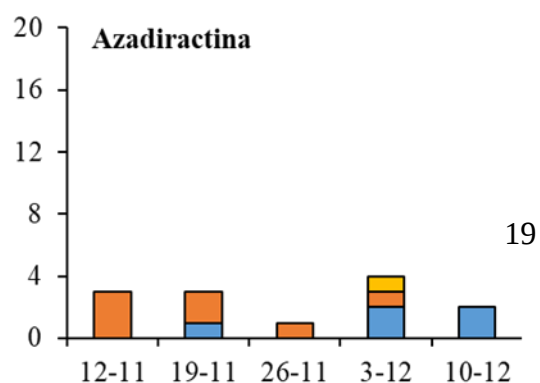
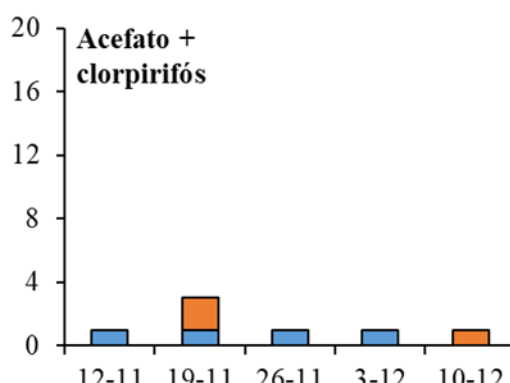


Figura 9. Depredadores encontrados en las parcelas experimentales bajo los diferentes tratamientos. Período septiembre – diciembre 2021.

5.2.Discusión

Las tres plagas más importantes del maíz, han sido señaladas como *Spodoptera frugiperda*, Smith, *R. maidis* y el trips *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) (García-Gutiérrez et al., 2012). En este estudio se evaluó la abundancia de *R. maidis* y de la especie no identificada de trips, en el cual, con diferencias en el grado de

significación, los tratamientos aplicados mostraron menor número de estos insectos plagas del maíz. Aunque en este trabajo no mostró gran abundancia el parasitoide, *L. testaceipes* este Braconidae pertenece a la subfamilia Aphidiinae que incluye endoparasitoides solitarios, exclusivos de pulgones adultos e inmaduros (Zamora-Mejías y Hanson 2017). Especies de Coleoptera Chrysomelidae también han sido señaladas como plagas en maíz (Hernández et al., 2019). Los Neuroptera: Chrysopidae han sido informados como depredadores en varios Órdenes de insectos (Alva et al., 2019). Especies de Hymenoptera: Pteromalidae pueden ser encontradas como hiperparasitoides de hemípteros (Aphidoidea, Coccoidea y Psylloidea) a través de himenópteros (Ichneumonoidea: Braconidae, Aphidiinae; Chalcidoidea: Encyrtidae, Aphelinidae), o como parasitoides primarios y secundarios de depredadores de varios órdenes, tales como, Diptera, Coccinellidae y Neuroptera (Chrysopidae), así como de huevos de Lepidoptera (Dzhanokmen 2009)

Investigaciones realizadas en varias regiones geográficas muestran resultados divergentes en cuanto poblaciones de insectos plagas detectadas. Ensayos de campo realizados en la región de Cachemira mostraron una efectividad promedio de 65% de disminución de las poblaciones de *R. maidis* en parcelas de maíz tratadas con clorpirifos (Bhat y Baba, 2007). La misma investigación mostró que insecticidas piretroides fueron efectivos para el control de poblaciones de esta importante plaga (Bhat y Baba, 2007). En un experimento de campo conducido durante los años 2010-2012, en la región de Krzeczowice, Polonia se encontraron altas poblaciones de especies de trips (80 individuos/planta) en maíz las cuales solo lograron ser reducidas hasta 14 días con aplicaciones de lambdacialotrina (Berés et al., 2017).

En cuanto al insecticida a base de azadiractina debido a su efectividad este ha sido señalado como el insecticida botánico más utilizado en el mundo el cual tiene un amplio espectro de acción (Dao et al., 2021). No obstante, en este experimento mostró mediana efectividad sobre *R. maidis*. Por otro lado, la efectividad mostrada por *Bacillus* spp. coincide con la observada en el experimento en el que semillas de trigo fueron inoculadas con diferentes cepas de rizobacterias, incluyendo, *Bacillus* sp. en las que dichas cepas disminuyeron el número de áfidos en condiciones de campo en Faisalabad, Pakistán (Naeem et al., 2018). Los resultados obtenidos con clorantraniliprol son similares a los observados por Choudhary et al. (2017) quienes detectaron reducciones poblacionales de

otra especie de áfido, *Aphis craccivora* Koch en caupí, que alcanzaron casi el 90% de mortalidad.

Actualmente, los insecticidas no son solo evaluados por su eficacia hacia las plagas objetos de tratamientos sino por los efectos colaterales sobre el resto de los componentes bióticos del agroecosistema. Kos et al. (2014) indicaron que en la diversidad de un agroecosistema descansa la estabilidad del mismo. Los mismos investigadores señalaron que en un agroecosistema se conforman redes tróficas que comienzan con las plantas que como seres productores sintetizan la materia orgánica a las que acuden los herbívoros o fitófagos que necesitan consumir parte de la misma para sus funciones esenciales. Alimentándose de los fitófagos se encuentran los carnívoros, entre los que resaltan depredadores y parasitoides, que pueden conformar el tercer y cuarto nivel trófico. En este estudio la relación porcentual fitófagos: enemigos naturales alcanzó 60,5%: 39,5%.

Si bien es cierto que, en las parcelas tratadas con los insecticidas químicos, las densidades de insectos plagas resultaron menores, estas densidades no difirieron de las encontradas en las parcelas tratadas con las rizobacterias, *Bacillus* spp., pero principalmente los insecticidas químicos afectaron la abundancia de coccinélidos depredadores. Esto ocurre porque al asperjar insecticidas para el control de una determinada plaga, irrumpimos en las redes tróficas pudiendo causar desequilibrios en el agroecosistema y es por esta razón que al decidir la aplicación de un insecticida es necesario establecer tanto su efectividad sobre la plaga objeto de tratamiento como la selectividad sobre los enemigos naturales (Chirinos et al., 2020).

Los taxones de coccinélidos depredadores encontrados ya habían sido previamente informados en estudios realizados en la misma zona (Bailon et al., 2022) los cuales fueron afectados por los tratamientos con insecticidas químicos. En el mundo, los efectos letales y subletales de insecticidas químicos sobre la entomofauna benéfica, asociada a varias plagas en diferentes agroecosistemas, han sido registrados para, acefato (Neharkar et al., 2014), clorpirifos (Santos et al., 2017), lambdacialotrina (Jhansi et al. 2010; Zambrano et al., 2021) clorantraniliprol (Bueno et al. 2017) y menores efectos disruptivos son atribuidos a las aplicaciones de azadiractina (Neharkar et al., 2014).

Por otro lado, los resultados muestran las bajas poblaciones de áfidos y trips, así como, el bajo efecto sobre los coccinélidos depredadores de tratamientos con *Bacillus*

spp. Se trata de un género de rizobacterias que además de ser consideradas promotoras del crecimiento tienen propiedades de biocontrol (Hernandez-Rodriguez et al., 2006; Dos Santos et al., 2020). Entonces se sugiere que el uso de insecticidas a base de estas rizobacterias solas o combinadas con otros insecticidas con demostrado menor impacto sobre el agroecosistema deben continuar siendo probadas como alternativa en el manejo de plagas en este y otros cultivos.

6. Conclusiones y recomendaciones

Los resultados muestran menor número de insectos plagas en las parcelas que fueron tratadas con insecticidas tanto, químicos, como botánicos y biológicos. Sin embargo, en las parcelas tratadas con insecticidas químicos se observó una disminución significativa en el número coccinélidos depredadores.

Dado que en el agroecosistema maíz existen redes tróficas que podrían ser afectadas por las aplicaciones de insecticidas químicos, la eficacia de un insecticida tiene que incluir la selectividad hacia los enemigos naturales. En este orden de ideas los resultados obtenidos en parcelas tratadas con *Bacillus* spp. en el control de las poblaciones y los menores efectos sobre la entomofauna benéfica abren las posibilidades a la utilización de estos insecticidas biológicos como parte de las rizobacterias utilizadas en biocontrol.

Nuevos ensayos tienen que ser planificados y evaluados tendientes a corroborar lo obtenido en este estudio.

7. Referencias bibliográficas

Alam, MJ, Chowdhury, MAH, Nahar, Q., Rashid, MH y Ahmed, KS (2020). Eficacia comparativa de algunos insecticidas contra el pulgón del maíz (*Rhopalosiphum maidis*) y su influencia sobre los enemigos naturales en el ecosistema del maíz. *Agrobiodiversidad tropical*, 1 (2), 95-101.

- Alva, D., Tesén, E. P., Arias, C. C., & de Perales, M. N. (2019). Especies de Chrysopidae (Insecta Neuroptera) asociados al cultivo de maíz amarillo duro en el departamento de Lambayeque. *Agroindustrial Science*, 9(2), 211-218.
- Ankita, PK y Mehta, V. (2021). Fauna de insectos asociada con el maíz (*Zea mays* L.) en colinas bajas submontanas y zonas de colinas medias de Himachal Pradesh (India).
- Antúnez, C. C. C., López, V. A. G., & Rafael, S. (2016). Identificación de parasitoides en el cultivo de maíz (*Zea mays*) en Canindeyú e Itapúa. Disponible en: <https://www.cabi.org/wp-content/uploads/Cabral-2016-Parasitoids-in-corn.pdf>.
- Bailon, A. G., Mendoza, F. L., Solis, L., Velasquez, J., Montes, K., Gutierrez, D. R. P., ... & Chirinos, D. T. (2022). Endemic and invasive Coccinellidae associated with maize (L.) fields, in Manabi province, Ecuador. *Folia Oecologica*, 49(1), 35-41.
- Bereś, PK, Kucharczyk, H. y Górski, D. (2017). Efectos de los insecticidas utilizados contra el barrenador europeo del maíz sobre la abundancia de trips en el maíz. *Ciencia de Protección de Plantas* , 53 (1), 44-49.
- Bhat, ZH y Baba, ZA (2007). Eficacia de diferentes insecticidas contra el barrenador del tallo del maíz *Chilo partellus* (Swinhoe) y el pulgón del maíz *Rhopalosiphum maidis* (fitch) que infestan el maíz. *Pakistan Entomological* , 12 , 57-61.
- Bueno, A. D. F., Carvalho, G. A., Santos, A. C. D., Sosa-Gómez, D. R., & Silva, D. M. D. (2017). Pesticide selectivity to natural enemies: challenges and constraints for research and field recommendation. *Ciência Rural*, 47.
- Chirinos, D., Castro, R., Cun, J., Castro, J., Peñarrieta Bravo, S., Solis, L., & Geraud-Pouey, F. (2020). Los insecticidas y el control de plagas agrícolas: la magnitud de su uso en cultivos de algunas provincias de Ecuador. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 21(1), 84-99.
- Choudhary, A. L., Hussain, A., Choudhary, M. D., Samota, R., & Jat, S. (2017). Bioefficacy of newer insecticides against aphid, *Aphis craccivora* Koch on cowpea. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 6(4), 1788-1792.
- Del Toro-Benítez, M., Baños-Díaz, H., Miranda-Cabrera, I., & Martínez-Rivero, M. D. L. A. (2018). Biología de *Rhopalosiphum maidis* Fitch (Hemiptera: Aphididae)

- sobre sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) (Moench). Revista de Protección Vegetal, 33(1), 1–5. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-27522018000100008
- Deras Flores, H. (2020). Guía técnica: el cultivo de maíz. Disponible en: <http://repiica.iica.int/docs/b3469e/b3469e.pdf>
- Dos Santos, RM, Díaz, PAE, Lobo, LLB y Rigobelo, EC (2020). Uso de rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal en maíz y caña de azúcar: características y aplicaciones. Fronteras en los sistemas alimentarios sostenibles, 136.
- Dzhanokmen, KA (2009). Revisión de las especies de Kazajstán del género *Pachyneuron* Walker, 1833 (Hymenoptera: Chalcidoidea: Pteromalidae). Zoosystematica Rossica , 18 (1), 73-82.
- Guacho Abarca, E. F. (2014). Caracterización agro-morfológica del maíz (*Zea mays* L.) de la localidad San José de Chazo (Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo).
- García-Gutiérrez, C., González-Maldonado, M. B., & Cortez-Mondaca, E. (2012). Uso de enemigos naturales y biorracionales para el control de plagas de maíz. Ra Ximhai, 8(3), 57-71.
- González Maldonado, M. B.; Gurrola-Reyes, J. N. y Chaírez-Hernández, I. 2015. Productos biológicos para el control de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). Rev. Colomb. Entomol. 41(2):200-204.
- Guzmán Buñay, D. A. (2017). Etapas fenológicas del maíz (*Zea mays* L.) VAR. Tusilla bajo las condiciones climáticas del cantón Cumandá, provincia de Chimborazo (Bachelor's thesis).
- Hernández Trejo, A., Osorio-Hernández, E., López-Santillán, J. A., Ríos-Velasco, C., Varela-Fuentes, S. E., & Rodríguez-Herrera, Y. R. (2018). Insectos benéficos asociados al control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.). Agroproductividad, 11(1), 9-14.
- Hernández Trejo, A., Estrada Drouaillet, B., Rodríguez-Herrera, R., García Giron, J. M., Patiño-Arellano, S. A., & Osorio-Hernández, E. (2019). Importancia del control

- biológico de plagas en maíz (*Zea mays* L.). Revista mexicana de ciencias agrícolas, 10(4), 803-813.
- Hernández-Rodríguez, A., Heydrich-Pérez, M., Velázquez-del Valle, M. G., & Hernández-Lauzardo, A. N. (2006). Perspectivas del empleo de rizobacterias como agentes de control biológico en cultivos de importancia económica. Revista Mexicana de Fitopatología, 24(1), 42-49.
- ICA (Instituto Colombiano Agropecuario). (2019). Diez hábitos de un exitoso productor de maíz. Disponible en: <https://www.valledelcauca.gov.co/loader.php?lServicio=Tools2&lTipo=viewpdf&id=42906>.
- Jhansi, V. L., Krishnaiah, N. V., & Katti, G. R. (2010). Potential toxicity of selected insecticides to rice leafhoppers and planthoppers and their important natural enemies. Journal of Biological Control, 24(3), 244-252.
- Kos, K., Petrović-Obradović, O., Žikić, V., Petrović, A., Trdan, S., & Tomanović, Ž. (2014). Review of interactions between host plants, aphids, primary parasitoids and hyperparasitoids in vegetable and cereal ecosystems in Slovenia. Journal of the Entomological Research Society, 16(1), 67-78.
- Loayza Barreto, L. G. (2020). Comportamiento morfológico y agronómico de diferentes cultivares de maíz (*Zea mays*) en la granja Santa Inés. Disponible en: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/16139/1/TTUACA-2020-IA-DE00022.pdf>.
- Lezaun, J. (2020). Barrenador del tallo “*Diatraea saccharalis*, plaga principal del maíz y otras gramíneas. Disponible en: <https://www.croplifela.org/es/plagas/listado-de-plagas/barrenador-del-tallo-diatraea-saccharalis>.
- MAG, (2020). (Ministerio de Agricultura y Ganadería). Mediante dos estrategias, Ecuador aumenta rendimientos de maíz. Disponible en: <https://www.agricultura.gob.ec/mediante-dos-estrategias-ecuador-aumenta-rendimientos-de-maiz/>
- Martínez, MEE (2021). Principales enfermedades del maíz (*Zea mays*, L.) en Ecuador. Revista Científica Agroecosistemas, 9 (2), 53-59.

- Naeem, M., Aslam, Z., Khaliq, A., Ahmed, J. N., Nawaz, A., & Hussain, M. (2018). Plant growth promoting rhizobacteria reduce aphid population and enhance the productivity of bread wheat. *brazilian journal of microbiology*, 49, 9-14.
- Navasero, MM y Navasero, MV (2020). Ciclo de vida, morfometría y enemigos naturales del gusano cogollero, *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) sobre *Zea mays* l. En Filipinas. *Journal of ISSAAS (Sociedad Internacional de Ciencias Agrícolas del Sudeste Asiático)*, 26 (2), 17-29.
- Neharkar, P. S., Kamdi, S. R., Kadu, P. R., Bramhankar, S. B., & Bhagat, G. J. (2014). Effect of some insecticides and botanicals on predatory lady bird beetles (Coleoptera: Coccinellidae) in cotton. *International Journal of Plant Sciences (Muzaffarnagar)*, 9(2), 394-396.
- Reséndiz, R. Z.; López, S. J. A.; Osorio, H. E.; Estrada D. B., Pecina, M. J. A.; Mendoza, C. M. C. y Reyes, M. C. A. 2016. Importancia de la resistencia del maíz nativo al ataque de larvas de lepidópteros. *Temas de Ciencia y Tecnología*. 20(59):3-14.
- Santos, C. G. D.; Wanderley, T. V.; Vargas, de O. J.; Aguiar, C. T. A.; Correia, A. A.; de Souza, A. T. J.; Magliano, da C. F. and Oliveira, B. M. 2015. Histological and histochemical changes by clove essential oil upon the gonads of *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). *Inter. J. Morphol.* 33(4):1393-1400.
- Santos, K. F. A., Zanardi, O. Z., de Moraes, M. R., Jacob, C. R. O., de Oliveira, M. B., & Yamamoto, P. T. (2017). The impact of six insecticides commonly used in control of agricultural pests on the generalist predator *Hippodamia convergens* (Coleoptera: Coccinellidae). *Chemosphere*, 186, 218-226.
- Simón, M. R., & Golik, S. I. (2018). Cereales de verano. In *Cereales de verano*. <https://doi.org/10.35537/10915/68613>
- Dao, H. T., Vu, D. H., Le Dang, Q., & Dai Lam, T. (2021). Application of botanical pesticides in organic agriculture production: potential and challenges. *Vietnam Journal of Science and Technology*, 59(6).
- Valdez Torres, J. B.; Soto-Landeros, F.; Osuna-Enciso, T. y Báez-Sañudo, A. M. 2012. Modelos de predicción fenológica para maíz blanco (*Zea mays* L.) y gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith). *Agrociencia*. 46(2):399-410.

- Veloz, C., & Stalin, B. (2020). Caracterización Agro-Morfológica de la línea promisoría UTC 003 de Maíz Chulpi (*Zea mays* l.) en el Barrio Tigualo, Parroquia Panzaleo, Salcedo-Cotopaxi 2020 (Bachelor's thesis, Ecuador, Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi UTC.).
- Villacís Seme, J. Y. (2021). Evaluación de las características morfológicas y agronómicas del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) Sometido a tres densidades de siembra en la zona de ventanas, provincia de los Ríos (Tesis de grado, Quevedo-Ecuador).
- Zamora-Mejías, D., & Hanson, P. E. (2017). Clave dicotómica para especies parasitoides e hiperparasitoides (Hymenoptera) de áfidos (Hemiptera: Aphididae) de Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana*, 28(3), 565-575.
- Zambrano, J. L., Yáñez, C., Sangoquiza Caiza, C. A., Limongi Andrade, R., Alarcón Cobeña, F., Zambrano, E., & Pinargote García, L. F. (2019). Situación del cultivo de maíz en Ecuador: investigación y desarrollo de tecnologías en el Iniap. Disponible en: <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5457>
- Zambrano, N.D., Arteaga, W., Velasquez J., Chirinos, D.T. 2021. Side effects of lambda cyhalothrin and thiamethoxam on insect pests and natural enemies associated with cotton. *Sarhad Journal of Agriculture*, 37, 1098-1106.

Anexos



Anexo 1. Realización de trampas para captura de insectos.



Anexo 2. Selección de la muestra y recolección de datos.



Anexo 3. Conteos en el laboratorio de entomología de la Facultad de Ingeniería Agronómica.



Anexo 4. Conteos de insectos presentes en trampas cromáticas en el laboratorio.