



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE AGRONOMÍA

Proyecto de Investigación
previo a la obtención del título
de Ingeniera Agrónoma

Título del Proyecto de Investigación:

“Dinámica poblacional de los principales insectos plagas asociados al maíz
con relación a las fases fenológicas del cultivo”

Autora:

Yosselin Ariana Castro Mena

Director del Proyecto de Investigación:

Dr. Daniel Federico Vera Avilés, PhD

Quevedo – Ecuador

2021

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Yosselin Ariana Castro Mena**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

Atentamente;

Yosselin Ariana Castro Mena
Autora

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, **Dr. Daniel Federico Vera Avilés**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que la estudiante **Yosselin Ariana Castro Mena**, realizó el Proyecto de Investigación titulado “**Dinámica poblacional de los principales insectos plagas asociados al maíz con relación a las fases fenológicas del cultivo**”, previo a la obtención del título de Ingeniera Agrónoma, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Atentamente;

Dr. Daniel Federico Vera Avilés
Director del Proyecto de Investigación

REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

El suscrito, **Dr. Daniel Federico Vera Avilés**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, en calidad de Director del Proyecto de Investigación titulado “**Dinámica poblacional de los principales insectos plagas asociados al maíz con relación a las fases fenológicas del cultivo**”, perteneciente a la estudiante de la carrera de Agronomía **Yosselin Ariana Castro Mena**, CERTIFICA: el cumplimiento de los parámetros establecidos por el SENESCYT, y se evidencia el reporte de la herramienta de prevención de coincidencia y/o plagio académico (URKUND) con un porcentaje de coincidencia del 6 %.

Document Information

Analyzed document	Proyecto de Investigacion-Yosselin Castro - 05-08-2021.docx (D111023549)
Submitted	8/6/2021 4:27:00 AM
Submitted by	Vera Aviles Daniel Federico
Submitter email	dvera@uteq.edu.ec
Similarity	6%
Analysis address	dvera.uteq@analysis.urkund.com

Dr. Daniel Federico Vera Avilés
Director del Proyecto de Investigación



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE AGRONOMÍA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

“Dinámica poblacional de los principales insectos plagas asociados al maíz con
relación a las fases fenológicas del cultivo”

Presentado a la Comisión Académica como requisito previo a la obtención del título
de:

Ingeniera Agrónoma

Aprobado por:

Dr. Gregorio Vásquez Montúfar
Presidente del Tribunal

Dra. Mayra Vélez Ruíz
Miembro del Tribunal

Dr. Fernando Cabezas Guerrero
Miembro del Tribunal

Quevedo – Ecuador

2021

AGRADECIMIENTOS

A Dios por ser mi guía, darme salud, brindarme paciencia y sabiduría para llegar a este logro tan importante.

A mis padres por todo el apoyo incondicional que he tenido desde que empezó mis estudios, por creer y confiar en mí, por inculcar en mí el deseo de superación personal y profesionalismo y a mis demás familias por aconsejarme, siempre motivarme.

Al Ing. Ramiro Gaibor y Eco. Flavio Ramos que hicieron posible la realización de esta investigación.

A mi Director del Proyecto de Investigación, el Ing. Daniel Vera Avilés PhD por sus sugerencias y orientación a lo largo de la presente investigación. También a la Ing. Mayra Vélez Ruiz, PhD por la ayuda brindada en esta investigación y por ser una excelente docente de la carrera.

A mis amigos y futuros colegas que me ayudaron con su apoyo en esta investigación: Víctor García, Luis Pilla, Limber Barahona, Marcel Gonzalez, y demás compañeros que me brindaron su amistad.

A los docentes de la Facultad, que con sus enseñanzas he logrado obtener conocimientos que serán de gran ayuda en mi vida profesional.

Yosselin Ariana Castro Mena

DEDICATORIA

A Dios por brindarme la oportunidad de la vida, al darme los medios necesarios para continuar con mi formación profesional.

A mis padres Martha Mena Zambrano y José Castro Carriel quienes me han acompañado a lo largo de la vida, proporcionándome la fuerza necesaria para continuar con mis estudios.

Yosselin Ariana Castro Mena

RESUMEN

La identificación de los insectos plagas en los cultivos de importancia económica como el maíz ayuda en la toma de decisiones para la aplicación de métodos de control oportunos, de manera que se disminuyen las pérdidas económicas y productivas. Es por ello, que la presente investigación tuvo como objetivo determinar la incidencia de los principales insectos plagas asociados al maíz con relación a las fases fenológicas del cultivo. Se realizaron evaluaciones en cuatro localidades del cantón Mocache: Pechiche, Barro Colorado, Jesús del Gran Poder y Las Palmas. Se monitoreó los insectos en un área de 1000 m², por los métodos de red entomológica, captura directa en plantas y trampas adhesivas, realizando registros en 3 estadios en fases fenológicas (emergencia, fase vegetativa y reproductiva). Se clasificaron los insectos capturados por órdenes utilizando métodos de estadística descriptiva, además se realizó un conteo de los insectos colectados con cada método de captura y se determinó la incidencia tanto de insectos plagas como benéficos. Los resultados obtenidos muestran que, a lo largo del ciclo vegetativo del cultivo de maíz, se identificaron insectos plagas de los órdenes: Thysanoptera, Hemiptera, Diptera, Lepidoptera, Orthoptera, Coleoptera e Hymenoptera, destacándose los hemípteros que superaron los 600 especímenes por localidad. En el cantón Mocache, los insectos asociados al cultivo de maíz fueron: *S. frugiperda*, *D. saccharalis*, *D. maidis*, *A. ipsilon* y *M. persicae*, lo que se vio reflejado en las cuatro localidades en estudio, de los cuales *D. maidis* mostró mayor ocurrencia en cada una de las localidades, con hasta 14, 11, 17, 9 y 7 especímenes por etapa, respectivamente. En las cuatro localidades evaluadas se pudo apreciar que *S. frugiperda* y *D. saccharalis* no mostraron incidencia en la etapa de emergencia del cultivo, mientras que, tanto *S. frugiperda*, *D. saccharalis*, *D. maidis*, *A. ipsilon* y *M. persicae*. la incidencia fue mayor en la etapa vegetativa, con valores entre 29.41 y 66.67%. Se identificó la presencia de los insectos benéficos *H. convergens*, *C. sanguinea*, *Euplectrus* sp., *C. tricolor*, *Polistes* sp, con hasta 4 especímenes por localidad, actuando como predadores de huevos y larvas de *S. frugiperda* y *D. saccharalis*, y *C. insularis* como parasitoide *S. frugiperda*. La especie benéfica *H. convergens* mostró mayor abundancia de especímenes en todas las localidades, con entre 3 y 4 especímenes.

Palabras claves: Manejo de plagas, Insectos plaga, Insectos benéficos.

ABSTRACT

The identification of insect pests in economically important crops such as corn helps in decision-making for the application of timely control methods, so that economic and productive losses are reduced. That is why the present research aimed to determine the incidence of the main insect pests associated with corn in relation to the phenological phases of the crop. Evaluations were carried out in four localities of the Mocache canton: Pechiche, Barro Colorado, Jesús del Gran Poder and Las Palmas. The insects were monitored in an area of 1000 m², by the entomological network methods, direct capture in plants and adhesive traps, making records in 3 stages in phenological phases (emergence, vegetative and reproductive phase). The insects captured by orders were classified using descriptive statistical methods, in addition a count of the insects collected with each capture method was made and the incidence of both pests and beneficial insects was determined. The results obtained show that, throughout the vegetative cycle of the corn crop, insect pests of the orders were identified: Thysanoptera, Hemiptera, Diptera, Lepidoptera, Orthoptera, Coleoptera and Hymenoptera, highlighting the hemipterans that exceeded 600 specimens per location. In the Mocache canton, the insects associated with the cultivation of corn were: *S. frugiperda*, *D. saccharalis*, *D. maidis*, *A. ipsilon* and *M. persicae*, which was reflected in the four locations under study, of which *D. maidis* showed a higher occurrence in each of the localities, with up to 14, 11, 17, 9 and 7 specimens per stage, respectively. In the four evaluated localities it was observed that *S. frugiperda* and *D. saccharalis* did not show incidence in the crop emergence stage, while both *S. frugiperda*, *D. saccharalis*, *D. maidis*, *A. ipsilon* and *M. persicae*. the incidence was higher in the vegetative stage, with values between 29.41 and 66.67%. The presence of the beneficial insects *H. convergens*, *C. sanguinea*, *Euplectrus sp.*, *C. tricolor*, *Polistes sp.*, was identified with up to 4 specimens per locality, acting as predators of eggs and larvae of *S. frugiperda* and *D. saccharalis*, and *C. insularis* as parasitoid *S. frugiperda*. The beneficial species *H. convergens* showed greater abundance of specimens in all localities, with between 3 and 4 specimens.

Keywords: Pest management, Pest insects, Beneficial insects.

TABLA DE CONTENIDOS

Portada	i
Declaración de autoría y cesión de derechos.....	ii
Certificación de culminación del Proyecto de Investigación	iii
Reporte de la herramienta de prevención de coincidencia y/o plagio académico.....	iv
Certificación de aprobación por Tribunal de Sustentación	v
Agradecimientos.....	vi
Dedicatoria.....	vii
Resumen	viii
Abstract	ix
Tabla de Contenido.....	x
Índice de Tablas.....	xiii
Índice de Figuras	xiv
Índice de Anexos	xv
Código Dublín	xvi
Introducción.....	1

CAPÍTULO I. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problematización	3
1.1.1. Planteamiento del problema	3
1.1.2. Formulación del problema.....	3
1.1.3. Sistematización del problema.....	3
1.2. Objetivos	4
1.2.1. Objetivo general	4
1.2.2. Objetivos específicos.....	4
1.3. Justificación.....	5

CAPÍTULO II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco teórico	7
2.1.1. Generalidades del cultivo de maíz.....	7
2.1.1.1. Origen.....	7
2.1.1.2. Importancia del cultivo de maíz	7

2.1.1.3.	Etapas fenológicas del maíz	8
2.1.1.4.	Requerimiento del cultivo de maíz.....	9
2.1.1.5.	Fisiología del maíz	10
2.1.2.	Principales insectos plaga del cultivo de maíz	11
2.1.2.1.	Gusano cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>)	11
2.1.2.2.	Barrenador del tallo (<i>Diatraea saccharalis</i>)	13
2.1.2.3.	Chicharrita del maíz (<i>Dalbulus maidis</i>)	14
2.1.2.4.	Gusano medidor (<i>Mocis latipes</i>)	14
2.1.2.5.	Gusano trozador (<i>Agrotis ipsilon</i>)	15
2.1.2.6.	Pulgón verde (<i>Myzus persicae</i>)	15
2.1.3.	Insectos benéficos asociados en el cultivo de maíz.....	16
2.1.4.	Monitoreo de plagas	17
2.1.5.	Manejo integrado de plagas.....	18
2.1.6.	Antecedentes investigativos	19

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.	Localización de la investigación	21
3.2.	Tipo de investigación	21
3.3.	Métodos de investigación.....	21
3.4.	Fuentes de recopilación de la información.....	22
3.5.	Diseño de la investigación.....	22
3.6.	Manejo del ensayo.....	22
3.6.1.	Métodos de colecta.....	23
3.6.1.1.	Método de colecta indirecta	23
3.6.1.2.	Métodos de colecta indirecta.....	23
3.7.	VARIABLES EVALUADAS.....	23
3.7.1.	Número de especímenes capturados por orden	23
3.7.2.	Identificación de los principales insectos plaga e insectos benéficos en el cultivo.....	24
3.7.3.	Dinámica poblacional.....	24
3.7.4.	Incidencia de los insectos plaga	24
3.8.	Recursos humanos y materiales	24

3.8.1. Recursos humanos	24
3.8.2. Recursos materiales	25
3.8.2.1. Materiales de oficina	25
3.8.2.2. Materiales de campo.....	25
3.8.2.3. Materiales de laboratorio.....	25

CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados	27
4.1.1. Identificación de los insectos asociados al cultivo de maíz durante su ciclo vegetativo	27
4.1.1.1. Número de especímenes capturados de acuerdo al orden	27
4.1.1.2. Identificación de los principales insectos plagas y benéficos del cultivo de maíz.	27
4.1.1.3. Abundancia de principales insectos plaga por etapa fenológica y localidad.	28
4.1.1.4. Dinámica poblacional de los insectos plagas en el cultivo de maíz.....	29
4.1.2. Incidencia de los insectos plagas con relación a las etapas fenológicas del cultivo de maíz	30
4.1.3. Importancia relativa de los enemigos naturales en el control biológico de las principales plagas del maíz.....	31
4.2. Discusión.....	31

CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones	35
5.2. Recomendaciones.....	36

CAPITULO VI. BIBLIOGRAFÍA

6.1. Literatura citada.....	38
-----------------------------	----

CAPITULO VII. ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas geográficas de las localidades en estudio.....	21
Tabla 2. Características climáticas de las localidades del cantón Mocache en estudio	21
Tabla 3. Descripción de las etapas fenológicas del cultivo de maíz consideradas en la investigación	22
Tabla 4. Identificación y cuantificación de los órdenes de insectos capturados en las cuatro localidades del cantón Mocache.	27
Tabla 5. Identificación de los principales insectos plagas capturados en cuatro localidades del Cantón Mocache.....	28
Tabla 6. Identificación de los principales insectos plagas por etapa fenológica del cultivo de maíz en las cuatro localidades del cantón Mocache.....	29
Tabla 7. Porcentaje de incidencia de los principales insectos plagas del cultivo de maíz en las cuatro localidades pertenecientes al cantón Mocache	30

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Dinámica poblacional de los principales insectos plagas en el cultivo de maíz en las cuatro localidades del cantón Mocache en estudio.....	30
--	----

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Elaboración de trampas adhesivas.....	45
Anexo 2.	Colocación de trampas adhesivas en la etapa de emergencia.....	45
Anexo 3.	Realización de capturas de insectos mediante la red entomológica.	46
Anexo 4.	Colocación de trampas adhesivas en la etapa reproductiva.....	46
Anexo 5.	Identificación del orden de los insectos en el estereoscopio.	47
Anexo 6.	Insectos plagas del cultivo de maíz	47

CÓDIGO DUBLÍN

Título:	Dinámica poblacional de los principales insectos plagas asociados al maíz con relación a las fases fenológicas del cultivo
Autor:	Yosselin Ariana Castro Mena
Palabras clave:	Manejo de plagas, Insectos plaga, Insectos benéficos.
Fecha de publicación	
Editorial:	
Resumen:	<p>La identificación de los insectos plagas en los cultivos de importancia económica como el maíz ayuda en la toma de decisiones para la aplicación de métodos de control oportunos, de manera que se disminuyen las pérdidas económicas y productivas. Es por ello, que la presente investigación tuvo como objetivo determinar la incidencia de los principales insectos plagas asociados al maíz con relación a las fases fenológicas del cultivo. Se realizaron evaluaciones en cuatro localidades del cantón Mocache: Pechiche, Barro Colorado, Jesús del Gran Poder y Las Palmas. Se monitoreó los insectos en un área de 1000 m², por los métodos de red entomológica, captura directa en plantas y trampas adhesivas, realizando registros en 3 estadios en fases fenológicas (emergencia, fase vegetativa y reproductiva). Se clasificaron los insectos capturados por órdenes utilizando métodos de estadística descriptiva, además se realizó un conteo de los insectos colectados con cada método de captura y se determinó la incidencia tanto de insectos plagas como benéficos. Los resultados obtenidos muestran que, a lo largo del ciclo vegetativo del cultivo de maíz, se identificaron insectos plagas de los órdenes: Thysanoptera, Hemiptera, Diptera, Lepidoptera, Orthoptera, Coleoptera e Hymenoptera, destacándose los hemípteros que superaron los 600 especímenes por localidad. En el cantón Mocache, los insectos asociados al cultivo de maíz fueron: <i>S. frugiperda</i>, <i>D. saccharalis</i>, <i>D. maidis</i>, <i>A. ipsilon</i> y <i>M. persicae</i>, lo que se vio reflejado en las cuatro localidades en estudio, de los cuales <i>D. maidis</i> mostró mayor ocurrencia en cada una de las localidades, con hasta 14, 11, 17, 9 y 7 especímenes por etapa, respectivamente. En las cuatro localidades evaluadas se pudo apreciar que <i>S. frugiperda</i> y <i>D. saccharalis</i> no mostraron incidencia en la etapa de emergencia del cultivo, mientras que, tanto <i>S. frugiperda</i>, <i>D. saccharalis</i>, <i>D. maidis</i>, <i>A. ipsilon</i> y <i>M. persicae</i>. la incidencia fue mayor en la etapa vegetativa, con valores entre 29.41 y 66.67%. Se identificó la presencia de los insectos benéficos <i>H. convergens</i>, <i>C. sanguinea</i>, <i>Euplectrus</i> sp., <i>C. tricolor</i>, <i>Polistes</i> sp, con hasta 4 especímenes por localidad, actuando como predadores de huevos y larvas de <i>S. frugiperda</i> y <i>D. saccharalis</i>, y <i>C. insularis</i> como parasitoide <i>S. frugiperda</i>. La especie benéfica <i>H. convergens</i> mostró mayor abundancia de especímenes en todas las localidades, con entre 3 y 4 especímenes.</p>
Descripción:	
Url	

INTRODUCCIÓN

El cultivo de maíz, es uno de los que más dinamiza la actividad agrícola en el Ecuador, principalmente en el litoral, región en la que se produce el 91.88% del total nacional de este grano. La producción de la provincia de Los Ríos representa el 53.61% del total de la región Litoral (INEC, 2021), con un rendimiento promedio de 4.46 t ha⁻¹ (Moreira, 2021), a esta provincia le sigue Manabí y Guayas que producen el 23.42 y 20.66% de la producción de maíz, respectivamente.

El cultivo de maíz (*Zea mays* L.) presenta diversos problemas fitosanitarios para su producción, dentro de las principales se encuentran las malezas, enfermedades e insectos plaga (Reséndiz *et al.*, 2016), estos últimos destacan debido al daño que ocasionan y se estima que provocan pérdidas en rendimiento de 30% (Hernández *et al.*, 2019), estos se presentan desde el establecimiento del cultivo hasta el almacenamiento del grano.

En el Ecuador, el cultivo de maíz es atacado por insectos y plagas que son un factor limitante de la producción (Cañarte, Solórzano, y Navarrete, 2017; Burgos, 2020), entre estas tenemos las siguientes: el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*); el barrenador del tallo (*Diatraea saccharalis*) y la Chicharrita (*Dalbulus maidis*)

Medidas del control son utilizadas constantemente para disminuir los efectos de plagas en el cultivo de maíz (Haz, 2016). Entre los métodos de control de plagas el uso de insecticidas es el más difundido (Jiménez, 2009), no obstante, su uso excesivo es el mal manejo trae consecuencias como la resistencia de las plagas a los insecticidas, contaminación ambiental y efectos sobre la salud del agricultor.

Una alternativa sostenible para la producción de cultivo es a través del manejo integrado de plagas (MIP), que utiliza estrategias para el control de las poblaciones de las plagas por medio de la toma de acciones que prevengan problemas, suprima niveles de daño y haga uso del control químico solamente cuando y donde sea extremadamente necesario (Badii, Landeros, y Cerna, 2007). En lugar de tratar de erradicar las plagas, el MIP se esfuerza en prevenir el desarrollo (Giraldo, 2003), o a suprimir el número de las poblaciones de plagas a niveles por debajo de lo que podría ser económicamente dañino.

CAPÍTULO I

CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problematización

1.1.1. Planteamiento del problema

Uno de los principales problemas del cultivo de maíz en la zona del cantón Mocache y el resto país es la presencia de insectos – plagas. Entre las más importante encontramos la gallina ciega (*Phyllophaga* spp.), gusano trozador (*Agrotis ipsilon*), el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), adultos de mariquita (*Diabrotica undecimpunctata*), chicharritas (*Dalbulus maidis*), Trips (*Frankliniella occidentalis*, *F. williamsi* y *Hercotrips phaseoli*), gusano barrenadores del tallo (*Diatraea saccharalis*) y gusano elotero (*Helicoverpa zea*), que se alimentan de hojas, tallos, flores o frutos. Las cuales causan pérdidas económicas considerables, es necesario un control adecuado para minimizar daños en el cultivo.

El método de control más utilizado por los agricultores es el químico, el uso de plaguicidas químicos causas efectos negativos sobre la naturaleza y son dañinos para la salud. Se han ido incorporando medidas alternativas como el manejo integrador de plagas en la que se busca reducir el uso de plaguicidas químicos y utilizar técnicas que sean amigable para el ambiente. Dentro del Manejo Integrador de Plagas (MIP), el monitoreo de plagas cumple un papel fundamental para el conocimiento del comportamiento de los insectos plaga en los cultivos. Esto también demanda la identificación de las fases fenológicas del cultivo en las que existe mayor incidencia, para la toma de decisiones oportunas de métodos integrados de control de poblaciones.

1.1.2. Formulación del problema

¿En qué etapa fenológica del cultivo de maíz existirá mayor vulnerabilidad a los insectos plaga?

1.1.3. Sistematización del problema

¿Cuáles son los insectos asociados al cultivo de maíz durante su ciclo vegetativo?

¿Cuál es la incidencia de los insectos plaga con relación a las etapas fenológicas del cultivo de maíz?

¿Qué importancia representan los enemigos naturales en el control biológico de las principales plagas del maíz en el área de estudio?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Determinar la incidencia de los principales insectos plagas asociados al maíz con relación a las fases fenológicas del cultivo.

1.2.2. Objetivos específicos

- Identificar los insectos asociados al cultivo de maíz durante su ciclo vegetativo.
- Determinar la incidencia de los insectos plagas con relación a las etapas fenológicas del cultivo de maíz.
- Determinar la importancia relativa de los enemigos naturales en el control biológico de las principales plagas del maíz.

1.3. Justificación

Dentro del manejo integrado de plagas se utilizan técnicas de control como es el método de muestreo exploratorio, la cual utilizan procedimiento de observación y captura directa en plantas del cultivo de maíz, identificando especies de insectos y determinando la incidencia de afectación que realizan las plagas durante su ciclo de vida y la cuantificación poblacional. La identificación de los principales insectos que atacan al cultivo de maíz, provee información necesaria y relevante sobre la incidencia de estos en el cultivo, lo que, a futuro, sirve para la aplicación de métodos y técnicas de control, basados en la etapa del cultivo.

La información obtenida mediante los principales insectos plagas durante su ciclo de vida en las diferentes etapas fenológicas del cultivo permitirá contribuir con las estrategias de manejo integrado de plagas , orientado al agricultor sobre los daños que realizan , con que intensidad atacan y también a identificarlos, conociendo así cuáles es la época que inciden más y con esto aplicar medidas preventivas, técnicas apropiadas, que ayuden a controlar y a evitar pérdidas económicas de los productores maiceros de la zona.

Con los resultados de la investigación se beneficia directamente a agricultores, así como técnicos de campo que vinculan sus labores al proceso de producción del maíz, y además busca beneficiar de manera indirecta a demás personas, cuyas actividades se encuentran ligadas al sector maicero del país.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco teórico

2.1.1. Generalidades del cultivo de maíz

2.1.1.1. Origen

La planta del maíz, proviene de la familia de las gramíneas, es de porte robusto, de fácil desarrollo y producción anual; es de inflorescencia monoica. El tallo es erecto, de elevada longitud puede alcanzar 4 metros de altura, es robusto y sin ramificaciones. Las hojas son largas de gran tamaño, lanceoladas, alternas, paralelinervias; se encuentran abrazadas al tallo y por el haz presentan vellosidades, las hojas son afiladas y cortantes (López, 2014).

El maíz es el único cereal nativo del hemisferio occidental. Originario de México, se extendió al norte hasta Canadá y al sur hasta Argentina, posteriormente tras el descubrimiento de América se difundió hacia Europa, Asia y África. A nivel mundial representa el 5,4 % del total de fuentes alimenticias de la población humana (Badillo, 2016).

El maíz es uno de los principales alimentos cultivables en el mundo. El maíz blanco se utiliza principalmente para la elaboración de alimentos, como tortillas y tamales, así como aceite comestible o fabricación de barnices, pinturas, cauchos artificiales y jabones (Keleman y Hellin, 2009). El maíz amarillo se puede utilizar para consumo humano, sin embargo, tiene como destino principal el consumo pecuario, y la producción de almidones (López, 2017).

El productor ecuatoriano tiene a disposición una amplia gama de híbridos comerciales de maíces nacionales e introducidos. Estos varían considerablemente en cuanto al costo de semilla, ciclo, textura de grano y tecnología incorporada en cuanto a resistencia a insectos y enfermedades, a la vez que su potencial de rendimiento supera ampliamente el nivel de productividad alcanzado por los agricultores (Rodríguez, 2013).

2.1.1.2. Importancia del cultivo de maíz

En el mundo, entre todos los cereales existentes, el maíz es el producto agrícola más importante, ha desplazado al trigo de este sitio y se perfila como el grano más valioso, esto debido a la gran versatilidad de usos, debido a que puede consumirse como alimento humano en forma directa, utilizarse también en alimento para ganado o puede transformarse industrialmente en productos con mayor valor agregado (Coral, 2017).

El maíz amarillo tiene una variedad de usos, se puede utilizar para consumo humano, sin embargo, tiene como destino principal el consumo pecuario, y la producción de almidones (López, 2017). De este modo, ya sea para consumo humano o animal, la producción del maíz es importantísima para numerosos países y regiones que la generan para consumo interno o que la exportan a aquellas regiones en las que el maíz no puede crecer (Sánchez y Pérez-Urria, 2014).

El productor ecuatoriano tiene a disposición una amplia gama de híbridos comerciales de maíces nacionales e introducidos. Estos varían considerablemente en cuanto al costo de semilla, ciclo, textura de grano y tecnología incorporada en cuanto a resistencia a insectos y enfermedades, a la vez que su potencial de rendimiento supera ampliamente el nivel de productividad alcanzado por los agricultores (Rodríguez, 2013).

2.1.1.3. Etapas fenológicas del maíz

Las observaciones agrometeorológicas permiten evaluar la interacción de un cultivo con su medio ambiente físico para poder conocer sus condiciones climáticas y requerimientos hídricos adecuados; estos conocimientos son necesarios en el uso de modelos agroclimáticos, en el diseño y la planificación de riegos, en la programación de siembras y cosechas, en zonificaciones agroclimáticas (Lucero, 2014).

Una etapa fenológica está delimitada por dos fases fenológicas sucesivas. Dentro de ciertas etapas se presentan períodos críticos, que son el intervalo breve durante el cual la planta presenta la máxima sensibilidad a determinado evento meteorológico, de manera que las oscilaciones en los valores de este evento se reflejan en el rendimiento del cultivo; estos periodos críticos se presentan generalmente poco antes o después de las fases, durante dos o tres semanas. El comienzo y fin de las fases y etapas sirven como medio para juzgar la rapidez del desarrollo de las plantas (Caiza, 2015).

Oñate (2016), indica que para el cultivo de maíz se han considerado las siguientes etapas: emergencia (I etapa), etapa vegetativa (II etapa) y etapa reproductiva (III etapa).

La suma de las tres etapas constituye el ciclo de vida del maíz. Cada una de estas etapas está influenciada por los elementos meteorológicos que en su conjunto constituyen el clima de una localidad (Yzara y López).

2.1.1.4. Requerimiento del cultivo de maíz

- **Climáticos**

El maíz requiere de condiciones hídricas, de temperatura y de iluminación adecuadas para su crecimiento. Por otra parte, se trata de una especie de día corto, lo que significa que es inducida a florecer con menos de 10 horas de luz. Sin embargo, debido a su gran adaptación, tolera también días largos, con 12 a 14 horas de luz y una temperatura de 20 °C a 30 °C. Para que se produzca la germinación en la semilla la temperatura del suelo debe situarse entre los 15 a 20 °C, llega a soportar temperaturas mínimas de hasta 8 °C y a partir de los 30 °C., pueden aparecer problemas serios debido a mala absorción de nutrientes minerales y agua (Guzmán, 2017). El maíz es una planta con mucha superficie foliar que se traduce en una gran capacidad para la fotosíntesis, pero también para la evapotranspiración, por eso es una planta muy sensible a las altas temperaturas y a la falta de humedad en el suelo. La temperatura ideal para la fructificación es de 20 a 32°C (Caiza, 2015).

- **Suelo**

Es una planta de gran desarrollo vegetativo, en consecuencia, posee un abundante y profundo arraigamiento. Se estima como óptima una profundidad del suelo superior a 100 cm para lograr altos rendimientos, aun cuando puede ser cultivado en suelos de profundidad efectiva superior a 40 cm, siempre que descansa sobre un-sustrato abierto al paso de las raíces. En cuanto a texturas, lo óptimo son suelos de texturas medias. Sin embargo, el cultivo tolera texturas que varían de inmoderadamente gruesas a finas. El grado de acidez o alcalinidad, denominado pH, que soporta, varía de 5,6 a 8,4, siendo óptimo un pH de 5,6 a 6,5. El maíz puede prosperar en suelos con un drenaje imperfecto, pero es afectado por un drenaje más restringido. El óptimo corresponde a un suelo sin problemas de drenaje. Lo adecuado para este cultivo son los suelos no salinos de conductividad eléctrica entre 0 y 2 mmhos/cm (Cruz, 2013).

- **Agua**

El maíz es un cultivo que a lo largo de su ciclo requiere de una adecuada humedad. Los riegos varían a lo largo del cultivo así: cuando las plantas comienzan a nacer se requiere

menos cantidad de agua, pero si mantener una humedad constante. La fase de crecimiento de la planta es la etapa en la que la cantidad de agua no debe faltar, se recomienda dar un riego unos 10 a 15 días antes de la floración. La fase de floración es el período más crítico en el crecimiento de la planta porque de esta fase depende el cuajado y la cantidad de producción obtenida. Por esta razón, se aconsejan riegos constantes que mantengan la humedad. Por último, para el engrosamiento y maduración de la mazorca se debe disminuir la cantidad de agua aplicada (Rodríguez, 2013).

2.1.1.5. Fisiología del maíz

- **Planta**

La planta de maíz pertenece a la familia Gramineae, es de régimen anual, herbácea, de tamaño regular desde 60 cm hasta 2.4 m dependiendo del lugar donde es cultivada, por la posición de las flores a la planta se las clasifica como monoica es decir con flor masculina y femenina en distintas partes de la misma planta. Es una planta de tallo erguido, macizo y ahueco. La altura es muy variable (Orozco, 2010).

- **Raíz**

La raíz de una planta de maíz es fasciculada con un potente desarrollo. Tienen tres tipos de raíces que son los siguientes: Seminales: Nacen en la semilla después de la radícula para afirmar la planta, no son permanentes. Permanentes: En este grupo están incluidas las principales y secundarias, están nacen por encima de las primeras raicillas en una zona llamada corona, este grupo constituye el llamado sistema radicular principal. Adventicias: Nacen de los nudos inferiores del tallo y actúan de sostén en las últimas etapas del crecimiento, absorbiendo a la vez agua y sustancias nutritivas (Maridueña, 2020).

- **Tallo**

Está formado por una sucesión de nudos y entrenudos, los primeros son zonas abultadas de los cuales se producen la elongación de los entrenudos y se diferencian las hojas. Cada nudo es el punto de interacción de una hoja. El tallo puede crecer hasta 4 m e incluso más en algunas variedades. Los tallos son muy robustos, y dependiendo de la precocidad de cultivar pueden alcanzar entre 12 y 24 nudos aéreos (Castillo, 2017).

- **Hojas**

Las hojas son largas, de gran tamaño, lanceoladas, alternas. Se encuentran abrazadas al tallo y por el haz presenta vellosidades. Los extremos de las hojas son muy afilados y cortantes. Su color usual es verde, pero se puede encontrar hojas rayadas de blanco y verde o verde y púrpura. El número de hojas por planta varía entre 8 a 25 (Oñate, 2016).

- **Flores**

En cuanto a la inflorescencia masculina presenta una película (vulgarmente llamada espigón o penacho) de coloración amarilla que posee una cantidad muy elevada de polen en el orden de 20 a 25 millones de granos de polen. En cada florecilla que compone la panícula se presentan tres estambres donde se desarrolla el polen. Las flores femeninas aparecen en las axilas de algunas hojas y están agrupadas en una espiga rodeada de largas brácteas. A esta espiga se le llama mazorca. La mazorca tiene una parte central que se llama zuro, también conocida por los agricultores por diferentes nombres como “corazón” o “tuza” (Cañarte, Solórzano, y Navarrete, 2017).

- **Fruto**

La mazorca o fruto, está formado por una parte central llamado zuro, donde se adhieren los granos de maíz en número de varias decenas por cada mazorca. El 46% del peso total de la mazorca corresponde al peso de las brácteas y el 54% restante al raquis y a los granos, del cual el 29% es materia comestible. El fruto y la semilla forman un solo cuerpo que tienen la forma de una cariósida brillante, de color amarillo, rojo, morado, blanco y que se los denomina vulgarmente como granos dentro del fruto que es el ovario maduro, la semilla está compuesta de la cubierta o pericarpio, el endospermo amiláceo y el embrión o germen, pesa aproximadamente 0.3 gramos (Magdaleno-Hernández *et al.*, 2016)

2.1.2. Principales insectos plaga del cultivo de maíz

2.1.2.1. Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*)

Es considerado como una de las plagas más importantes del maíz en las regiones tropicales y subtropicales de América. En diversas entidades del país se han registrado pérdidas causadas por este insecto que van desde 13 hasta 60 %. Los daños más serios corresponden

a las zonas temporales de regiones tropicales y subtropicales. Su distribución es muy amplia, ocurre en todas las zonas productoras de maíz (Padilla, 2011).

El gusano cogollero es una de las plagas más comunes en los cultivos de granos. Se debe controlar cuando se observan altas poblaciones ya que podrían destruir más de un 25% del follaje (Cruz, 2013). Es considerado como una de las plagas más importantes del maíz en las regiones tropicales y subtropicales de América. En diversas entidades del país se han registrado pérdidas causadas por este insecto que van desde 13 hasta 60 %. Los daños más serios corresponden a las zonas temporales de regiones tropicales y subtropicales. Su distribución es muy amplia, ocurre en todas las zonas productoras de maíz (Guerrero, 2018).

Presenta dimorfismo sexual, las características distintivas del macho son: expansión alar de 32 a 35 mm; longitud corporal de 20 a 30 mm; siendo las alas anteriores pardo-grisáceas con algunas pequeñas manchas violáceas con diferente tonalidad, en la región apical de estas se encuentra una ancha blanquecina notoria, orbicular tiene pequeñas manchas diagonales, una bifurcación poco visible que se extiende a través de la vena costal bajo la mancha reniforme. Las alas posteriores no presentan tintes ni venación coloreada, siendo más bien blanquecina, las hembras tienen una expansión alar que va de los 25 a 40 mm, faltándole la marca diagonal prominente en las anteriores que son poca agudas, no presentan contrastes; la línea postmedial doble y fácilmente vista (Chango, 2012).

Durante las primeras fases de desarrollo de cultivo (4 a 6 hojas) las masas de huevo de *S. frugiperda* son más abundantes en la parte baja de la planta de maíz y en el envés de la hoja. Cuando la planta tiene de 8 – 10 y 12 – 24 hojas, los huevos son puestos en la región media y superior y en haz de la hoja. El mayor número de huevos es puesto en la fase de 4 – 6 hojas (Méndez y González, 2014).

Las larvas recién ocasionadas se alimentan principalmente de la misma masa de huevos a la que pertenecieron. Durante las primeras horas, los estadios larvarios jóvenes presentan una respuesta positiva a la luz y como resultado se mueven hacia la parte superior de la planta de maíz, donde pueden ser movidas por el viento a otras plantas (García y Tarango, 2009). El principal daño de esta plaga se produce sobre partes tiernas de las hojas, las cuales posteriormente aparecen como pequeñas áreas translúcidas; cuando la larva alcanza cierto desarrollo, empieza a alimentarse del follaje en el cogollo y

se despliega, en hojas se presentan hileras regulares en la lámina, en esta etapa se suele observar excremento de la larva en forma de aserrín (Angulo, 2000). 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 (Deras, 2014).

2.1.2.2. Barrenador del tallo (*Diatraea saccharalis*)

Este insecto es considerado una de las plagas de mayor importancia en el cultivo de maíz, ya que la frecuencia e intensidad del ataque ha aumentado en los últimos años debido al incremento del área, condiciones ambientales favorables, uso inapropiado de insecticidas e ineficientes prácticas culturales (Serna *et al.*, 2005).

Ataca varias gramíneas como maíz, caña de azúcar, sorgo, arroz, trigo, varias malezas, etc., sobre las que actúa como barrenador, perforando y debilitando su tallo. Esto produce daños al funcionamiento de las plantas, quebrado de cañas y caída de espigas que reducen el rendimiento de los cultivos (Satorre, 2014).

Los huevos son ovales y aplanados, semejantes a escamas, recién puestos son transparentes, de coloración amarillo verdoso. Las larvas recién salidas del huevo miden de 2.5 a 3.5 mm y en su completo estado de desarrollo de 30 a 35 mm. El estado larval dura aproximadamente 28 a 35 días, pasando por cinco a seis estadios. Son de color blanco crema o amarillo. La pupa es un estado de inactividad del insecto en el que permanece por espacio de ocho a diez días. Varía en su coloración de café claro a café oscuro, dependiendo de la proximidad al momento de emerger los adultos. En estado adulto, el insecto es una mariposa pequeña de color blanco sucio o blanco semi-oscuro con una envergadura de 15 a 20 mm (Badii, Landeros, y Cerna, 2007).

Las mariposas oviponen en el envés de las hojas. Cuando la planta es joven (primavera), las larvitas recién nacidas se alimentan de las hojas causando pequeños agujeros simétricos. También pueden dañar el brote terminal (cogollo) provocando la muerte de la planta en estados tempranos. Si la planta se encuentra en estado vegetativo avanzado, (previo al panojamiento), las larvas se introducen a través de las axilas de las hojas, entre las vainas y el tallo, alimentándose de esas vainas durante el primer y segundo estadio larval, provocando

el desprendimiento o el secado prematuro de las hojas. Otro destino de las larvas es introducirse en el tallo a través de una perforación y alimentarse de los meristemas de crecimiento de los entrenudos. Las larvas del tercer y cuarto estadio (las de mayor tamaño) son las que se alimentan efectuando galerías a través de los entrenudos del tallo y pedúnculo de las espigas (Horacio, 2002).

2.1.2.3. Chicharrita del maíz (*Dalbulus maidis*)

D. maidis es una especie que causa pérdidas en la producción de maíz, por transmitir de forma propagativa persistente a las plantas, enfermedades asociadas al achaparramiento del maíz (MRFV), fitoplasma del achaparramiento (MBSM) y espiroplasma de achaparramiento (CSS) (Casuso, 2017).

Los adultos son de color amarillo pálido y miden aproximadamente 3 milímetros de longitud, siendo más ancho en la parte anterior y angosta hacia atrás. En la cabeza destaca los ojos de color café oscuro y un par de manchas negras y circulares ubicadas entre ellos. Su aparato bucal chupador se ubica en la parte inferior de la cabeza y llega hasta el primer par de patas, las alas son transparentes y más largas que el abdomen (Valarezo *et al.*, 2009).

2.1.2.4. Gusano medidor (*Mocis latipes*)

El adulto del gusano medidor es una palomilla que mide de 3 a 3.8 cm con alas extendidas, las alas exteriores son moteadas de color café oscuro, con una marca en el centro con una mancha plateada en forma de ocho, las larvas son de color verde claro con manchas blancas en el dorso y lo largo del cuerpo, llegan a medir hasta 3.5 cm de longitud, tienen tres pares de falsas patas o patas delgadas cerca de la cabeza, y dos pares de patas gruesas en forma de maza después de la mitad del cuerpo carece de patas y generalmente esta parte del cuerpo esta doblada cuando descansa y durante cada movimiento (Reyes, 2015).

La larva es un masticador voraz del follaje. El adulto, por lo general, oviposita en malezas hospederas que se encuentran alrededor o en el campo y casi nunca lo hacen en el maíz o sorgo. La larva comienza alimentándose de estas malezas y al acabar con ellas se pasa al cultivo, donde en altas densidades es de importancia económica, ya que es capaz de reducir a cero la producción de maíz o sorgo. También esta plaga tiende a estar presente durante la época de la canícula (Urbina, 2005).

2.1.2.5. Gusano trozador (*Agrotis ipsilon*)

Los huevos son de forma globulosa, con una superficie estriada normalmente, el período de incubación puede durar de 4 a 6 días; las larvas en su completo desarrollo pueden medir hasta 60 mm, su color es gris oscuro o tierroso, cabeza ligeramente pequeña con relación a su cuerpo, el estado larval puede llegar a tener una duración de 3 a 4 semanas, luego de este período pierde su movimiento y se transforma en pupa, de color café oscuro brillante, llegando a medir 22 mm, después de este período emerge el adulto, el cual puede vivir de 6 a 8 días (Delgado-Loor, 2019).

El gusano cortador ataca no sólo al maíz sino también a muchos cultivos comerciales como algodón, tabaco, fréjol, soya, hortalizas, etc. De allí la importancia de buscar alternativas de control (Chango-Chango, 2018).

Las hembras colocan sus huevecillos en forma individual durante la noche ya sea sobre malezas o en suelos ricos en humus. En los dos primeros estadios las larvas se alimentan primero de malezas para posteriormente pasar a los cultivos (Urretabizkaya, 2018).

En algunos campos de maíz, durante la noche, las plantas jóvenes son devoradas a corta distancia de la superficie del suelo y a lo largo de la hilera. Las hojas de las plantas atacadas muestran daños de insectos masticadores. Al realizar excavaciones en las capas más superficiales del suelo y alrededor de las plantas atacadas, se descubren frecuentemente larvas de hasta 50 mm de largo, de movimiento lento o torpe, cuando está inactiva ésta permanece enroscada formando una "C" (Delgado-Loor, 2019).

2.1.2.6. Pulgón verde (*Myzus persicae*)

Estas plagas son de color variable, el más común es el verde pálido y de tamaños que van de 1.2 a 2.1 mm. Las hembras se reproducen asexualmente por partenogénesis cuando las temperaturas son óptimas (23-26 °C), alcanzando su máxima reproducción en primavera y verano. Con la llegada del frío la reproducción se da más de manera sexual, los huevos se depositan en las bases de las yemas para tolerar las bajas temperaturas. Sin embargo, cuando las condiciones son favorables su reproducción puede darse de manera asexual durante todo el año (Barros, 2019).

Los adultos y ninfas succionan savia de las hojas, brotes, tallos y flores. Al mismo tiempo inyecta saliva tóxica, que produce corrugado en las hojas, es decir, se enrollan y encrespan debido a la acción de la saliva; los ataques severos causan marchitez de brotes jóvenes las hojas se decoloran y se pueden caer prematuramente, el crecimiento se retarda. Los áfidos excretan un líquido azucarado, por el exceso de savia ingerida, sobre las hojas (Jiménez-Martínez, 2017). El daño es causado por todos los estados que chupan la savia de las hojas y brotes, inyectando una saliva tóxica que provoca el bolseado de las hojas (Amaguaña, 2019).

2.1.3. Insectos benéficos asociados en el cultivo de maíz

La importancia de los enemigos naturales sobre la incidencia de insectos plaga radica en la regulación de sus poblaciones; por lo tanto, resulta conveniente la utilización de insectos benéficos como un método de control biológico de las plagas. Para lo anterior, es necesario realizar actividades de conservación como la reproducción de los mismos, tomando criterios de selección con base en la identificación de las especies que presentan mayor capacidad de depredación y búsqueda, distribución, especie plaga que depreda o parasita, entre otras características (Hernández-Trejo *et al.*, 2018).

Los parasitoides son insectos que se desarrollan, ya sea dentro o fuera de su hospedero hasta causar la muerte. Algunas pequeñas avispas son altamente activas, como los de las familias Braconidae e Ichneumonidae. Además de la familia Tachinidae y Eulophidae, estos se desarrollan desde huevo, larva, pupa y adulto predominantes en cultivos de maíz. Dentro de la familia Ichneumonidae destacan las especies *Campoletis sonorensis*, mientras que en la familia Braconidae, la especie *Chelonus insularis* es la que destaca con 86% de parasitismo. Algunos géneros de avispas parasitoides, tales como *Meteorus* y *Euplectus*, también incluyen especies parasíticas; adicionalmente se ha registrado que las especies *Aphidius testaceipes* y *Cotesia marginiventris* se han registrado como enemigos naturales de otros insectos plaga en el maíz (Díaz y Brochero, 2012).

Otra clase de insectos utilizado es *Trichogramma*, parasitoide de huevos, que en el maíz controla el barrenador del tallo y el gusano cogollero, entre otros de menor importancia. Es un biorregulador que se lo aplica a los 20 días de nacida la planta. Se lo puede colocar de dos formas: ya adultos o en huevos de la plaga parasitados a punto de nacer, o regándolos,

por los sembríos. Al agricultor le toma media hora dejarlo en una hectárea (Hernández-Trejo *et al.*, 2018).

Cotesia es otro de los insectos benéficos; ataca al barrenador del tallo en la fase de larvas, que es una plaga difícil de controlar. Se aplica en estado adulto como controlador. Ingresa al tallo por el pequeño hueco que deja el barrenador, y deposita sus huevos en el interior de la larva, y lo mata lentamente. En una hectárea se requiere tres pasadas, en lo que el agricultor se demoraría una media hora (Flores *et al.*, 2015).

2.1.4. Monitoreo de plagas

El monitoreo de los cultivos es una práctica necesaria e importante en el manejo de las plagas de maíz, ya que brinda información sobre sus niveles poblacionales y la intensidad de daño. El monitoreo se refiere al relevamiento y registro de aspectos de la plaga y del cultivo que serán luego base para la construcción de criterios de intervención y decisiones de manejo. Esta práctica debiera ser frecuente tanto en maíces convencionales como Bt (maíz transgénico que produce la proteína Cry, producida naturalmente por *Bacillus thuringiensis* es tóxica para las larvas de insectos barrenadores del tallo). La presión de las plagas varía entre años, regiones y sistemas de producción de maíz (Satorre, 2014).

Para los ecólogos, una población es un conjunto de individuos de la misma especie que viven suficientemente cerca unos de otros como para poder cruzarse (Hudson, Horn, y Hanula, 2020). Algunas poblaciones tienen un número de individuos muy estable en el tiempo mientras en otras el número de individuos aumenta, disminuye o fluctúa. Los ecólogos de poblaciones se ocupan de explicar y predecir estos diferentes comportamientos (Batista, 2013).

La dinámica de poblaciones es el estudio de los cambios que sufren las comunidades biológicas, así como los factores y mecanismos que los regulan. Se basa en tres pilares fundamentales: una serie de principios teóricos generales que subyacen al cambio poblacional, la formalización e interpretación de estos principios a través de modelos matemáticos, y, por último, la interpretación de estos principios y modelos en términos de mecanismos biológicos (Vargas y Rodríguez, 2008). Según Vargas y Rodríguez (2008), el estudio y aplicación de la dinámica de poblaciones en los programas de Control Biológico se resume en los siguientes aspectos:

- Es fundamental los procesos de regulación de poblaciones de plagas a través del uso de enemigos naturales.
- Conocer los atributos de los enemigos naturales y su impacto en el éxito de los programas de control biológico.
- Predecir con mayor grado de seguridad los resultados de nuevas introducciones de enemigos naturales.
- Sirven de base para la generación de nuevos programas de control, basados en la mitigación del impacto en el medio ambiente.

2.1.5. Manejo integrado de plagas

El manejo integrado de plagas (MIP) constituye hoy día un enfoque o criterio reconocido científicamente para lograr una agricultura cónsona con el ambiente, la economía del agricultor y el aspecto social. Hasta el momento, en Venezuela, el MIP ha sido estudiado y analizado desde las perspectivas tecnológica y económica, sin considerar la complejidad sociocultural que caracteriza el proceso de producción agrícola. En este sentido, es necesario incorporar estrategias que impulsen la tecnología social, entendida ésta como la tecnología de la acción de las personas, que involucra la visión holística del ser humano que piensa, siente y actúa (Guillén *et al.*, 2008).

Aun cuando existen a nivel mundial numerosos programas de Manejo Integrado de Plagas, que prometen una solución factible y ambientalmente armónica a una cantidad de problemas de plagas, no se ha logrado una mayor implementación. El manejo integrado de plagas se ha realizado tanto en los países desarrollados como Estados Unidos, Japón, Canadá, otros y en los países subdesarrollados como Perú, Colombia, Brasil, Venezuela, Nicaragua, Cuba entre otros, pero no han tenido la difusión que deberían tener (Martínez, 2010).

En Ecuador, los procedimientos están contemplados dentro de las instituciones adscritas al MAGAP, en la que AGROCALIDAD, posee los instrumentos técnicos y jurídicos para fomentar la calidad de los productos agrícolas (Amaguaña, 2019), sin embargo, su aplicación a nivel nacional aún es limitada.

El manejo integrado de plagas que se seleccione estará condicionado al impacto negativo que pueda originar a la salud humana, animales y al ambiente. A los aspectos económicos y al estudio de las siguientes variables: especie de plaga, tipo de cultivo, zona geográfica, entre otros. Por lo tanto, el Manejo Integrado de Plagas es una opción que hay que considerar en beneficio del ambiente como de la salud de los seres humanos (Martínez, 2010).

2.1.6. Antecedentes investigativos

Las plagas asociadas al cultivo de maíz en el estado de Aragua – Venezuela, fueron *S. frugiperda*, *R. maidis* y *Peregrinus maidis*, las cuales se determinaron en el área de experimentación, se utilizó el método de muestreo estándar de doble diagonal. Los muestreos se desarrollaron en 250 plantas al azar y en zigzag en las diagonales de la parcela experimental (Méndez y González, 2014). Según Castillo (2017), en su investigación sobre la identificación de insectos plagas en maíz en Santa Cruz de Chuca, Santiago de Chuco - La Libertad, mediante visitas a productores maiceros representativos, pudieron encontrar los especímenes con mayores riesgos potencial para la producción maicera. Los insectos que se encontraron dentro de los tres campos de cultivo de maíz fueron: *A. ipsilon* (gusano terrario), *S. frugiperda* (gusano cogollero), *Acheta domesticus* (grillo), *Thrips tabaci* (trips), *Epitrix hirtipennis* (pulga saltona), *Rhopalosiphum maidis* (pulgon), *Mizus persicae* (pulgón verde), *P. maidis* (cigarrita marrón), *D. maidis* (cigarrita crema), *Diabrotica viridula* (Diabrotica), *Helicoverpa zea* (gusano mazorquero), *Euxesta stigmatias* (mosca de la mazorca), *Pagiocerus frontalis* (Gorgojo del maíz) (Castillo, 2017).

Según Amaguaña (2019), en su proyecto de investigación “Identificación de las principales plagas del cultivo del maíz suave (*Zea mays* L.) en la parroquia de Eugenio Espejo, Otavalo, Imbabura.” Se emplearon los métodos: Teóricos (inductivo y deductivo – análisis - síntesis), Empíricos (observación, experimento y medición). Dando como resultado Las plagas que causan más daño en el cultivo del maíz tradicional en la parroquia de Eugenio Espejo son: Gusano del choclo (*Heliothis zea*), de la Polilla (*Ostrinia nubilalis*), Roedores (*Rattus*), Gusano trozador (*Agrotis ipsilon*), Cogollero (*Spodoptera frugiperda*) Cutzo o gallina ciega (*Phyllophaga* sp.) también están presente en los cultivos causando en un porcentaje considerable las pérdidas de cosechas. La presencia de plagas con mayor incidencia de daño al cultivo del maíz es en periodos de fructificación lo cual representa grandes pérdidas de producción.

CAPÍTULO III.

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización de la investigación

La investigación se realizó en cuatro localidades del cantón Mocache, y las coordenadas geográficas se describen a continuación en la Tabla 2:

Tabla 1. Coordenadas geográficas de las localidades en estudio

Localidad	Coordenadas	
	Latitud	Longitud
Pechiche	1°5'5.72424" S	79°29'51.3312" W
Barro Colorado	1°5'38.56668" S	79°31'25.32648" W
Jesús del Gran Poder	1°7'49.10268" S	79°29'47.88204" W
Las Palmas	1°12'11.08764" S	79°27'32.67648" W

Las características climáticas de la zona de estudio se presentan en la Tabla 3:

Tabla 2. Características climáticas de las localidades del cantón Mocache en estudio

Parámetros	Promedio
Temperatura (°C)	24.8
Precipitación (mm/año)	2252.2
Humedad relativa	84
Heliofanía (hora/luz/año)	894
Clima	Tropical húmedo

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, 2020

3.2. Tipo de investigación

Se realizó una investigación de tipo exploratorio por métodos de observación y captura directa en plantas de maíz para identificar los insectos asociados a este cultivo durante su ciclo vegetativo en la zona de Mocache.

3.3. Métodos de investigación

En la presente investigación se usó el método inductivo para registrar y evidenciar los datos en base a los objetivos de la investigación, el método deductivo se aplicó para identificar el efecto específico del muestreo descriptivo en la identificación de los insectos plaga en el

cultivo de maíz en la zona de Mocache y el método analítico fue la base para la interpretación de datos y la generación de resultados.

3.4. Fuentes de recopilación de la información

La recopilación de información se realizó mediante la observación directa en el experimento a través de la evaluación de las diferentes variables de respuesta (fuentes primarias), y también se obtuvo información proveniente de libros, revistas, publicaciones, boletines divulgativos, manuales técnicos y documentos en línea (fuentes secundarias).

3.5. Diseño de la investigación

En el ensayo se utilizaron métodos y procedimientos de estadística descriptiva para el tratamiento de los datos registrados a lo largo del proceso investigativo. Se utilizaron tablas de frecuencia para el análisis e interpretación de los resultados obtenidos.

3.6. Manejo del ensayo

El ensayo se realizó en cuatro unidades de producción dedicadas a la explotación de maíz con el Híbrido 3M51 de la empresa Indusseed. En cada unidad de producción se monitoreó los insectos en un área de 1200 m² (30 x 40 m). Los insectos plaga se colectaron por los métodos de red entomológica, captura directa en plantas y trampas adhesivas. No se intervino con ningún insecticida en el manejo agronómico del maíz en las áreas evaluadas, puesto que se trata de cultivos establecidos. Las etapas fenológicas evaluadas fueron las siguientes:

Tabla 3. Descripción de las etapas fenológicas del cultivo de maíz consideradas en la investigación

Etapa fenológica	Edad del cultivo (días)
Emergencia	0 – 7
Etapa vegetativa	8 – 56
Etapa reproductiva	57 – 63

3.6.1. Métodos de colecta

Los insectos fueron colectados utilizando métodos: directo e indirecto.

3.6.1.1. Método de colecta indirecta

Para el método de captura indirecta, se instalaron 5 trampas adhesivas para cada localidad, dando un total de 20 trampas. Las trampas fueron de 0.5 m * 0.5 m, constituidas por plástico amarillo y estacas de caña, fueron suspendidas a 0.5 m sobre el nivel del suelo en el cultivo de maíz y fueron expuestas por una semana durante cada fase fenológica del maíz y se ubicaron en forma de zig-zag.

3.6.1.2. Métodos de colecta indirecta

Las colectas de adultos por el método de la red entomológica se realizaron a través de recorridos que cubrieron el área seleccionada. Mientras que, el método de recolección en campo, requirió de la observación cuidadosa de 50 plantas tomadas al azar por cada fase fenológica (emergencia, vegetativa y reproductiva), en las cuales se colectaron los insectos presentes.

Todas las incidencias observadas fueron anotadas, las que incluyeron las lesiones ocasionadas por organismos nocivos, así como, los insectos presentes o restos de los mismos, los que fueron colectados con la red entomológica y la captura directa en plantas.

Los especímenes capturados con los métodos de recolección se les ocasionó la muerte con alcohol al 80%, y se procedió a su conservación en alcohol glicerinado al 75% para su traslado al Laboratorio de Microbiología de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

3.7. Variables evaluadas

3.7.1. Número de especímenes capturados por orden

Se realizó un conteo del total de insectos capturados por cada método de colecta en cada una de las etapas fenológicas del cultivo y se clasificaron de acuerdo a su orden.

3.7.2. Identificación de los principales insectos plaga e insectos benéficos en el cultivo

Muestras de insectos colectados fueron llevados al laboratorio y con ayuda de un microscopio estereoscópico se procedió a la identificación para la identificación se utilizaron claves taxonómicas para órdenes, género y especie. Para la identificación de los insectos se siguieron las claves taxonómicas descritas por Borror, White, y Peterson (1970), Alayo y Valdés (1977) y Páliz y Mendoza (1999).

3.7.3. Dinámica poblacional

Los datos de conteo de los diferentes insectos plagas en el cultivo de maíz, se tabularon y organizaron de acuerdo a la ocurrencia por una de las etapas fenológicas. Esta clasificación permitió identificar el comportamiento de las diferentes especies en función de la etapa fenológica del cultivo.

3.7.4. Incidencia de los insectos plaga

Se determinó el porcentaje de incidencia, efectuando las observaciones en la cada fase fenológica del cultivo. Este valor se obtuvo del conteo de insectos en cada trampa, haciendo referencia a las plantas monitoreadas por fase fenológica, aplicando la siguiente fórmula:

$$%I = \text{NIPF} / \text{NTI} * 100$$

Dónde:

%I: Incidencia

NIPF: Número de insectos plagas por fase

NTI: Número total de insectos

3.8. Recursos humanos y materiales

3.8.1. Recursos humanos

- Docente Director del Proyecto de Investigación
- Estudiante responsable de la investigación

3.8.2. Recursos materiales

3.8.2.1. Materiales de oficina

- Cámara
- Cuaderno de apuntes
- Lapicero
- Marcadores

3.8.2.2. Materiales de campo

- Aceite vegetal
- Botas
- Brocha
- Cinta métrica
- Clavos
- Frascos
- Latillas
- Machete
- Marcadores
- Martillo
- Piolas
- Plástico Amarillo
- Red entomológica
- Tijera

3.8.2.3. Materiales de laboratorio

- Alcohol glicerinado
- Estereoscópico
- Pinzas entomológicas

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1. Identificación de los insectos asociados al cultivo de maíz durante su ciclo vegetativo

4.1.1.1. Número de especímenes capturados de acuerdo al orden

En la tabla 4; se indica el número de especímenes colectados de acuerdo al orden. En las cuatro localidades en total se presentaron entre 13 y 2542 especímenes de insectos.

Tabla 4. Identificación y cuantificación de los órdenes de insectos capturados en las cuatro localidades del cantón Mocache.

Ordenes de insectos	Localidades estudiadas			
	Pechiche	Barro Colorado	Jesús del Gran poder	Las Palmas
Thysanoptera	88	34	50	70
Hemiptera	656	613	610	663
Diptera	423	451	398	338
Lepidoptera	114	119	126	127
Orthoptera	2	4	4	3
Coleoptera	7	4	17	5
Hymenoptera	21	15	26	24

4.1.1.2. Identificación de los principales insectos plagas y benéficos del cultivo de maíz.

Los principales insectos plaga identificados en el cultivo de maíz fueron: *Spodoptera frugiperda*, *Diatraea saccharalis*, *Dalbulus maidis*, *Agrotis ipsilon* y *Myzus persicae*.

Por cada localidad, se registraron entre 10 y 31 especímenes de los insectos plaga más comunes. En la tabla 5, se describe la cantidad de especímenes capturados por cada localidad muestreada.

Tabla 5. Identificación de los principales insectos plagas capturados en cuatro localidades del Cantón Mocache.

Insectos plagas	Localidades estudiadas				Total
	Pechiche	Barro Colorado	Jesús del Gran poder	Las Palmas	
<i>S. frugiperda</i>	18	21	19	20	78
<i>D. saccharalis</i>	18	14	11	19	62
<i>D. maidis</i>	24	31	27	29	111
<i>A. ipsilon</i>	10	17	11	13	51
<i>M. persicae</i>	16	14	13	11	54
Total	86	97	81	92	356

Los principales insectos benéficos identificados en el cultivo de maíz fueron: *Hippodamia convergens*, *Cycloneda sanguinea*, *Euplectrus* sp., *Castolus tricolor*, *Chelonus insularis* *Polistes* sp. Por cada localidad, se registraron entre 13 y 15 especímenes de los insectos plaga más comunes. En la tabla 6, se describe la cantidad de especímenes capturados por cada localidad muestreada.

Tabla 6. Identificación de los principales insectos benéficos capturados en cuatro localidades del Cantón Mocache.

Insectos benéficos	Localidades estudiadas				Total
	Pechiche	Barro Colorado	Jesús del Gran Poder	Las Palmas	
<i>H. convergens</i>	4	4	3	4	15
<i>C. sanguinea</i>	2	3	2	2	9
<i>Euplectrus</i> sp.	3	3	2	3	11
<i>C. tricolor</i>	2	1	1	2	6
<i>C. insularis</i>	1	1	3	2	7
<i>Polistes</i> sp.	2	1	3	2	8
Total	14	13	14	15	56

4.1.1.3. Abundancia de principales insectos plaga por etapa fenológica y localidad.

En la tabla 6, se describe la abundancia de los principales insectos plaga del cultivo de maíz para cada etapa fenológica y localidad.

Tabla 6. Identificación de los principales insectos plagas por etapa fenológica del cultivo de maíz en las cuatro localidades del cantón Mocache

Insectos plaga	Etapas fenológicas		
	Emergencia	Etapa vegetativa	Etapa reproductiva
Pechiche			
<i>S. frugiperda</i>	0	12	6
<i>D. saccharalis</i>	0	11	7
<i>D. maidis</i>	3	12	9
<i>A. ipsilon</i>	2	5	3
<i>M. persicae</i>	4	7	5
Barro Colorado			
<i>S. frugiperda</i>	0	13	8
<i>D. saccharalis</i>	0	6	8
<i>D. maidis</i>	5	17	9
<i>A. ipsilon</i>	3	5	9
<i>M. persicae</i>	3	7	4
Jesús del Gran poder			
<i>S. frugiperda</i>	0	11	8
<i>D. saccharalis</i>	0	6	5
<i>D. maidis</i>	4	14	9
<i>A. ipsilon</i>	3	4	4
<i>M. persicae</i>	3	6	4
Las Palmas			
<i>S. frugiperda</i>	0	12	8
<i>D. saccharalis</i>	0	11	8
<i>D. maidis</i>	6	10	13
<i>A. ipsilon</i>	2	6	5
<i>M. persicae</i>	2	5	4

4.1.1.4. Dinámica poblacional de los insectos plagas en el cultivo de maíz

En la Figura 1, se muestra la dinámica poblacional de los insectos plaga del cultivo de maíz en función de las etapas fenológicas del cultivo. En las tres etapas fenológicas, *D. maidis* mostró mayor ocurrencia. No se registraron especímenes de *D. saccharalis* y *S. frugiperda* en la etapa de emergencia del cultivo.

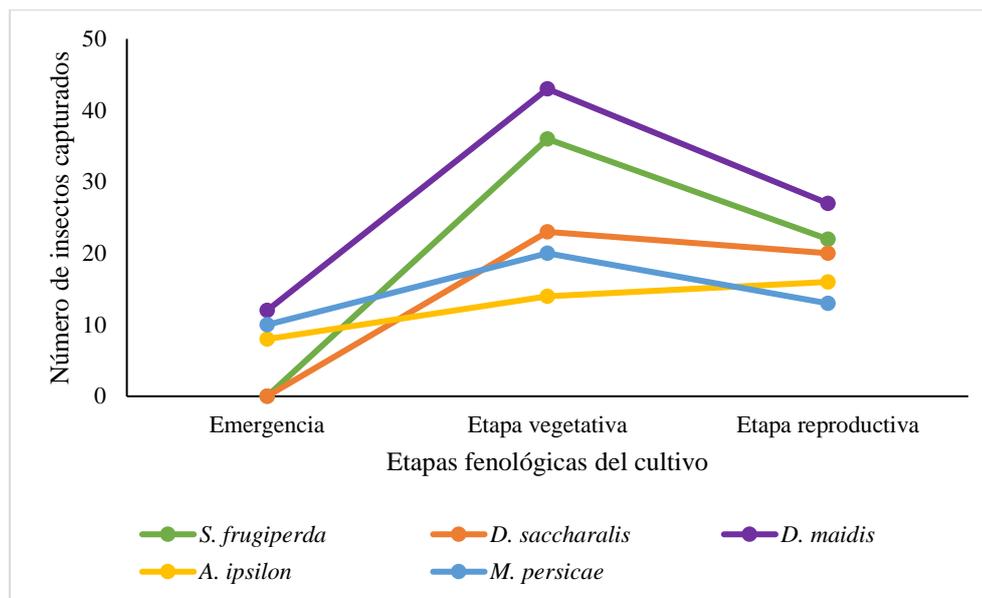


Figura 1. Dinámica poblacional de los principales insectos plagas en el cultivo de maíz en las cuatro localidades del cantón Mocache en estudio

4.1.2. Incidencia de los insectos plagas con relación a las etapas fenológicas del cultivo de maíz

En la tabla 7, se describe el porcentaje de incidencia de los principales insectos plaga del cultivo de maíz en las cuatro localidades del cantón Mocache. El porcentaje de incidencia está basado en la cantidad de individuos colectados por fase fenológica. Se evidenció que la incidencia más alta de cada uno de los insectos plaga muestreados tuvo lugar en la etapa vegetativa, de manera que se observó una tendencia similar en todas las localidades. No se registró incidencia de *S. frugiperda* ni de *D. saccharalis* en la fase de emergencia en ninguna de las localidades.

Tabla 7. Porcentaje de incidencia de los principales insectos plagas del cultivo de maíz en las cuatro localidades pertenecientes al cantón Mocache

Insectos plagas	Incidencia (%)											
	Pechiche			Barro Colorado			Jesús del Gran poder			Las Palmas		
	E	EV	ER	E	EV	ER	E	EV	ER	E	EV	ER
<i>S. frugiperda</i>	0.00	66.67*	33.33	0.00	61.90*	38.10	0.00	57.89*	42.11	0.00	60.00	40.00
<i>D. saccharalis</i>	0.00	61.11*	38.89	0.00	42.86	57.14*	0.00	54.55*	45.45	0.00	57.89*	42.11
<i>D. maidis</i>	12.50	50.00*	37.50	16.13	54.84*	29.03	14.81	51.85*	33.33	20.69	34.48	44.83
<i>A. ipsilon</i>	20.00	50.00*	30.00	17.65	29.41	52.94*	27.27	36.36	36.36	15.38	46.15	38.46
<i>M. persicae</i>	25.00	43.75	31.25	21.43	50.00	28.57	23.08	46.15	30.77	18.18	45.45	36.36

*Valores mayores o iguales a 50%

4.1.3. Importancia relativa de los enemigos naturales en el control biológico de las principales plagas del maíz

Los enemigos naturales forman un grupo muy importante ya que intervienen positivamente en el cultivo y la agro diversidad. En el cultivo de maíz existe una diversidad de enemigos naturales entre parasitoides y predadores. Como fue descrito anteriormente en las diferentes localidades en donde se llevó a cabo el estudio (Tabla 6.) fue posible identificar las siguientes especies benéficas: *H. convergens*, *C. sanguinea*, *Euplectrus* sp., *C. tricolor*, *C. insularis* *Polistes* sp. Cada una de las especies identificadas cumple un rol importante en los agroecosistemas de maíz.

A continuación, se describe brevemente la importancia que tiene cada especie benéfica en el control de plagas de maíz:

H. convergens es una de las especies de coccinélidos afidófagos más importantes, sin embargo, también se alimenta de los huevos de *S. frugiperda*. *C. tricolor*, por su parte, es una avispa depredadora de huevos de *S. frugiperda*, así como de *D. saccharalis*.

C. sanguinea, se alimenta de tanto de huevos, así como de larvas de *S. frugiperda*, así como también es depredadora de *D. maidis*, mientras que *Euplectrus* sp. es un insecto benéfico de tipo ectoparasitoide que ataca a *S. frugiperda* en su etapa de larva.

Chelonus insularis es un parasitoide de huevo-larva que ataca a *S. frugiperda*, insectos benéficos con el cual se han reportado parasitoides que atacan al gusano cogollero en cultivos de maíz ocasionando niveles de mortalidad que van del 35 al 70 %. *Polistes* sp. es un enemigo de natural de *S. frugiperda*, y a la vez tiene la capacidad de depredar especímenes de *D. saccharalis*.

4.2. Discusión

En el cultivo de maíz, se reconocen alrededor de 200 especies de insectos plaga, de las cuales cinco especies predominaron y se registraron en las cuatro localidades estudiadas: *S. frugiperda*, *D. saccharalis*, *D. maidis*, *A. ipsilon* y *M. persicae*, las mismas que, pueden llegar a causar mermas significativamente en la producción maicera en el área de influencia

de la investigación (Chango-Chango, 2018). Los resultados obtenidos concuerdan con Guanoluisa (2017), quien reporta como principales insectos de mayor importancia económica en el cultivo de maíz, a *S. frugiperda*, *D. saccharalis* y *D. maidis* por ser vector de la cinta roja.

El estudio de la dinámica poblacional de insectos en función de las etapas fenológicas del cultivo de maíz, permiten la toma de decisiones en acciones oportunas para controles preventivos de los insectos más comunes (Cañarte *et al.*, 2017). En el presente estudio, el análisis de la presencia de los insectos plaga en las cuatro localidades en estudio, mostró que para los cinco insectos plaga identificados, es mayor en a la etapa vegetativa del cultivo, tendiendo a disminuir a medida que el cultivo alcanza su etapa reproductiva; esto concuerda con Oñate (2016), quien indica que los ataques de insectos plaga en el cultivo de maíz, tiene lugar en las primeras etapas de edad de las plantas debido a una mayor susceptibilidad, la cual se disminuye a medida que el cultivo se encuentra mejor nutrido y con un mayor desarrollo (Cañarte *et al.*, 2017).

Las especies *S. frugiperda* y *D. saccharalis* no estuvieron presentes en el cultivo durante la etapa de emergencia en ninguna localidad evaluada, sin embargo, mantienen una tendencia similar a los demás insectos plaga de manera que se incrementa su presencia para la etapa vegetativa y disminuye para la etapa reproductiva, concordando con Moreira (2020), quien sostiene que los ataques de *S. frugiperda* son evidentes en la etapa vegetativa del cultivo, a partir del momento en que las plantas presentan de 8 hojas en adelante. Por otra parte, Urretabizkaya (2018), expresa que para el caso de *D. saccharalis*, la infestación tiene lugar luego de la emergencia, donde los orificios practicados por las larvas, permiten el ingreso de microorganismos patógenos.

A consecuencia de lo anteriormente evidenciado, debido a una mayor presencia de insectos plaga en el cultivo de maíz la incidencia también fue mayor. En la etapa vegetativa se registró mayor incidencia de todas las especies de insectos plagas, a consecuencia de una mayor susceptibilidad del material genético utilizado en el ensayo, debido a que las plantas no tienen a capacidad de hacer frente a los daños causados. Esto concuerda con McCravy *et al.* (2016), quienes indican que una mayor presencia u ocurrencia de insectos plagas en los cultivos, trae consigo una mayor incidencia de éstos en el cultivo, debido a una mayor capacidad de ocasionar daños en las plantas.

Así mismo, la incidencia de *S. frugiperda* y *D. saccharalis* fue nula en la etapa de emergencia debido a una inexistencia de la presencia de especímenes de estos insectos plagas dentro de la plantación. La incidencia de estas dos especies de insectos plagas fue considerablemente mayor en la etapa vegetativa, y descendiendo para la tercera etapa en estudio. Éste fenómeno se puede identificar como un resultado de una mayor abundancia de follaje, al incrementarse la edad del cultivo, permitiendo que los insectos se puedan desarrollar mejor producto de unas mejores condiciones de disponibilidad de alimento (Andrade *et al.*, 2013), concordando con García *et al.* (2016), quienes mencionan que, en condiciones de abundancia de alimento, así como factores climáticos predisponentes, los insectos tanto benéficos como plaga presentan un mejor desarrollo y abundancia.

En el área de estudio de las localidades evaluadas, se observaron diferentes enemigos naturales tales como: *H. convergens*, *C. sauguinea*, *Euplectrus* sp., *C. tricolor*, *C. insulares* y *Polistes* sp, los cuales los cuales pueden ser aprovechados para un control biológico de poblaciones de las especies de insectos plaga identificadas en el cultivo de maíz, por lo que se podría coleccionar especímenes con el objetivo de reproducirlos y realizar liberaciones en campos de maíz para aprovechar su potencial biocontrolador (Nava-Pérez *et al.*, 2012), a fin de racionalizar el uso de insecticidas, cuyo uso intensivo y/o desmedido podría causar resistencia por parte de los insectos (Burgos, 2020). Respecto a los insectos benéficos coleccionados, varios son comunes con los observados por Burgos (2020), en las localidades en estudio, quien registró la ocurrencia de diferentes enemigos naturales tanto de *S. frugiperda* (*C. insulares*, *Euplectrus* sp., *Eiphosoma* sp., *Polistes* sp., *Podisus* sp.), *D. saccharalis* (*Telenomus* spp., *M. minense*, *P. furvus*) y *D. maidis* (*C. sanguinea*, *Z. leucogrammus*, *H. convergens* y *G. bartletti*).

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- A lo largo del ciclo vegetativo del cultivo de maíz, se identificaron insectos plagas de los órdenes: Thysanoptera, Hemiptera, Diptera, Lepidoptera, Orthoptera, Coleoptera e Hymenoptera, destacándose los hemípteros que superaron los 600 especímenes por localidad.
- En el cantón Mocache, los insectos asociados al cultivo de maíz fueron: *S. frugiperda*, *D. saccharalis*, *D. maidis*, *A. ipsilon* y *M. persicae*, lo que se vio reflejado en las cuatro localidades en estudio, de los cuales *D. maidis* mostró mayor ocurrencia en cada una de las localidades, con hasta 14, 11, 17, 9 y 7 especímenes por etapa, respectivamente.
- En las cuatro localidades evaluadas se pudo apreciar que *S. frugiperda* y *D. saccharalis* no mostraron incidencia en la etapa de emergencia del cultivo, mientras que, tanto *S. frugiperda*, *D. saccharalis*, *D. maidis*, *A. ipsilon* y *M. persicae*. la incidencia fue mayor en la etapa vegetativa, con valores entre 29.41 y 66.67%.
- Se identificó la presencia de los insectos benéficos *H. convergens*, *C. sanguinea*, *Euplectrus* sp., *C. tricolor*, *Polistes* sp, con hasta 4 especímenes por localidad, actuando como predadores de huevos y larvas de *S. frugiperda* y *D. saccharalis*, y *C. insularis* como parasitoide *S. frugiperda*.
- La especie benéfica *H. convergens* mostró mayor abundancia de especímenes en todas las localidades, con entre 3 y 4 especímenes.

5.2. Recomendaciones

- Contrastar la eficiencia de diferentes métodos de captura de insectos plagas en el cultivo de maíz, a fin de seleccionar el método de captura y monitoreo más adecuado para reducir la presencia de insectos dañinos en el cultivo.
- Evaluar la viabilidad económica de métodos de control de insecto en el cultivo de maíz a fin de identificar el que represente mayor beneficio económico para el productor.
- Correlacionar la presencia de insectos tanto benéficos como plagas en el cultivo de maíz con los factores climáticos de la zona de estudio, para de esta manera verificar el grado de condicionamiento de estos factores en la ocurrencia de los insectos descritos en el presente estudio.

CAPITULO VI

BIBLIOGRAFÍA

6.1. Literatura citada

- Alayo, P., y Valdés, E. (1977). Introducción al estudio de los lepidópteros de Cuba. Sección Macrolepidoptera. Instituto de Zoología, Academia de Ciencias de Cuba. La Habana-Cuba. 31 p.
- Amaguaña, A. (2019). Identificación de las principales plagas del cultivo del maíz suave (*Zea mays* L.) en la parroquia de Eugenio Espejo, Otavalo, Imbabura. Universidad Técnica de Babahoyo. El Ángel-Ecuador. 35 p.
- Andrade, M. G., Henao-Bañol, E., y Triviño, P. (2013). Técnicas y procesamiento para la recolección, preservación y montaje de mariposas en estudios de biodiversidad y conservación (Lepidoptera: Hesperoidea – Papilionoidea). Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales 37(144): 311-325.
- Angulo, J. (2000). Manejo del gusano cogollero del maíz utilizando extractos de plantas. Obtenido de <http://www.turipana.org>.
- Badii, D., Landeros, J., y Cerna, E. (2007). Manejo Sustentable de Plagas o Manejo Integral de Plagas: Un apoyo al desarrollo sustentable. CULCyT 4(23): 13-30 .
- Badillo, A. (2016). Evaluación del aporte de gallinaza fresca en el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays*) variedad INIAP-122, en dosis diferentes, en la parroquia Malchinguí, cantón Pedro Moncayo, provincia Pichincha. Universidad Nacional de Loja. Loja-Ecuador. 91 p.
- Barros, A. (2019). Efectos del uso de cultivos entrehileras de avena sobre la abundancia de áfidos en huertos de ciruelos europeos. Universidad de Talca. Talca-Chile. 48 p.
- Batista, W. (2013). Dinámica poblacional. Buenos Aires, Argentina: Universidad de Buenos Aires.
- Borrer, D., White, R., y Peterson, R. (1970). A Peterson Field Guide to Insects: America North of Mexico (Peterson Field Guides #19). Mariner Books. New York. United States of America. 452 p.
- Burgos, T. (2020). Evaluación de la dinámica poblacional de *Spodoptera frugiperda*, *Diatraea saccharalis* y *Dalbulus maidis* en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) durante la época seca en cinco localidades del cantón Mocache. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo-Ecuador. 74 p.

- Caiza, J. (2015). Determinación del balance hídrico en el cultivo de maíz duro (*Zea mays* L.) Balzar, Guayas. Universidad Central del Ecuador. Quito-Ecuador. 108 p.
- Cañarte, E., Solórzano, R., y Navarrete, J. (2017). Diversidad de grupos funcionales de artrópodos asociados a maíz *Zea mays* L. Universidad Técnica de Manabí. Portoviejo-Ecuador. 1 p.
- Castillo, S. (2017). Identificación de plagas en *Zea mays* L. amiláceo en Santa Cruz de Chuca, Santiago de Chuco – La Libertad. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo-Perú. 69 p.
- Casuso, M. (2017). *Dalbulus maidis* (De Long y Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae): una plaga que va cobrando importancia en los maíces del sudoeste chaqueño. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Buenos Aires-Argentina. 63 p.
- Chango, L. (2012). Control de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.).
- Chango-Chango, C. (2018). Manejo de gusano trozador (*Agrotis ipsilon*) en lechuga (*Lactuca sativa* L.), a partir de extractos de dos variedades de ají (*Capsicum annuum*). Universidad Técnica de Ambato. Ambato-Ecuador. 71 p.
- Coral, J. (2017). Caracterización morfológica y agronómica de dos genotipos de maíz (*Zea mays* L.) en la zona media de la parroquia Malchinguí. Avances en Ciencias e Ingenierías 11(17): 40-49.
- Cruz, O. (2013). El cultivo de maíz: manual para el cultivo. Tercera edición. Tegucigalpa - Honduras: DICTA.
- Delgado-Loor, E. (2019). Manejo y control de *Agrotis ipsilon* en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.), en el barrio El Tejar, ciudad de Ibarra. Universidad Técnica de Babahoyo, Sede El Ángel. El Ángel-Ecuador. 35 p.
- Deras, H. (2014). Guía técnica El cultivo de maíz. Obtenido de <http://www.centa.gob.sv/docs/guias/granos%20basicos/GuiaTecnica%20Maiz%202014.pdf>
- Díaz, A., y Brochero, H. (2012). Parasitoides asociados al perforador del fruto de las solanáceas *Neoleucinodes elegantalis* (Lepidoptera: Crambidae) en Colombia. Revista Colombiana de Entomología 38 (1): 50-57.

- Flores, G., Reguillón, C., Alderete, G., y Kirschbawn, D. (2015). Liberación de *Chrysoperla argentina* (Neuroptera: Chrysopidae) para el control de *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Hemiptera, Aleyrodidae) en invernáculo de pimiento en Tucumán, Argentina. *Revista Intropica* 10: 28-36.
- Garay, J., y Cruz, J. (2015). El cultivo de maíz en San Luis. INTA. San Luis-Argentina. 168 p.
- García, G., y Tarango, S. (2009). Manejo biorracional del gusano cogollero en el maíz. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Delicias-México. 61 p.
- García, M., Ríos, L., y Álvarez, J. (2016). La polinización en los sistemas de producción agrícola: revisión sistemática de la literatura. *Idesia (Arica)*, 34(3): 53-68.
- Giraldo, G. (2003). Manejo Integrado de Plagas (MIP). Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali-Colombia. 19 p.
- Guanoluisa, J. (2017). Control del Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en cultivo de maíz en el cantón Paján, provincia de Manabí. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Guayaquil-Ecuador. 56 p.
- Guerrero, E. (2018). Evaluación del daño y manejo del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz suave (*Zea mays* L.) en el sector Las Parcelas, cantón Mira. Universidad Técnica de Babahoyo. El Ángel-Ecuador. 38 p.
- Guzmán, D. (2017). Etapas fenológicas del maíz (*Zea mays* L.) Var. Tusilla bajo las condiciones climáticas del cantón Cumandá, provincia de Chimborazo. Universidad Técnica de Ambato. Ambato-Ecuador. 68 p.
- Haz, V. (2016). La producción maicera cae en Los Ríos y Guayas. Obtenido de <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/economia/4/la-produccion-maicera-cae-en-los-rios-y-guayas>
- Hernández, A., Estrada, B., Rodríguez, R., García, J, Patiño, S., y Osorio, E. (2019). Importancia del control biológico de plagas en maíz (*Zea mays* L.). *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 10(4): 803-813
- Hernández-Trejo, A., Osorio-Hernández, E., López-Santillán, J., Ríos-Velasco, C., Varela-Fuentes, S., y Rodríguez-Herrera, R. (2018). Insectos benéficos asociados al control

- del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz. *Agroproductividad* 11(1): 9-14.
- Horacio, F. (2002). Plagas del maíz: el barrenador del tallo. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Buenos Aires-Argentina. 58 p.
- Hudson, Horn, S., y Hanula, J. (2020). Assessing the efficiency of pan traps for collecting bees (Hymenoptera: Apoidea). *Journal of Entomological Science* 55(3): 321-328.
- INAMHI. (2015). Anuario meteorológico 2015. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI). Quito-Ecuador. 252 p.
- INEC. (2021). Encuesta de superficie y producción agropecuaria continua 2020. Instituto Nacional de Estadísticas y Censo. Quito-Ecuador. 49 p.
- Jiménez, E. (2009). Métodos de control de plagas. Universidad Nacional Agraria. Managua-Nicaragua .145 p.
- Jiménez-Martínez, E. (2017). Manejo agroecológico de los principales insectos plagas de cultivos alimenticios de Nicaragua. Universidad Nacional Agraria. Managua-Nicaragua. 58 p.
- Keleman, A., y Hellin, J. (2009). Specialty maize varieties in Mexico: a case study in market driven agro-biodiversity conservation. *Journal of Latin American Geography* 8: 147–174.
- López, C. (2014). Estrategias para la comercialización de semillas de maíz criollo en el Municipio de Ayapango Estado de México. Universidad Autónoma del Estado de México. Ayapango-México. 104 p.
- López, I. (2017). Manejo integrado de *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.). Ecuador: Universidad Técnica Estatal de Babahoyo. Babahoyo-Ecuador. 27 p.
- Lucero, A. (2014). Periodos fenológicos del cultivo de piña CV. MD-2, con nutrición mineral, zona Machala. Universidad Técnica de Machala. Machala-Ecuador. 69 p.
- Magdaleno-Hernández, E., Mejía-Contreras, A., Martínez-Saldaña, T., Jiménez-Velazquez, M., Sanchez-Escudero, J., y García-Cué, J. (2016). Selección tradicional de semilla de maíz criollo. *Agricultura, sociedad y desarrollo* 13(3): 437-447.

- Maridueña, M. (2020). Sistemas de producción del maíz (*Zea mays*), en el cantón Babahoyo. Universidad Técnica de Babahoyo. Babahoyo-Ecuador. 34 p.
- Martínez, N. (2010). Manejo integrado de plagas: Una solución a la contaminación ambiental. *Comunidad y Salud* 8(1), 73-82.
- McCrary, K., Geroff, R., y Gibbs, J. (2016). Malaise trap sampling efficiency for bees (Hymenoptera: Apoidea) in a restored tallgrass prairie. *The Florida Entomologist* 99(2): 321-323.
- Méndez, A., y González, Y. (2014). Plagas asociadas al cultivo de maíz (*Zea mays*) en una area del estado Aragua, Venezuela. *Fitosanidad* 18(3): 175-179.
- Moreira, K. (2021). Efecto de la fertilización nitrogenada en el rendimiento de maíz (*Zea mays* L.) “Ilusión CPR” en Río Verde . Universidad Estatal Península de Santa Elena. La Libertad-Ecuador. 76 p.
- Moreira, L. (2020). Determinación del ciclo de vida del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), y el barrenador del tallo (*Diatraea saccharalis*), de maíz en condiciones controladas. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo-Ecuador. 72 p.
- Oñate, L. (2016). Duración de las etapas fenológicas y profundidad radicular del cultivo de maíz (*Zea mays*) var. Blanco Harinoso Criollo, bajo las condiciones climáticas del cantón Cevallos. Universidad Técnica de Ambato. Cevallos-Ecuador. 102 p.
- Orozco, J. (2010). Evaluación bioagronómica de una variedad y cinco híbridos de maíz duro (*Zea mays* L.) en el sector La Colombina, cantón Alausí. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba-Ecuador. 119 p.
- Padilla, L. (2011). Conocer el ciclo biológico del gusano cogollero y el comportamiento alimenticio de la larva *Spodoptera frugiperda*. Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos75/ciclo-biologico-gusano-cogollero/ciclo-biologico-gusano-cogollero2.shtml>
- Páliz, V., y Mendoza, J. (1999). Plagas del maíz (*Zea mays*) en el litoral ecuatoriano sus características y control. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias Estación Experimental Pichilingue. Mocache-Ecuador. 78 p.
- Reyes, C. (2015). Gusano falso medidor - *Trichoplusia ni*. Obtenido de <https://panorama-agro.com/?p=1709>

- Rodríguez, J. (2013). Comportamiento agronómico de cinco híbridos de maíz (*Zea mays* L.) en estado de choclo cultivados a dos distancias de siembra. Universidad de Guayaquil. Guayaquil-Ecuador. 91 p.
- Sánchez, I., y Pérez-Urria, E. (2014). Maíz (*Zea mays* L.). Reduca (Biología) Serie Botánica 7 (2): 151-171.
- Satorre, E. (2014). Manejo de Insectos en maíz: Oportunidades y desafíos de la biotecnología para el manejo de *Diatraea saccharalis* (barrenador del tallo) y *Spodoptera frugiperda* (isoca del cogollo). UBA. Rosario-Argentina. 24 p.
- Serna, G., Garcés, J., Mejía, J., y Fernández, C. (2005). Evaluación del daño causado por *Diatraea saccharalis* Fabricius en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en el Medio Sinu. Temas Agrarios 10(2): 35-42.
- Urbina, M. (2005). Principales plagas del grano básico. Universidad Católica Agropecuaria del Trópico Seco. Estelí-Nicaragua. 102 p.
- Urretabizkaya, N. (2018). Manejo Integrado de plagas asociadas al cultivo de maíz: Estrategias de control. Universidad Nacional de Lomas de Zamora. Lomas de Zamora-Argentina. 54 p.
- Valarezo, O., Cañarte, E., Navarrete, B., y Intriago, M. (2009). La Chicharrita (*Dalbulus maidis*) y su manejo en el cultivo de maíz (Plegable Divulgativo No. 305). Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Portoviejo-Ecuador. 6 p.
- Vargas, R., y Rodríguez, S. (2008). Dinámica de poblaciones. En R. Ripa, y P. Larral, Manejo de plagas en paltos y cítricos. Chile: Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA).
- Yzara, W., y López, F. (s.f.). Manual de observaciones fenológicas. SENAMHI. Lima-Perú. 99 p.

CAPITULO VII

ANEXOS



Anexo 1. Elaboración de trampas adhesivas.



Anexo 2. Colocación de trampas adhesivas en la etapa de emergencia.



Anexo 3. Realización de capturas de insectos mediante la red entomológica.



Anexo 4. Colocación de trampas adhesivas en la etapa reproductiva



Anexo 5. Identificación del orden de los insectos en el estereoscopio.



Anexo 6. Insectos plagas del cultivo de maíz