

**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**

Tyron Jonathan Burgos Macias  
Ramiro Remigio Gaibor Fernández



**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.**

**Autor/es:**

Burgos-Macias, Tyron Jonathan  
Gaibor-Fernández, Ramiro Remigio



© **Publicaciones Editorial Grupo AEA Santo Domingo – Ecuador**

**Publicado en:** <https://www.editorialgrupo-aea.com/>

**Contacto:** +593 983652447; +593 985244607      **Email:** [info@editorialgrupo-aea.com](mailto:info@editorialgrupo-aea.com)

### **Título del libro:**

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

© Burgos Macias Tyron Jonathan, Gaibor Fernández Ramiro Remigio.

© Diciembre, 2023

Libro Digital, Primera Edición, 2023

Editado, Diseñado, Diagramado y Publicado por Comité Editorial del Grupo AEA, Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador, 2023

**ISBN: 978-9942-651-18-1**



<https://doi.org/10.55813/egaea.l.2022.62>

**Como citar:** Burgos-Macias, T. J., Gaibor-Fernández, R. R., (2023). 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. Primera edición. Editorial Grupo AEA. Ecuador. <https://doi.org/10.55813/egaea.l.2022.62>

**Palabras Clave:** Monitoreo de plagas, cultivo de maíz, insectos benéficos.

Cada uno de los textos de Editorial Grupo AEA han sido sometido a un proceso de evaluación por pares doble ciego externos (double-blindpaperreview) con base en la normativa del editorial.

### **Revisores:**



Ing. Caicedo Aldaz Julio César,  
Mgs.

Universidad Técnica Luis Vargas  
Torres; Universidad Laica Eloy  
Alfaro de Manabí – Ecuador



Ing. Iza Iza Sandra Patricia, P.h. D.

Universidad Estatal de Bolívar –  
Ecuador



Los libros publicados por “**Editorial Grupo AEA**” cuentan con varias indexaciones y repositorios internacionales lo que respalda la calidad de las obras. Lo puede revisar en los siguientes apartados:



### Editorial Grupo AEA

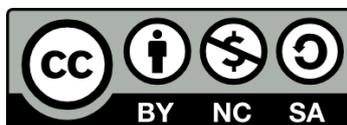
-  <http://www.editorialgrupo-aea.com>
-  Editorial Grupo AeA
-  editorialgrupoea
-  Editorial Grupo AEA

### Aviso Legal:

La informaci3n presentada, as3 como el contenido, fotograf3as, gráficos, cuadros, tablas y referencias de este manuscrito es de exclusiva responsabilidad del/los autor/es y no necesariamente reflejan el pensamiento de la Editorial Grupo AEA.

### Derechos de autor 

Este documento se publica bajo los t3rminos y condiciones de la licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0).



El “copyright” y todos los derechos de propiedad intelectual y/o industrial sobre el contenido de esta edici3n son propiedad de la Editorial Grupo AEA y sus Autores. Se proh3be rigurosamente, bajo las sanciones en las leyes, la producci3n o almacenamiento total y/o parcial de esta obra, ni su tratamiento informático de la presente publicaci3n, incluyendo el diseño de la portada, as3 como la transmisi3n de la misma de ninguna forma o por cualquier medio, tanto si es electr3nico, como qu3mico, mecánico, 3ptico, de grabaci3n o bien de fotocopia, sin la autorizaci3n de los titulares del copyright, salvo cuando se realice confines acad3micos o cient3ficos y estrictamente no comerciales y gratuitos, debiendo citar en todo caso a la editorial. Las opiniones expresadas en los cap3tulos son responsabilidad de los autores.

## Índice

Índice .....	VII
Índice de Tablas.....	IX
Índice de Figuras .....	X
Índice de Anexos .....	X
Introducción .....	XIII
Capítulo I: Contextualización y fundamentación teórica de la investigación ....	15
1.1.    Problematización .....	17
1.1.1. Planteamiento del problema .....	17
1.1.2. Formulación del problema .....	17
1.1.3. Sistematización del problema .....	18
1.2.    Objetivos.....	18
1.2.1. Objetivo general .....	18
1.2.2. Objetivos específicos.....	18
1.3.    Justificación .....	18
1.4.    Marco teórico .....	19
1.4.1. Generalidades del cultivo de maíz .....	19
1.4.2. Fluctuación y dinámica poblacional de insectos.....	21
1.4.3. Manejo integrado de plagas.....	23
1.4.4. Control etológico.....	26
1.4.5. Manejo de plagas para la reducción de insecticidas .....	27
1.4.6. <i>Spodoptera frugiperda</i> (Gusano cogollero) .....	32
1.4.7. <i>Diatraea saccharalis</i> (Barrenador del tallo) .....	33
1.4.8. <i>Dalbulus maidis</i> (Chicharrita del maíz) .....	34
Capítulo II: Metodología de la investigación .....	35
2.1.    Localización de la investigación .....	37
2.2.    Tipo de investigación .....	37

2.3.	Métodos de investigación.....	37
2.4.	Fuentes de recopilación de la información .....	38
2.5.	Diseño de la investigación .....	38
2.6.	Instrumentos de investigación.....	38
2.6.1.	Manejo del ensayo .....	38
2.6.2.	Variables evaluadas .....	39
2.6.2.1.	Datos climáticos .....	39
2.6.2.2.	Porcentaje de infestación .....	39
2.6.2.3.	Número de especímenes capturados por trampa por semana 40	
2.6.2.4.	Total, de especímenes capturados en cada tipo de trampa ..	40
2.6.2.5.	Insectos benéficos en el área de estudio .....	40
2.6.2.6.	Correlaciones .....	40
2.7.	Recursos humanos y materiales .....	40
2.7.1.	Recursos humanos.....	40
2.7.2.	Recursos materiales .....	41
Capítulo III: Resultados, discusión, conclusiones y recomendaciones .....		43
3.1.	Resultados.....	45
3.1.1.	Porcentaje de infestación de <i>Spodoptera frugiperda</i> , <i>Diatraea saccharalis</i> y <i>Dalbulus maidis</i> en las localidades en estudio .....	45
3.1.2.	Fluctuación poblacional de <i>Spodoptera frugiperda</i> , <i>Diatraea saccharalis</i> y <i>Dalbulus maidis</i> y su relación con los factores climáticos en el área de estudio .....	48
3.1.3.	Eficiencia de las trampas de luz y trampas adhesivas para la captura de los adultos de <i>Spodoptera frugiperda</i> , <i>Diatraea saccharalis</i> y <i>Dalbulus maidis</i> 52	
3.1.3.1.	Número de especímenes por trampa de luz por semana .....	52
3.1.3.2.	Número de especímenes por trampa adhesiva .....	54

3.1.3.3. Total, de especímenes capturados por localidad.....	55
3.1.4. Insectos benéficos en el área de estudio .....	57
3.2. Discusión .....	61
4.1. Conclusiones .....	63
4.2. Recomendaciones .....	64
Referencias Bibliográficas.....	65
Anexos.....	71

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1</b> <i>Coordenadas geográficas de las localidades en estudio.....</i>	37
<b>Tabla 2</b> <i>Fechas de siembra del cultivo de maíz en las localidades evaluadas</i>	38
<b>Tabla 3</b> <i>Coeficiente de correlación entre los factores climáticos y la infestación de S. frugiperda en las cinco localidades en estudio.....</i>	51
<b>Tabla 4</b> <i>Coeficiente de correlación entre los factores climáticos y la infestación de D. saccharalis en las cinco localidades en estudio .....</i>	51
<b>Tabla 5</b> <i>Coeficiente de correlación entre los factores climáticos y la infestación de D. maidis en las cinco localidades en estudio .....</i>	52
<b>Tabla 6</b> <i>Insectos benéficos biocontroladores de S. frugiperda, D. saccharalis y D. maidis registrados en las cinco localidades del cantón Mocache en estudio .....</i>	57
<b>Tabla 7</b> <i>Número de especímenes de insectos benéficos observados en las cinco localidades del cantón Mocache en estudio.....</i>	58
<b>Tabla 8</b> <i>Coeficientes de correlación entre la temperatura y el número de insectos benéficos observados por especie en las cinco localidades del cantón Mocache en estudio.....</i>	59
<b>Tabla 9</b> <i>Coeficientes de correlación entre la humedad relativa y el número de insectos benéficos observados por especie en las cinco localidades del cantón Mocache en estudio.....</i>	59
<b>Tabla 10</b> <i>Coeficientes de correlación entre la precipitación y el número de insectos benéficos observados por especie en las cinco localidades del cantón Mocache en estudio.....</i>	60

## Índice de Figuras

<b>Figura 1</b> Nivel de infestación de <i>S. frugiperda</i> en el cultivo de maíz en cinco localidades del cantón Mocache, 2019 .....	46
<b>Figura 2</b> Nivel de infestación de <i>D. saccharalis</i> en el cultivo de maíz en cinco localidades del cantón Mocache, 2019 .....	47
<b>Figura 3</b> Nivel de infestación de <i>D. maidis</i> en el cultivo de maíz en cinco localidades del cantón Mocache, 2019 .....	48
<b>Figura 4</b> Temperatura media (°C) de la semana 18 a la 37 de año 2019 en la zona de Mocache.....	49
<b>Figura 5</b> Humedad relativa (%) de la semana 18 a la 37 de año 2019 en la zona de Mocache.....	49
<b>Figura 6</b> Precipitación acumulada por semana de la semana 18 a la 37 de año 2019 en la zona de Mocache .....	50
<b>Figura 7</b> Número de especímenes de <i>Spodoptera frugiperda</i> por trampa por semana.....	53
<b>Figura 8</b> Número de especímenes de <i>D. saccharalis</i> por trampa por semana	54
<b>Figura 9</b> Número de especímenes de <i>D. maidis</i> por trampa por semana .....	55
<b>Figura 10</b> Total de especímenes de <i>S. frugiperda</i> capturados en las localidades en estudio .....	55
<b>Figura 11</b> Total de especímenes de <i>D. saccharalis</i> capturados en las localidades en estudio.....	56
<b>Figura 12</b> Total de especímenes de <i>D. maidis</i> capturados en la localidades en estudio .....	56
<b>Figura 13</b> Ejemplares .....	57

## Índice de Anexos

<b>Anexo 1</b> Datos de temperatura media, humedad relativa media y precipitación acumulada registrados durante las semanas de estudio del año 2019 .....	73
<b>Anexo 2</b> Análisis de correlación entre la temperatura media (°C) y la infestación de <i>S. frugiperda</i> en cinco localidades del cantón Mocache .....	74

**Anexo 3** *Análisis de correlación entre la humedad relativa (%) y la infestación de S. frugiperda en cinco localidades del cantón Mocache* ..... 74

**Anexo 4** *Análisis de correlación entre la precipitación acumulada y la infestación de S. frugiperda en cinco localidades del cantón Mocache* ..... 75

**Anexo 5** *Análisis de correlación entre la temperatura media (°C) y la infestación de D. saccharalis en cinco localidades del cantón Mocache* ..... 75

**Anexo 6** *Análisis de correlación entre la humedad relativa (%) y la infestación de D. saccharalis en cinco localidades del cantón Mocache* ..... 76

**Anexo 7** *Análisis de correlación entre la precipitación acumulada (mm) y la infestación de D. saccharalis en cinco localidades del cantón Mocache* ..... 77

**Anexo 8** *Análisis de correlación entre la temperatura media (°C) y la infestación de D. maidis en cinco localidades del cantón Mocache*..... 78

**Anexo 9** *Análisis de correlación entre la humedad relativa (%) y la infestación de D. maidis en cinco localidades del cantón Mocache*..... 79

**Anexo 10** *Análisis de correlación entre la precipitación acumulada (mm) y la infestación de D. maidis en cinco localidades del cantón Mocache*..... 80

**Anexo 11** *Colocación de las trampas de luz*..... 81

**Anexo 12** *Verificación del funcionamiento de las trampas de luz* ..... 81

**Anexo 13** *Colocación de las trampas adhesivas* ..... 82

**Anexo 14** *Conteo del número de insectos capturados en trampas adhesivas* 82

**Anexo 15** *Conteo del número de insectos capturados en trampas de luz*..... 83

**Anexo 16** *Conteo D. maidis capturados en trampas adhesivas*..... 83



## Introducción

El cultivo de maíz (*Zea mays* L.), es atacado por insectos y plagas que constituyen un factor limitante de la producción de esta gramínea, considerándose entre estos: *Spodoptera frugiperda* que puede afectarlo en sus fases de cortador, barrenador, cogollero así como causando daños en las mazorcas, *Diatraea saccharalis*, que hasta hace poco años no causaba daños económicos al cultivo, en las condiciones que normalmente prevalecían en el ecosistema agrícola; sin embargo, en los últimos años los perjuicios ocasionados por esta plaga en algunas áreas maiceras han incidido notoriamente en la producción y rentabilidad del cultivo y *Dalbulus maidis* que es el principal insecto vector del complejo viral de la cinta roja presente en las plantaciones.

Medidas del control son utilizadas constantemente para disminuir los efectos de plagas en el cultivo de maíz. Entre los métodos de control de plagas el uso de insecticidas es el más difundido, no obstante, su uso excesivo y el mal manejo trae consecuencias como la resistencia de las plagas a los insecticidas, contaminación ambiental y efectos sobre la salud de los productores. Una alternativa sostenible para la producción es a través del manejo integrado de plagas (MIP), el cual tiene como objetivo minimizar el uso de productos químicos y dar prioridad a medidas biológicas, biotécnicas y Fito mejoramiento, así como a técnicas de cultivo. Entre los componentes utilizados en el MIP encontramos el monitoreo de plagas resultando fundamental en la implementación de técnicas que permiten que promuevan la racionalización en las medidas de control de insectos plaga.

El tamaño de una población y sus variaciones a través del tiempo pueden ser representados por curvas, indicando la densidad de las especies en función del tiempo. Estas variables son importantes para ecología, pues posibilitan la determinación de las épocas de aumento o disminución poblacional, indispensables para el éxito del manejo integrado de plagas.

Las trampas son componentes importantes para el monitoreo de plagas, su utilización permite el control masivo de plagas y la interrupción del apareamiento o confusión de individuos. La determinación de la dinámica poblacional de plagas en el cultivo de maíz a través del uso de trampas puede tornarse en una herramienta importantes para tomar decisiones de control y manejo, situación que beneficiará a los productores de maíz del sector.



**CAPITULO**

**01**

**CONTEXTUALIZACIÓN  
Y FUNDAMENTACIÓN  
TEÓRICA DE LA  
INVESTIGACIÓN**



# Contextualización y fundamentación teórica de la investigación

## 1.1. Problematización

### 1.1.1. Planteamiento del problema

Por lo general los agricultores utilizan al control químico como medio para disminuir la incidencia de plagas en el cultivo de maíz, sin embargo, hay que tomar en cuenta las épocas de mayor presencia de poblaciones, para de este modo tener una idea de aquel momento en el que mayor atención deberán ponerle a la incidencia de insectos plagas. Respecto a aquello Bernal y Díaz (2005), expresan que, para el control de plagas, los agricultores establecen aplicaciones calendario usando insecticidas de síntesis química que no son eficaces debido a que las formas inmaduras del insecto no se presentan de forma constante dentro de los cultivos, ya que estos no se siembran con la misma frecuencia y en el mismo día.

Los productos de origen sintético causan residualidad, resistencia, así como efectos secundarios tanto en el cultivo, equilibrio biodinámico del ambiente, así como en los mismos trabajadores agrícolas, lo que conlleva a la búsqueda de controles de insectos más eficaces y que a la vez sean más amigable con el medioambiente. Es por ello que se hace necesario la conducción de investigaciones enfocadas en la identificación de las fluctuaciones poblacionales de insectos en el cultivo de maíz, tomando como referencia el cantón Mocache, en el cual esta gramínea es un representativo del mismo, y a la vez explorar las posibles opciones para disminuir el uso de agroquímicos.

### 1.1.2. Formulación del problema

¿Cuál es 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?

### 1.1.3. Sistematización del problema

¿Cómo es la fluctuación poblacional de *Spodoptera frugiperda*, *Diatraea saccharalis* y *Dalbulus maidis* y su relación con los factores climáticos en el área de estudio?

¿Establecer la eficiencia de las trampas de luz y trampas adhesivas para la captura de los adultos de *Spodoptera frugiperda*, *Diatraea saccharalis* y *Dalbulus maidis*?

¿Qué poblaciones de insectos benéficos y cuál es su relación con los factores climáticos en la zona de Mocache?

## 1.2. Objetivos

### 1.2.1. Objetivo general

Evaluar 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.

### 1.2.2. Objetivos específicos

- Determinar la fluctuación poblacional de *Spodoptera frugiperda*, *Diatraea saccharalis* y *Dalbulus maidis* y su relación con los factores climáticos en el área de estudio.
- Establecer la eficiencia de las trampas de luz y trampas adhesivas para la captura de los adultos de *Spodoptera frugiperda*, *Diatraea saccharalis* y *Dalbulus maidis*.
- Identificar la población de insectos benéficos y su relación con los factores climáticos en la zona de Mocache.

## 1.3. Justificación

Antes de tomar medidas de control perjudiciales en los cultivos, es necesario conocer diferentes aspectos sobre los mismos para de este modo tomar medidas acertadas para el control de poblaciones y por ende de daños en los cultivos. Es

por ello que el conocimiento de las variaciones poblacionales de insectos a nivel de campo permite determinar la etapa o período crítico del cultivo y establecer una estrategia adecuada al manejo de las plagas, disminuyendo de este modo el daño económico que pueden causar.

Cuando se tiene conocimiento de la fluctuación y la dispersión poblacional de un insecto y del daño que una determinada población puede causar, se puede racionalizar el uso de insecticidas. Además, mediante el trapeo se puede disminuir las poblaciones de insectos en el cultivo de maíz sin alterar el equilibrio biodinámico de la unidad de producción, teniendo en consideración que hay una notable atracción de los insectos por trampas tanto de plásticos de colores, así como de luz. Esta situación, toma mayor relevancia, dadas las consecuencias que ha originado este uso inadecuado de plaguicidas, como incremento en los costos de producción, resistencia por parte de los insectos plagas y efectos negativos en el equilibrio del ecosistema.

## 1.4. Marco teórico

### 1.4.1. Generalidades del cultivo de maíz

Se considera que el maíz fue domesticado en Mesoamérica, siendo uno de los aportes de los pueblos Indígenas de esta región a la gastronomía mundial. En Ecuador, actualmente, se cultiva en diferentes ecosistemas que van desde las tierras tropicales hasta las zonas serranas, pasando por los territorios desérticos (Bayer, 2017).

El cultivo del maíz (*Zea mays*) se inició, probablemente, con la aparición de la agricultura en el Nuevo Mundo, hace más de ocho mil años. El hombre primitivo consiguió transformar una planta silvestre en el cereal más eficiente que se conoce, por lo que respecta a la conversión de energía solar, dióxido de carbono, agua y minerales del suelo en alimento. Así pues, la intervención del hombre está fuera de toda duda ya que, aunque el maíz sea una planta muy adaptada para la producción de grano, no podría vivir en condiciones naturales al no disponer de un mecanismo adecuado para la difusión de la semilla (Pavón, 2007).

El maíz moderno no guarda ningún parecido morfológico evidente con otras plantas del Nuevo Mundo que pueden considerarse como sus antepasados. El origen y domesticación del maíz actual constituye hoy día una cuestión científica controvertida al existir diferentes teorías sobre ello (Pavón, 2007).

La teoría con más peso actualmente sostiene que el maíz procede de una planta silvestre llamada teosinte (*Zea mexicana*), que crece de forma espontánea en México, Guatemala y Honduras. Respaldao esta teoría existen pruebas de carácter arqueológico y genético, que evidencian que el teosinte, en un intervalo de tiempo que puede variar entre 8 y 15 mil años, fue el antepasado directo del maíz moderno y que su transformación fue debida a la selección realizada por el hombre. Actualmente se estima que existen de 250 a 300 razas distintas de maíz (Pavón, 2007).

La producción de maíz incorpora la acumulación de un conocimiento vasto sobre las condiciones naturales de los suelos, de los fenómenos meteorológicos, de sus propiedades alimenticias y, en algunos casos, medicinales, por ejemplo, el cabello de maíz preparado en infusión que tiene funciones diuréticas, entre otras (Bayer, 2017).

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 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. El maíz amarillo se puede utilizar para consumo humano, sin embargo, tiene como destino principal el consumo pecuario, y la producción de almidones (López, 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).

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 (Keleman & Hellin, 2009).

La importancia de este grano pronto fue advertida por los cronistas españoles de la época colonial, quienes nos heredaron abundantes testimonios sobre la relación con ceremonias y ofrendas que los pueblos originarios realizaban en torno al maíz, entre otros usos. Pero también la literatura indígena ofrece testimonios de la presencia de esa semilla en su cosmovisión (Bayer, 2017).

Para los pueblos indígenas, el maíz es aún un representante de vida y un elemento primordial de identidad. Cada generación en la cultura ha ido cultivando el saber ancestral de la siembra de este producto y, con en el pasar del tiempo, se ha ido mostrando los diferentes tipos de este alimento (Bayer, 2017).

#### **1.4.2. Fluctuación y dinámica poblacional de insectos**

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. Algunas poblaciones tienen un número de individuos muy estable en el tiempo mientras en otras el número de individuos aumenta, disminuye o fluctúa (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. El estudio de las fluctuaciones en el tamaño y/o densidad de las poblaciones naturales 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 & Rodríguez, 2008).

La fluctuación poblacional de insectos se afecta por factores bióticos y abióticos, el conocimiento de la respuesta de esos individuos a estos factores ofrece una visión amplia del funcionamiento de una comunidad constituida por varias especies, que ocurren juntas en el espacio y en el tiempo (García et al., 2017).

La disponibilidad de alimento se considera uno de los factores bióticos más importantes en la fluctuación de los insectos y entre los factores abióticos, los componentes del clima determinan los límites de la distribución y abundancia de los mismos. El tamaño de una población y sus variaciones a lo largo del tiempo pueden ser representadas por curvas, indicando la densidad de las especies en función del tiempo. Estas variables son importantes para la ecología, pues posibilitan la determinación de las épocas de aumento o disminución poblacional, indispensables para el éxito del manejo integrado de plagas (Morales et al., 2000).

Vargas & Rodríguez (2008), sostienen que la distribución de los insectos responde a un conjunto de influencias: búsqueda de nutrientes, condiciones físicas desfavorables, reacciones de competencia, entre otras. El modelo o distribución espacial se considera un atributo fundamental de los seres vivos y su conocimiento incide en la eficiencia de los planes de muestreo y en el análisis e interpretación de los datos. Existen 3 tipos de distribución espacial: uniforme, al azar y agregada:

- **Distribución uniforme:** en que los individuos se disponen a una cierta distancia unos de otros; se produce cuando el ambiente no es el idóneo por lo que aparecen fuertes relaciones intraespecíficas.
- **Distribución al azar:** se observa en especies que tienen amplios límites de tolerancia por lo que no se tienden a reunir en grupos.
- **Distribución agregada:** cuando los individuos se disponen en grupos muy densos pero separados de otros grupos también densos. Esta distribución es la más frecuente en plagas agrícolas, pues permite una mayor protección, reproducción y dispersión de la especie.

Los mismos autores indican que la importancia del estudio y aplicación de la dinámica de poblaciones en los programas de Control Biológico se resume en los siguientes aspectos:

- Es fundamental para comprender los procesos de regulación de poblaciones de plagas a través del uso de enemigos naturales.
- Permite conocer y jerarquizar los atributos de los enemigos naturales y su impacto en el éxito de los programas de control biológico.
- Es posible predecir con mayor grado de seguridad los resultados de nuevas introducciones de enemigos naturales.
- Establece teorías robustas que sirven de base para la generación de nuevos programas de control.

### 1.4.3. Manejo integrado de plagas

Los ecosistemas naturales son complejos y están relacionados entre sí, por lo que cualquier daño que se produzca en algunos de los organismos de un ecosistema va a tener repercusiones en toda la cadena ecológica. Por ejemplo, si un plaguicida afecta a cierto tipo de plantas que sirven de alimentos a determinados insectos, al desaparecer este tipo de vegetación dichos insectos tienen que desplazarse a otros medios en busca de su alimento preferido y a su vez estos insectos en la cadena del ecosistema pueden ser la fuente de alimentación de algunas especies específicas de aves en una fase de su desarrollo, y cuando son adultas se alimentan de otra serie de insectos que pueden ser plagas, si los insectos que mencioné primero desaparecen del medio ambiente, traerá como consecuencia también la desaparición de las aves y por lo tanto las plagas aumentarán debido a la disminución o desaparición de los depredadores. Esto refleja la interconexión y como opera la cadena ecológica, demostrando los posibles y complejos efectos de los plaguicidas en el medio ambiente (Devine et al., 2008).

Los plaguicidas se consideran compuestos microcontaminantes orgánicos que tienen efectos ecológicos, y de acuerdo al tipo de plaguicida será el daño o repercusión en los organismos vivos. El elemento natural que se contamina más fácilmente es el agua, ya que al arrastrar los plaguicidas y verter estos compuestos en las vertientes de agua, mar, ríos, pozos, daña la pureza del agua

haciéndola tóxica y este efecto tóxico puede ocurrir por dos mecanismos: bioconcentración y la bioampliación (Nubilde, 2010).

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).

La contaminación del ambiente por plaguicidas, se da por aplicaciones directas en los cultivos agrícolas, derrames accidentales, lavado inadecuado de tanques contenedores, filtraciones en los depósitos de almacenamiento y residuos descargados y dispuestos en el suelo. Los restos de estos plaguicidas se dispersan en el ambiente y se convierten en contaminantes para los sistemas bióticos (animales y plantas principalmente) y abiótico (suelo, aire y agua) amenazando su estabilidad y representando un peligro de salud pública (Nubilde, 2010).

La dinámica propia inmersa en la complejidad de la realidad de las comunidades rurales, hace pertinente la incorporación de nuevas premisas metodológicas para abordar la investigación en aspectos sociales que complementen las dimensiones tecnológica y económica. Al hacer referencia al estudio de la percepción, necesariamente se debe considerar el término de cognición como plataforma básica para entender cómo se desarrolla la secuencia de los acontecimientos de las acciones humanas, en este caso se hace referencia al uso de las estrategias de manejo como toma de decisión del ser humano para resolver problemas de plaga considerando todos los aspectos básicos y complejos del MIP (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.<sup>13</sup> Pero no han tenido la difusión que deberían tener.

Hay que reconocer que la investigación referente al “Manejo Integrado de Plagas” se ha incrementado en los últimos años; pero es necesario un mayor esfuerzo y estimular la participación de equipos multidisciplinarios, con el fin de establecer un sistema de análisis, así como también la participación de los organismos gubernamentales, con la finalidad de que se incremente el soporte financiero para llevar a cabo estos programas educativos y de extensión agrícola a una mayor población, de esta manera disminuir la posible resistencia que los agricultores puedan ofrecer a la implantación de estas enseñanzas, ya que ellos están acostumbrados al uso de plaguicidas químicos; aun cuando en la mayoría de los casos este tipo de control resulta altamente oneroso.

Se puede concluir que: El uso de los plaguicidas ha permitido solventar los problemas en la producción de alimentos, en una sociedad donde la explosión demográfica es cada día mayor, pero al mismo tiempo causan efectos adversos a los seres humanos, animales y ambiente. Los plaguicidas que se usan de manera continua y permanente producen efectos agudos y crónicos, causando un problema de salud en los trabajadores agrícolas y contaminando el ambiente.

Existen centros de salud especializados en el manejo de pacientes intoxicados por plaguicidas, donde los agricultores pueden asistir y recibir una atención adecuada que evalúe, controle y si es posible prevenir la intoxicación. Pero algunas veces estos pacientes se resisten a recibir tratamiento y cuando acuden a estos centros ya la intoxicación está muy avanzada. Los problemas se agravan en países donde no existe una estricta vigilancia de las leyes y reglamentos sobre plaguicidas y protección ambiental, y se comercializan estos productos, y las personas que los compran no reciben asesoría técnica de cómo utilizarlos, produciendo daños en el ecosistema y en la salud de quienes laboran en el campo (Guillén et al., 2008).

El manejo integrado de plagas que se seleccione estará condicionado al impacto negativo que pueda originar a la salud tanto humana como a los 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 (Nubilde, 2010).

#### 1.4.4. Control etológico

La etología se refiere al estudio del comportamiento de los animales (insectos) con relación a su medio ambiente, por consiguiente, el control etológico viene a ser el control de plagas aprovechando los estímulos que se relacionan al comportamiento y que sirven como atrayentes de los insectos, en general, el uso del control etológico incluye la utilización de cebos, atrayentes cromáticos (como por ejemplo ciertos colores que resultan atrayentes para algunas especies de insectos) y feromonas para ser utilizadas mediante el uso de trampas (Cañedo et. al. 2011).

El uso de trampas tiene la ventaja de no dejar residuos tóxicos, de operar continuamente, no se afectan por las condiciones agronómicas del cultivo y tienen un bajo costo de operación. Una limitación en el uso de trampas, es que no se conocen agentes atrayentes para muchas plagas importantes y solamente actúan contra adultos y no así contra las larvas, que son la forma en que muchos insectos causan daños importantes (Cisneros 2016).

Etológico es la utilización de técnicas de captura de insectos plaga, mediante las que se aprovecha el comportamiento y hábitos de vida del insecto para su control. Desde el punto de vista práctico, las aplicaciones del control etológico incluyen la utilización de atrayentes sexuales, alimenticios y atrayentes visuales en trampas (SENASA 2015).

El comportamiento está determinado por la respuesta a la presencia de estímulos, los cuales pueden ser: Químicos (Feromonas), Físicos (Luz) y Mecánicos (Colectas manuales y/o con equipo). Las Trampas son herramientas que atraen a los insectos para capturarlos o destruirlos. Son un excelente método de monitoreo, permite determinar la ocurrencia estacional y/o abundancia. Permite tomar decisiones de control. Es un método directo de control. Consisten en una fuente de atracción (Ramos 2015).

El uso de trampas consiste básicamente en una fuente de atracción, que puede ser un atrayente químico o físico (la luz), y un mecanismo que captura a los insectos atraídos. Las trampas son dispositivos que atraen a los insectos para capturarlos o destruirlos. Comúnmente se utilizan para detectar la presencia de los insectos o para determinar su ocurrencia estacional y su abundancia, con miras a orientar otras formas de control (Cisneros 2016).

Las trampas con atrayentes químicos se colocan en el lado de donde viene el viento, en cambio las trampas luminosas son más eficientes viento abajo. Las trampas de detección "monitoreo" o seguimiento sirven para determinar el inicio de la infestación estacional de una plaga, sus variaciones de intensidad durante la estación y su desaparición al final de la campaña.

Según Castro-Piguave et al., (2018), la eficiencia de un sistema de trampeo se determina principalmente por la calidad de la información que proporciona, y ésta puede depender de varios factores entre los que se pueden señalar:

- a) Limitaciones inherentes al diseño de la trampa
- b) Limitaciones del atrayente que se emplea
- c) Factores ambientales que prevalezcan en la región
- d) El estado fisiológico y/o sexo del insecto que se desea capturar
- e) Condiciones fenológicas del cultivo en donde se requiere establecer el trampeo.

Las trampas etológicas realizan un control eficiente de insectos adultos, ya que evitan que las mismas se reproduzcan, porque al atrapar las hembras se limita el apareamiento (Vargas-Ibarra et al. 2016).

#### **1.4.5. Manejo de plagas para la reducción de insecticidas**

La agricultura orgánica (o sea, sin aplicación de productos sintéticos) es un mercado nicho que crece cada vez más rápido en los países desarrollados. En la década de 1990, era uno de los mercados de más rápido crecimiento en la agricultura de los Estados Unidos y Europa. En la actualidad aproximadamente 2% de los terrenos de cultivo de California son orgánicos. La producción de las parcelas orgánicas es a menudo competitiva con la producción de parcelas convencionales, pero son más impredecibles (Trewavas, 2001).

Las pérdidas posteriores a la cosecha también tienden a ser mayores para los cultivos orgánicos que para los cultivos convencionales, los cuales suelen dar como resultado un mayor costo de producción final. A pesar de esto, las ganancias de los cultivos orgánicos y los convencionales, a menudo son iguales ya que existe un precio más elevado por los productos orgánicos. Sin embargo, el mercado libre sugiere el incremento de los productos orgánicos darán como resultado precios más bajos y reducirá la rentabilidad (Tello, 2017).

La transición de la agricultura convencional a la orgánica es frecuentemente difícil (nuevas inversiones agrícolas, periodos de espera antes de la certificación y ganancias menos predecibles) y los agricultores tal vez no puedan lograrlo sin subsidios (FAO, 2003). Sin embargo, en algunos lugares, donde convergen mercados menos competitivos, con expectativas de una ganancia baja y la falta de poder adquisitivo, es ciertamente posible prescindir de una gran parte del uso de productos sintéticos (Ejemplo, Cuba después del colapso de la República Soviética) (Rosset, 2007).

Sin embargo, para la mayoría de los productores, alguna forma de manejo integrado de plagas (cuyo objetivo principal es lograr la reducción de la aplicación de insecticidas) es el paso más sencillo y más pragmático para reducir la carga de pesticidas en el medio ambiente.

El manejo integrado de plagas es por lo general competitivo con la agricultura convencional en términos de los resultados, costos y rendimiento del manejo de plagas, sin embargo, desafortunadamente, no es más sencillo realizarlo, por lo tanto, los agricultores tenderán a adoptar las prácticas del manejo integrado de plagas debido a un compromiso personal con los métodos agrícolas que ocasionen menos daño al medio ambiente o, de manera más realista, debido a la legislación, la disponibilidad de pesticidas y las barreras financieras (Ejemplo, impuestos a la contaminación) (Dearfield et al., 2004).

El manejo integrado de plagas necesita que el agricultor pueda identificar las especies de plagas y pueda entender que existe un umbral numérico para aquellos insectos, debajo del cual es poco probable que su producción se vea afectada. No requiere que los agricultores sean parataxónomos y ecologistas, como a veces se sugiere (207). El manejo integrado de plagas por lo general

exige, especialmente en lugares con escasos recursos, únicamente tiempo y disposición de adaptarse a técnicas de toma de decisiones ligeramente más complicadas, usualmente basadas en la comprensión de los niveles del umbral de plagas. De la manera más simple, el manejo integrado de plagas es el retiro de las aplicaciones innecesarias de insecticidas profilácticos que a su vez permitirá obtener beneficios incalculables a partir del aumento del impacto de los enemigos naturales.

Esta simple adopción del manejo integrado de plagas ha demostrado ser extremadamente exitosa incluso (o tal vez particularmente) entre las comunidades agrícolas más pobres. En India, 45 000 agricultores en 465 pueblos fueron enrolados en un programa de capacitación y subsidio de agricultores de demostración y fueron entrenados en técnicas más complejas de toma de decisiones para la aplicación de pesticidas (por lo general haciéndoles conocer los umbrales de plagas por debajo de los cuales no se consideró necesario aplicar insecticidas). Cuando se demostró el aumento en las ganancias, otros agricultores en aquellos pueblos hicieron lo mismo. Se espera que un esquema similar en Uganda, el que inicialmente involucraba 6000 agricultores de algodón y todos los desmotadores (procesadores que separan la fibra del material de desperdicio), incluya a todos los agricultores en el año 2007 (Russell, 2004).

Vale la pena observar que, a pesar de la popularidad del concepto del manejo integrado de plagas no ha disminuido el uso general de insecticidas, incluso en aquellos lugares donde el concepto es visto de manera muy favorable (Ej. el Reino Unido y California). Si el éxito del concepto del manejo integrado de plagas se juzga por la reducción del área de tierras tratadas con insecticidas, entonces este concepto claramente ha fracasado. Sin embargo, tal vez es un triunfo el simple hecho de haber mantenido estático el uso de insecticidas durante un periodo de creciente intensificación agrícola (Nubilde, 2010).

La nueva y más importante tecnología para el manejo de plagas que ya está teniendo un impacto en la manera cómo los insecticidas son seleccionados, son los cultivos genéticamente modificados (GM), algunos de los cuales en la actualidad están modificados para expresar deltaendotoxinas de Bt. Por lo general estas toxinas son activas únicamente contra un grupo de herbívoros y

por lo tanto son más específicas que muchos insecticidas sintéticos. Su eficacia para combatir las plagas que son el objetivo compite con la de los productos sintéticos. Uno de los objetivos del desarrollo de plantas GM resistentes a insectos es proporcionar un medio más sostenible y más específico de control de plagas (Qaim & Zilberman, 2003).

En la actualidad el algodón y el maíz GM son producidos de manera comercial y existe un amplio consumo en todo el mundo – no solamente entre los países desarrollados-, sino también en aquellos donde los productos GM han sido adaptados (a veces pirateados) y desarrollados para su cultivo en países en vías de desarrollo (de manera más notable en China e India). En el 2003, el 29% del maíz y el 41% de los cultivos de algodón de altiplanicie de los Estados Unidos eran variedades Bt. Este último cultivo es producido en Australia, China, India y Filipinas y los agricultores que utilizan variedades de Bt frecuentemente indican una reducción en los costos laborales, uso de insecticidas o un aumento de la producción como los principales beneficios (Ismael, Bennett, & Morse, 2002).

Los principales riesgos asociados con los cultivos que expresan Bt incluyen la posibilidad de que las plagas que son el objetivo desarrollen resistencia a las toxinas expresadas, la invasividad potencial y diseminación de genes de resistencia contra insectos en el medio ambiente otorgando esas características a la hierba mala o plantas silvestres similares (Ejemplo, el flujo entre el maíz y su familiar silvestre el teosinto en México) (Amman, 2002). Asimismo, existe la posibilidad de la polinización cruzada entre cultivos GM y no GM de la misma especie. Esto sucedió en 1998 cuando se produjo una polinización cruzada entre una variedad de maíz GM, aprobado únicamente como alimento para animales en la América del Norte, con cultivos de maíz producidos para el consumo humano. La contaminación de este último cultivo dio como resultado que la compañía de semillas en cuestión retirara del mercado toda la cosecha. El riesgo de perder la biodiversidad y la elección del consumidor debido a esos eventos es claramente un verdadero riesgo (Casuso, 2017).

Los efectos de los cultivos GM resistentes a insectos en los artrópodos que no son el objetivo, especialmente aquellos que son enemigos naturales de las plagas de insectos, han sido estudiados de manera extensa durante la última

década. De la misma manera que los insecticidas, las plantas GM pueden ejercer efectos directos o indirectos en una variedad de especies que no son el objetivo (Dearfield et al., 2004).

Las especies de enemigos naturales pueden ser afectadas por los cambios en la cantidad o calidad de las presas u hospederos. Otras especies que no son el objetivo pueden estar expuestas por el consumo de presas o por los hospederos que contienen material de plantas GM o por alimentarse de polen o savia GM. La ecología de las especies en riesgo determinará su exposición real. Por ejemplo, en el maíz Bt la endotoxina está expresada en las hojas y no en el floema y por lo tanto las larvas de la polilla y arañas rojas (ácaros) consumen la toxina Bt pero los áfidos que se alimentan de floema no lo hacen (Dutton et al., 2002). Por lo tanto, los organismos que se alimentan de áfidos o de su savia tienen menor posibilidad de estar expuestos a la toxina Bt que aquellos que se alimentan de larvas de polilla o arañas rojas (Devine et al., 2008).

La mayoría de estudios no han descubierto ningún efecto negativo inesperado de las plantas GM en los artrópodos que son enemigos naturales (O'Callaghan, Glare, Burgués, & Malone, 2005), especialmente al compararlas con las medidas de control de plagas convencionales y alternativas (es decir, insecticidas de amplio espectro). Los efectos negativos que se han reportado han sido por lo general leves y difíciles de predecir. Por ejemplo, la mortalidad entre las larvas de crisopas (*Chrysoperla carnea*) aumentó cuando eran alimentadas con larvas de polilla *Spodoptera littoralis* que habían sido a su vez alimentadas con maíz modificado para expresar toxinas de Bt. Sin embargo, cuando las crisopas se alimentaban con arañas rojas alimentadas con dicho maíz, no se observó ningún efecto dañino (Dutton et al., 2002).

Las pruebas de elección utilizando presas alimentadas con maíz GM demostraron que las larvas de las crisopas preferían otras presas en lugar de las polillas y que en el campo esto reduciría su exposición a las toxinas de Bt (Meier & Hilbeck, 2001). De manera similar, una avispa parasitoide de la polilla de la col (*Plutella xylostella*) era más atraído a semilla de colza dañada por larvas susceptibles a Bt que a las colzas Bt menos afectados por dichas larvas (Schuler et al., 2003). Por lo tanto, el comportamiento de los insectos que no son el

objetivo afecta claramente su riesgo a la exposición a cualquier toxina potencialmente peligrosa expresada por las plantas GM (Nubilde, 2010).

Aparentemente los cultivos manipulados para expresar toxinas insecticidas debieran retirar muchos problemas ambientales asociados con el uso no dirigido de insecticidas y por lo general se acepta que las proteínas involucradas no representan ningún riesgo perceptible para la salud humana (Lack, 2002). Tampoco los cultivos Bt representan un riesgo importante para la abundancia o diversidad de los artrópodos que no son el objetivo, especialmente al compararlos con los cultivos convencionales e incluso cuando los riesgos potenciales han sido analizados y discutidos en detalle (Ej. la historia de la mariposa Monarca *Danaus plexippus*) (Gray, 2004).

#### **1.4.6. *Spodoptera frugiperda* (Gusano cogollero)**

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).

Es una plaga universal de gran importancia económica que, dependiendo de algunos factores como la edad de la planta, estadio de plaga, condición del clima, así es la severidad del ataque. Cuando el clima es caliente y seco, las larvas completamente desarrolladas, que han caído al suelo antes de convertirse en pupas, empiezan a alimentarse en la base de la planta, cercenando el tallo tierno. En períodos de sequía su presencia y acción puede ser fatal (Deras, 2014).

Las larvas cuando se han desarrollado por completo, caen al suelo antes de convertirse en pupa, comienzan a alimentarse de la planta, de tal manera que cercenan el tallo tierno. Su presencia y acción puede ser fatal cuando hay períodos de sequía (Angulo, 2000).

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).

#### **1.4.7. *Diatraea saccharalis* (Barrenador del tallo)**

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 (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).

El daño ocasionado por *D. saccharalis* es variable con la edad o tamaño de la planta, puesto que en las más jóvenes daña los entrenudos basales, mientras que en plantas de mayor edad afecta del tercer al séptimo entrenudo. El debilitamiento del tallo ocasionado por *D. saccharalis*, hace que los maíces de porte alto sean susceptibles al volcamiento al poner menos resistencia al viento. De no evitar este daño la producción se disminuye del 25 al 30%, siendo el nivel crítico el 10% de plantas con larvas de primer instar (Serna et al., 2005).

Este insecto no ovipone en plantas jóvenes (con desarrollo menor a V3), por lo que la primera generación. El monitoreo de *Diatraea saccharalis*, a diferencia de la isoca cogollera, está basado en la observación y registro de oviposturas. Lo importante del monitoreo es contar el número de posturas y, observar su coloración. En aquellos huevos que presentan color anaranjado con punto negro (es la cabeza de la larva) faltarían menos de 24 horas para que se produzca la eclosión (Satorre, 2014).

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 (Forjan, 2002).

#### **1.4.8. *Dalbulus maidis* (Chicharrita del maíz)**

*Dalbulus 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 como el *maize rayado fino virus* (MRFV), *maize bushy stunt phytoplasma* o fitoplasma del achaparramiento (MBSM) y *Corn stunt spiroplasma* o espiroplasma de achaparramiento (CSS).

Las chicharritas se alimentan en la base de las hojas dentro del cogollo, en las axilas y en la parte inferior de la planta (Casuso, 2017). El adulto macho mide 3,5-4 mm de longitud, la hembra mide de 4 a 4,1 mm de longitud. La hembra se distingue del macho por tener ovipositor bajo el abdomen, visible a simple vista, por estar algo más oscuro que el resto del cuerpo (SINAVIMO, 2016).

Los adultos son de color amarillo paja con dos manchas redondas negras sobre el vértice de la cabeza. Las alas traseras son traslúcidas, se extienden más allá de la punta del abdomen, las ninfas son de color amarillo traslúcido, carecen de las manchas. Del primer al tercer estadio ninfal presentan manchas negras bien definidas, pero en el octavo terguito abdominal. Se pueden encontrar principalmente en el envés de las hojas, al lado de la nervadura central. Las chicharritas prefieren plantas de tres semanas o un mes. En promedio la hembra pone 132 huevos durante su vida y deposita de 4 hasta 19 uno a uno, pero a menudo en hileras de 8. El huevo es muy pequeño y de forma ovalada, recién puesto es incoloro y de coloración blanca una semana después (SINAVIMO, 2016).

**CAPITULO**

**02**

# **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**



## Metodología de la investigación

### 2.1. Localización de la investigación

La investigación se realizó en cinco localidades del cantón Mocache, y las coordenadas geográficas se describen a continuación:

**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 Campanas	1°18'0.62712" S	79°29'59.52516" W
Las Palmas	1°12'11.08764" S	79°27'32.67648" W

**Nota:** Autor (2023)

### 2.2. Tipo de investigación

Se realizó una investigación de tipo descriptiva y correlacional, siendo descriptiva porque se hizo una descripción de los niveles de infestación, capturas semanales de insectos por localidad y semana, y de tipo correlacional porque se buscó determinar la relación existente entre parámetros climáticos y la incidencia de *S. frugiperda*, *D. saccharalis* y *D. maidis* en las cinco localidades en estudio.

### 2.3. Métodos de investigación

Se hizo uso del método inductivo para la determinación de los datos a registrar en base a los objetivos de la investigación, el método deductivo para identificar las fluctuaciones poblacionales específicas de cada insecto en estudio, y el método analítico para el análisis e interpretación de los datos obtenidos.

## 2.4. Fuentes de recopilación de la información

Se recopiló información de fuentes primarias y secundarias, siendo las fuentes primarias los datos obtenidos en las diferentes evaluaciones efectuadas en el cultivo, y las fuentes secundarias toda aquella información complementaria obtenida de libros, revistas, folletos, boletines divulgativos, y demás fuentes bibliográficas.

## 2.5. 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, desviación estándar y correlaciones para el análisis e interpretación de los resultados obtenidos.

## 2.6. Instrumentos de investigación

### 2.6.1. Manejo del ensayo

Los muestreos se realizaron en cinco unidades de producción dedicadas a la explotación de maíz, escogiendo una por cada localidad en estudio. No se intervino en el manejo agronómico del maíz en las fincas, a fin de no interferir en el manejo convencional, puesto que se trata de cultivos comerciales.

Las fechas de siembra de maíz en las localidades se muestran en la Tabla 2:

**Tabla 2**

*Fechas de siembra del cultivo de maíz en las localidades evaluadas*

Localidades	Fecha de siembra	Fecha de cosecha	Días a la cosecha
Barro Colorado	30/04/2019	05/09/2019	128
Jesús del Gran Poder	15/05/2019	22/09/2019	130
Las Palmas	16/05/2019	19/09/2019	126
Pechiche	25/05/2019	19/09/2019	117
Las Campanas	03/06/2019	22/09/2019	111

**Nota:** Autor (2023)

Trampas adhesivas de 1.0 m\*0.5 m, constituidas por plástico amarillo y pegamento fueron suspendidas a 0.5 m sobre el nivel del suelo en el cultivo de maíz. Cuatro trampas fueron expuestas por cada semana durante todo el ciclo fenológico del maíz para identificar y cuantificar los individuos de *Dalbulus maidis*.

Para los otros dos insectos en estudio, se utilizaron cuatro trampas de luz blanca acopladas a un embudo metálico por el cual las mariposas ingresaron al interior de una caja cubierta con malla de tul con la finalidad de retener los insectos. Las trampas de luz se colocaron alrededor del cultivo de maíz y se evaluaron semanalmente durante todo el ciclo fenológico del cultivo.

## **2.6.2. Variables evaluadas**

### **2.6.2.1. Datos climáticos**

Los datos correspondientes a las condiciones meteorológicas de temperatura media, humedad relativa promedio y precipitación acumulada por semana del año 2019, se obtuvieron de la estación meteorológica del INAHMI ubicada en la Estación Experimental Tropical Pichilingue del INIAP, ubicada en el km 5.5 de la vía Quevedo – Mocache.

### **2.6.2.2. Porcentaje de infestación**

Se realizó un conteo del número de plantas infestadas de cada uno de los insectos en estudio para posteriormente determinar el porcentaje de infestación con la siguiente fórmula:

$$I = NPY/NPS * 100$$

Dónde:

**I:** Infestación (%)

**NPI:** Número de plantas infestadas

**NPS:** Número de plantas sembradas

### **2.6.2.3. Número de especímenes capturados por trampa por semana**

En cada trampa se realizó un conteo del número de especímenes de *Spodoptera frugiperda*, *Diatraea saccharalis* y *Dalbulus maidis* capturados por cada trampa. Este procedimiento se lo realizará semanalmente a lo largo de todo el ciclo del cultivo.

### **2.6.2.4. Total, de especímenes capturados en cada tipo de trampa**

Se contabilizó el total de especímenes de *Spodoptera frugiperda*, *Diatraea saccharalis* y *Dalbulus maidis* capturados a lo largo del ensayo por cada tipo de trampa.

### **2.6.2.5. Insectos benéficos en el área de estudio**

Se llevó un registro de los especímenes de insectos benéficos en el área de estudio contemplada por las cinco localidades del cantón Mocache, los mismos que se identificaron de acuerdo a sus principales características.

### **2.6.2.6. Correlaciones**

Se estableció la correlación entre los datos de temperatura media, humedad relativa media y precipitación acumulada por semana y el porcentaje de infestación, así como con el número de especímenes capturados, a fin de identificar posibles relaciones entre dichas variables.

## **2.7. Recursos humanos y materiales**

### **2.7.1. Recursos humanos**

Docente Director del Proyecto de Investigación

Estudiante responsable de la investigación

### 2.7.2. Recursos materiales

- Blade plástico de 20 litros
- Brochas
- Computador
- Gasolina
- GPS
- Grapadora
- Hojas de papel bond
- Impresora
- Lápiz
- Latillas
- Libreta de campo
- Marcadores
- Martillo
- Pegamento
- Pegamento biotac
- Tablero
- Trampas adhesivas
- Trampas de luz



**CAPITULO**

**03**

**RESULTADOS,  
DISCUSIÓN,  
CONCLUSIÓN Y  
RECOMENDACIONES**



## Resultados, discusión, conclusión y recomendaciones

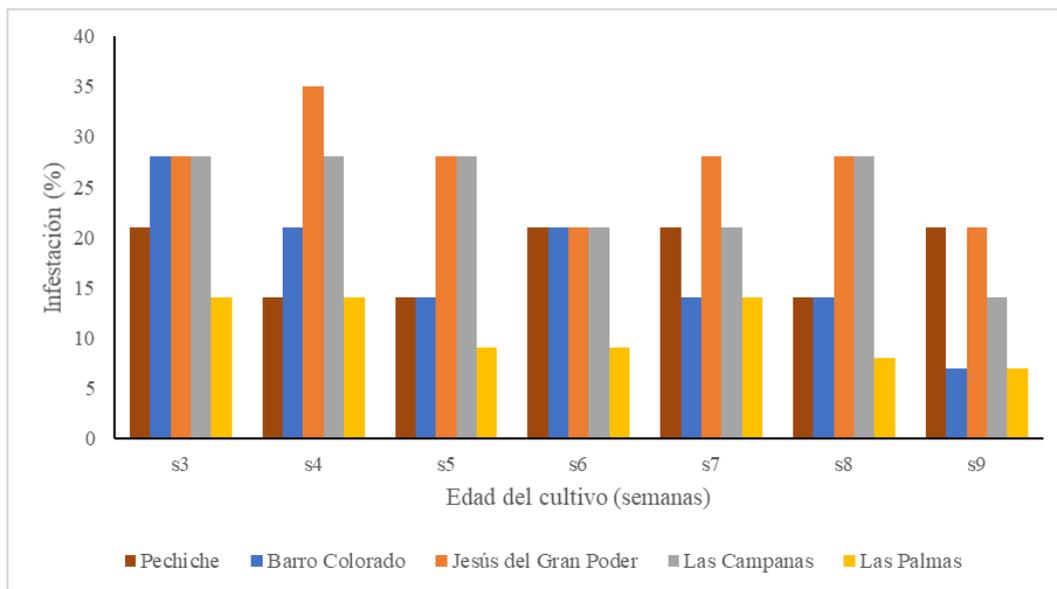
### 3.1. Resultados

#### 3.1.1. Porcentaje de infestación de *Spodoptera frugiperda*, *Diatraea saccharalis* y *Dalbulus maidis* en las localidades en estudio

En la figura 1 se muestra el porcentaje de plantas infestadas (que evidenciaron daños) de *S. frugiperda*, observándose que en promedio hubo un menor nivel de infestación en la localidad de Las Palmas (10.7%), mientras que mayor infestación de este insecto se observó en Jesús del Gran Poder (27.0%). La infestación por *S. frugiperda* en la localidad de Pechiche osciló entre 14 y 21%, evidenciándose mayores niveles en las semanas 3, 6, 7 y 9 de edad del cultivo. Para la localidad de Barro Colorado, los niveles de infestación observados fluctuaron entre 7 y 28% por en 100 plantas muestreadas, siendo la semana 3 de edad del cultivo en la que mayor incidencia de este insecto se observó, disminuyendo a un 7% para la semana 9. En Jesús del Gran Poder, el nivel de infestación superó en todas las semanas a los niveles de las demás localidades, siendo entre 21 y 35%. En la localidad de Las Campanas, se registró entre 14 y 28% de infestación de *S. frugiperda*, de tal manera que de la semana 3 a la 8 este valor osciló de 21 a 28%, disminuyendo a 14% para la semana 9 de edad del cultivo. En la localidad de Las Palmas el porcentaje de plantas infestadas por *S. frugiperda* llegó hasta el 14%, disminuyendo hasta 7% en la semana 9 de edad del cultivo.

### Figura 1

Nivel de infestación de *S. frugiperda* en el cultivo de maíz en cinco localidades del cantón Mocache, 2019



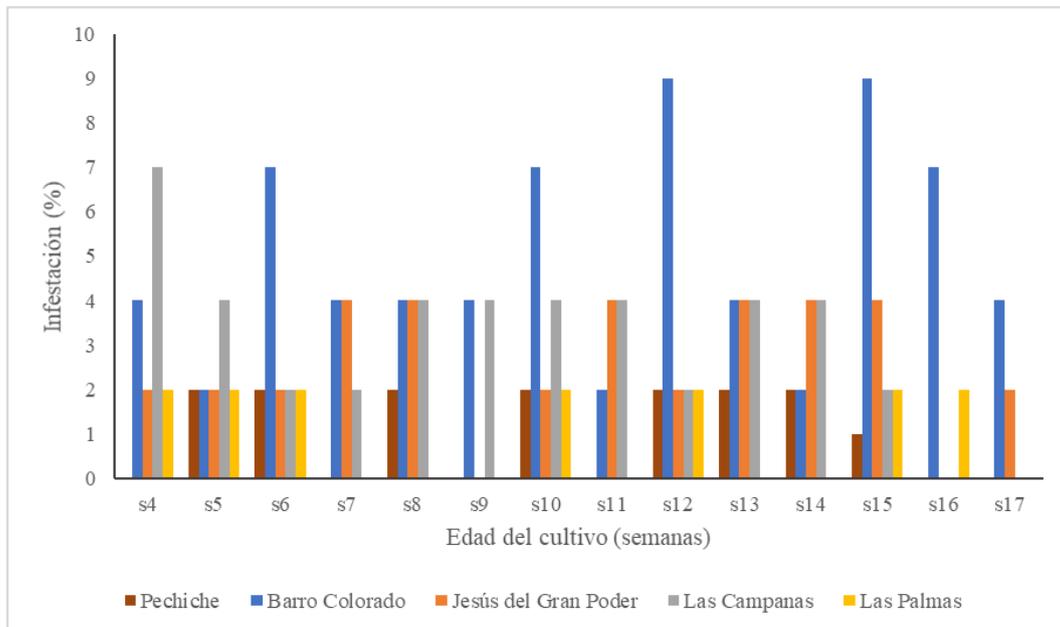
**Nota:** Autor (2023)

En la figura 2 se presentan los niveles de infestación expresado en porcentaje correspondientes a daños por *D. saccharalis*. Se observó infestación por este insecto entre las semanas 4 y 17 de edad del cultivo. En la localidad de Barro Colorado se evidenció mayor nivel de infestación de *D. saccharalis* que en promedio fue de 4.93%, mientras que en Las Palmas este valor fue de 1.08%, observándose una notable diferencia en el porcentaje de plantas con daños de este insecto.

El más alto nivel de infestación al que llegó esta plaga fue en Barro Colorado en las semanas 12 y 15 que llegó hasta un 9% de plantas infestadas por dicho barrenador. Para la localidad de Pechiche se observó un máximo de infestación del 2%, mientras que para las localidades de Barro Colorado, Jesús del Gran Poder, Las Campanas y Las Palmas se evidenció un máximo porcentaje de 9, 4, 7 y 2%, respectivamente, siendo el mínimo entre 0 y 2 %.

**Figura 2**

Nivel de infestación de *D. saccharalis* en el cultivo de maíz en cinco localidades del cantón Mocache, 2019

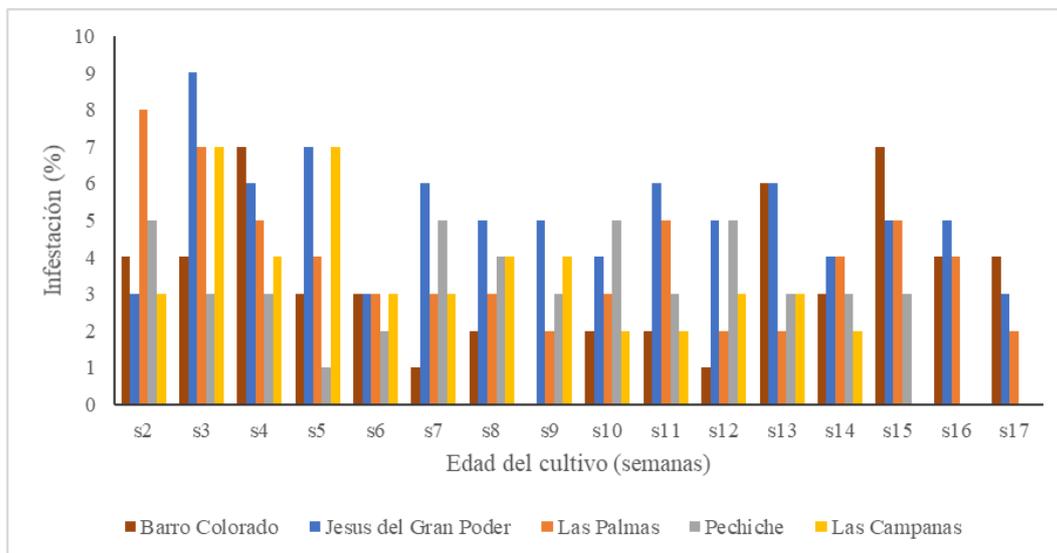


**Nota:** Autor (2023)

En la figura 3 se presentan los niveles de infestación de *D. maidis* de la semana 2 a la 17 de edad del cultivo de maíz en las localidades evaluadas. En Barro Colorado se evidenció menor porcentaje promedio de infestación de *D. maidis* (3.31%), mientras que el mayor nivel de infestación en promedio se observó en Jesús del Gran Poder (5.13%). Las localidades de Las Palmas, Las Campanas y Pechiche, registraron niveles de infestación de 3.88, 3.62 y 3.43 %, respectivamente.

**Figura 3**

*Nivel de infestación de D. maidis en el cultivo de maíz en cinco localidades del cantón Mocache, 2019*



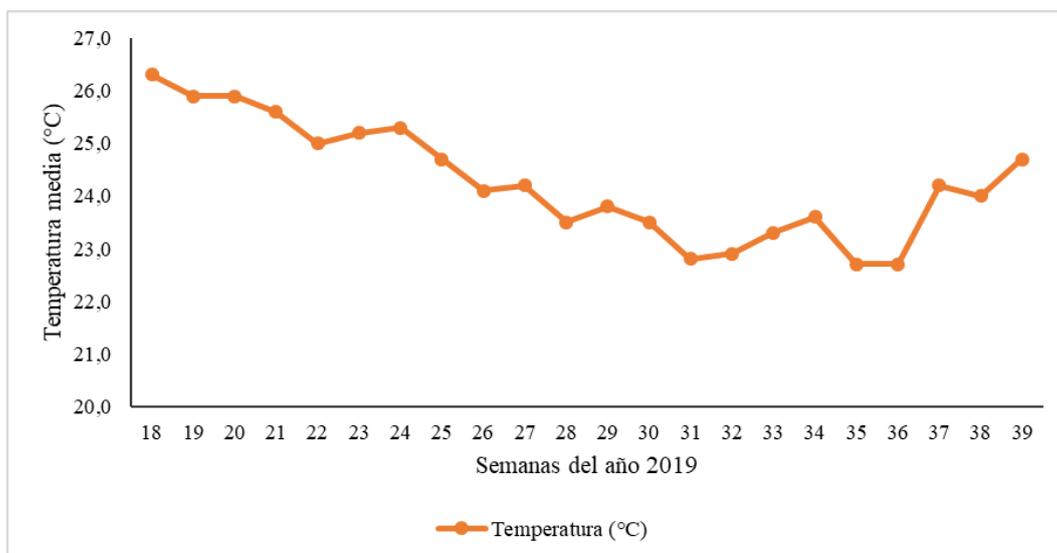
**Nota:** Autor (2023)

### 3.1.2. Fluctuación poblacional de *Spodoptera frugiperda*, *Diatraea saccharalis* y *Dalbulus maidis* y su relación con los factores climáticos en el área de estudio

La temperatura entre las semanas 18 y 39 del año 2019, es decir entre los meses de mayo y septiembre del mencionado año, fluctuaron entre 22.7 y 26.3 °C, evidenciándose la temperatura más alta en la semana 18, y la más baja en las semanas 35 y 36 (Figura 4).

### Figura 4

Temperatura media (°C) de la semana 18 a la 37 de año 2019 en la zona de Mocache

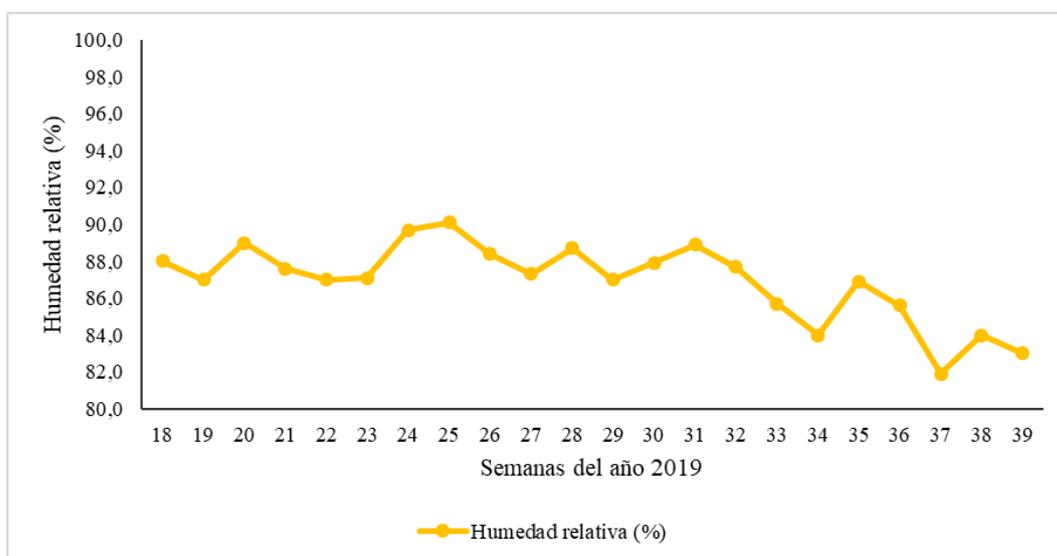


**Nota:** Autor (2023)

La humedad relativa en las localidades en estudio varió entre 81.9 y 90.1%, siendo el mayor a la semana 26 (mes de julio del 2019, y la menor para la semana 37 (mes de septiembre del 2019) (Figura 5).

### Figura 5

Humedad relativa (%) de la semana 18 a la 37 de año 2019 en la zona de Mocache

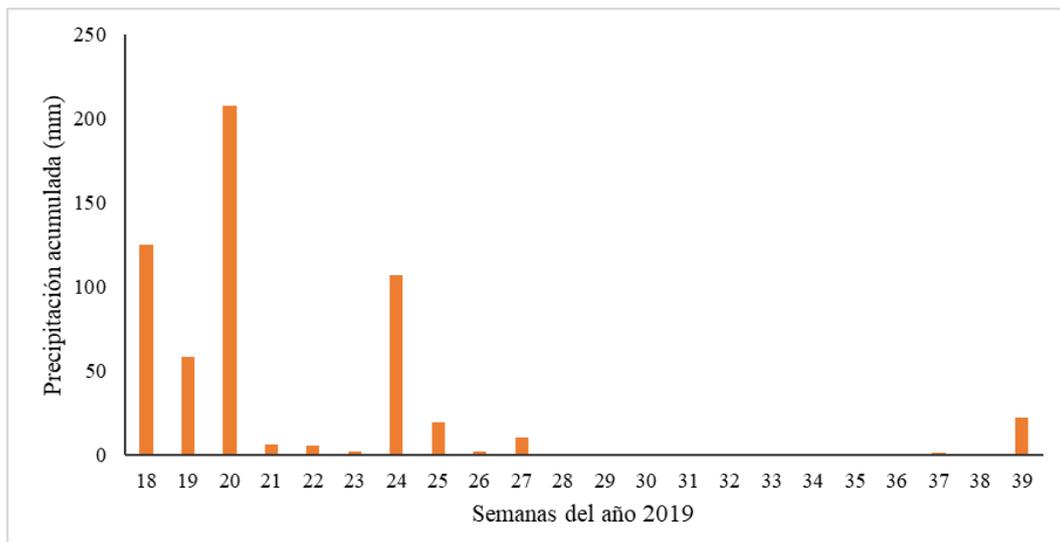


**Nota:** Autor (2023)

La precipitación acumulada fue mayor entre las semanas 18 a la 22, correspondiente al mes de mayo del año 2019, en el que en la semana 20 de dicho año se tuvo un total de 207.9 mm de precipitación, a partir de la semana 26 a la 38, las precipitaciones no sobrepasaron los 10 mm/semana (Figura 6).

### Figura 6

*Precipitación acumulada por semana de la semana 18 a la 37 de año 2019 en la zona de Mocache*



**Nota:** Autor (2023)

Los análisis de correlación entre la temperatura, humedad relativa y precipitación con los niveles de infestación de *S. frugiperda* en las localidades en estudio, mostraron coeficientes de correlación significativos únicamente para Barro Colorado (0.91) y Las Campanas (0.80), mostrando una correlación positiva entre ambas, dando indicios de que hay mayores niveles de infestación cuando la temperatura es mayor, mientras que en Pechiche se evidenció una correlación negativa entre la infestación y la humedad relativa (-0.87), lo que sugiere que en esta localidad existe mayor infestación de *S. frugiperda* cuando la humedad relativa es menor (Tabla 3). Sin embargo, estos resultados pueden haber sido interferidos por el manejo de los cultivos, en los cuales si se utiliza insecticidas para el control de poblaciones de *S. frugiperda*.

### Tabla 3

*Coefficiente de correlación entre los factores climáticos y la infestación de S. frugiperda en las cinco localidades en estudio*

Factores climáticos	Barro Colorado	Jesús del Gran Poder	Las Palmas	Pechiche	Las Campanas
Temperatura	0.91	0.57	0.28	-0.14	0.80
Humedad relativa	-0.13	-0.65	-0.62	-0.87	-0.04
Precipitación	0.59	0.02	-0.29	-0.53	0.50

**Nota:** Autor (2023)

Para el caso de la infestación de *D. saccharalis*, no se evidenciaron coeficiente de correlación significativos entre los factores climáticos (temperatura, humedad relativa y precipitación) y dichos niveles, permitiendo puntualizar que no existe relación entre la incidencia de este insecto y los factores climáticos registrados (Tabla 4).

### Tabla 4

*Coefficiente de correlación entre los factores climáticos y la infestación de D. saccharalis en las cinco localidades en estudio*

Factores climáticos	Barro Colorado	Jesús del Gran Poder	Las Palmas	Pechiche	Las Campanas
Temperatura	-0.15	0.06	0.26	-0.19	-0.08
Humedad relativa	-0.30	-0.29	0.02	-0.19	0.47
Precipitación	-0.13	-0.11	0.29	-0.40	0.14

**Nota:** Autor (2023)

Para la infestación de *D. maidis* no se evidenciaron coeficiente de correlación significativos entre los factores climáticos (temperatura, humedad relativa y precipitación) y dichos niveles, por lo que no se evidencia relación entre dichas variables (Tabla 5).

**Tabla 5**

*Coeficiente de correlación entre los factores climáticos y la infestación de D. maidis en las cinco localidades en estudio*

Factores climáticos	Barro Colorado	Jesús del Gran Poder	Las Palmas	Pechiche	Las Campanas
Temperatura	-0.03	0.19	0.62	0.03	0.38
Humedad relativa	-0.26	0.29	-0.28	-0.04	0.58
Precipitación	-0.05	0.28	0.03	-0.09	0.08

**Nota:** Autor (2023)

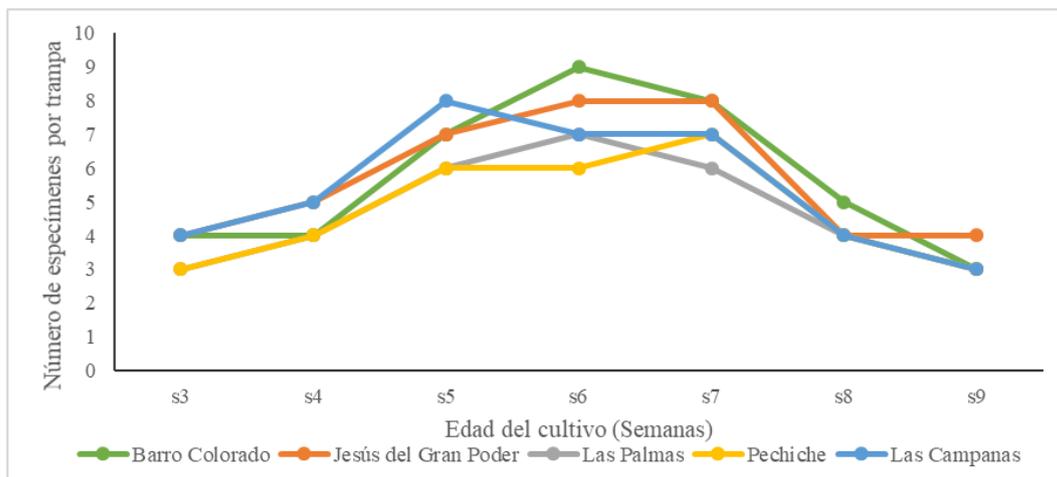
### **3.1.3. Eficiencia de las trampas de luz y trampas adhesivas para la captura de los adultos de *Spodoptera frugiperda*, *Diatraea saccharalis* y *Dalbulus maidis***

#### **3.1.3.1. Número de especímenes por trampa de luz por semana**

El número de especímenes de *S. frugiperda*, capturados por trampa de luz fue mayor en todas las localidades a las 5, 6 y 7 semanas de edad del cultivo. Para la semana 5, se capturaron entre 6 y 8 especímenes por trampa, siendo el mayor número de capturas en la localidad de Las Campanas, y el menor en las localidades de Las Palmas y Pechiche. Para la semana 6, se registraron capturas de 6 a 9 especímenes por trampa, siendo el menor número correspondiente a la localidad de Pechiche, y el mayor número de capturas a la localidad de Barro Colorado. En lo que respecta a la semana 7, el número de capturas fluctuó entre 6 y 8 especímenes de *S. frugiperda* por trampa, correspondiendo el menor valor a la localidad de Las Palmas, y el mayor número a las localidades de Barro Colorado y Jesús del Gran Poder (Figura 7).

**Figura 7**

Número de especímenes de *Spodoptera frugiperda* por trampa por semana

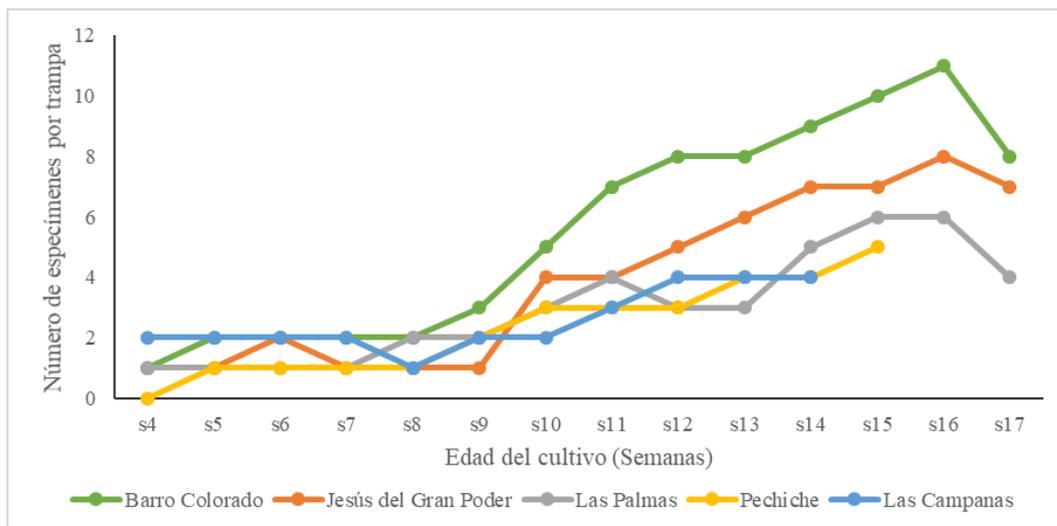


**Nota:** Autor (2023)

En lo correspondiente a las capturas de *D. saccharalis* por trampa, se obtuvieron entre 1 y 11 especímenes capturados por semana. Se evidenciaron capturas a partir de la cuarta semana de edad hasta el final del ciclo del mismo. Los más altos valores de capturas de insectos de *D. saccharalis* se evidenciaron en la semana 16 de edad del cultivo en las localidades de Barro Colorado, Jesús del Gran Poder y Las Palmas, descendiendo para la semana 17 de edad del cultivo, en la cuales se llevó a cabo la cosecha. En las dos localidades restantes el número de insectos capturados por trampa no sobrepasó los 5 especímenes de *D. saccharalis*. Hasta la novena semana de edad del cultivo de maíz en las cinco localidades, el número de especímenes colectados por trampa no sobrepasó los 3 insectos. Es preciso indicar que, en la localidad de Pechiche, en la semana 4 no se registraron capturas de este insecto (Figura 8).

**Figura 8**

Número de especímenes de *D. saccharalis* por trampa por semana



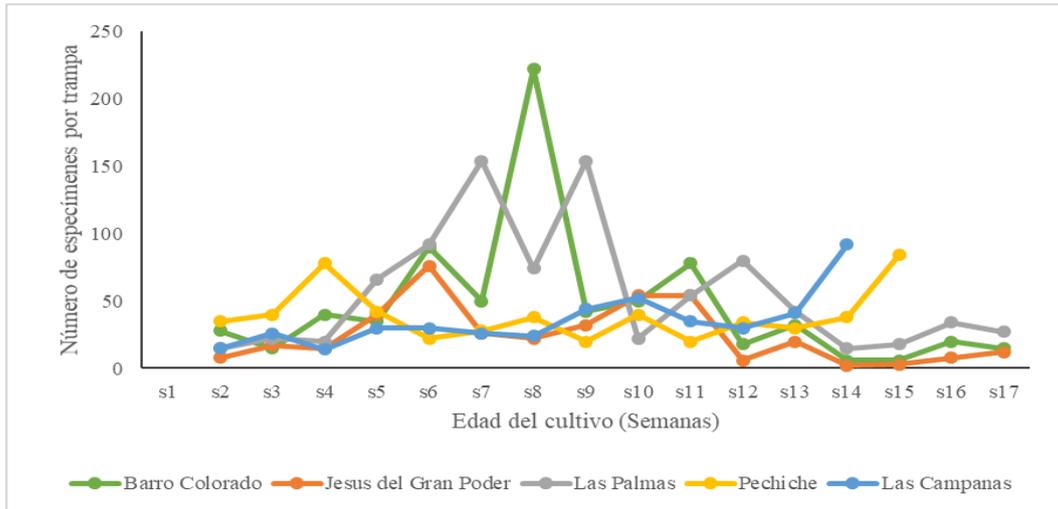
**Nota:** Autor (2023)

### 3.1.3.2. Número de especímenes por trampa adhesiva

Para *D. maidis*, el número de especímenes por trampa varió desde 2 a 222 insectos por trampa. En la localidad de Barro Colorado se capturaron entre 6 y 222 especímenes por trampa por semana, siendo la semana 8 en la que se capturó mayor número de insectos, el resto de semanas este número de mantuvo por debajo de las 91 capturas. En la localidad de Jesús del Gran Poder, se registraron capturas entre 2 y 76 especímenes, siendo el más alto valor en la semana 6 de edad del cultivo, mientras que el resto de semanas las capturas se encontraron por debajo de los 55 insectos por trampa. En Las Palmas, se capturaron entre 15 y 154 especímenes de *D. maidis*, mientras que en Pechiche y Las Campanas se capturaron entre 20 y 84 y de 14 a 92 insectos por trampa, respectivamente (Figura 9).

**Figura 9**

Número de especímenes de *D. maidis* por trampa por semana



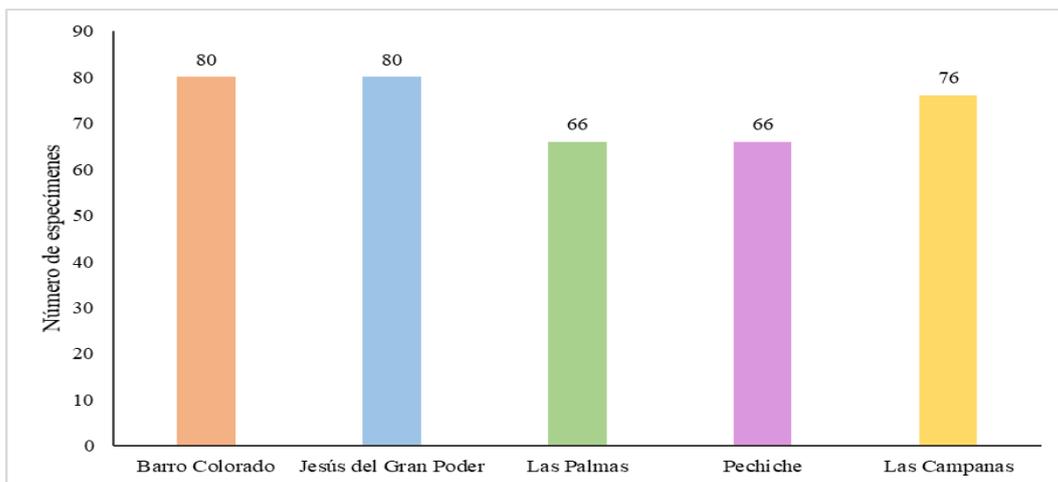
**Nota:** Autor (2023)

### 3.1.3.3. Total, de especímenes capturados por localidad

El total de insectos capturados de *S. frugiperda* por localidad fue mayor en las localidades de Barro Colorado y Pajarito con 80 especímenes de *S. frugiperda*, cada una, mientras que las tres localidades restantes registraron de 66 y 76 capturas en total durante todo el período de estudio, siendo la localidad de Las Palmas, donde menor número de especímenes de este insecto se pudo capturar (Figura 10).

**Figura 10**

Total de especímenes de *S. frugiperda* capturados en las localidades en estudio

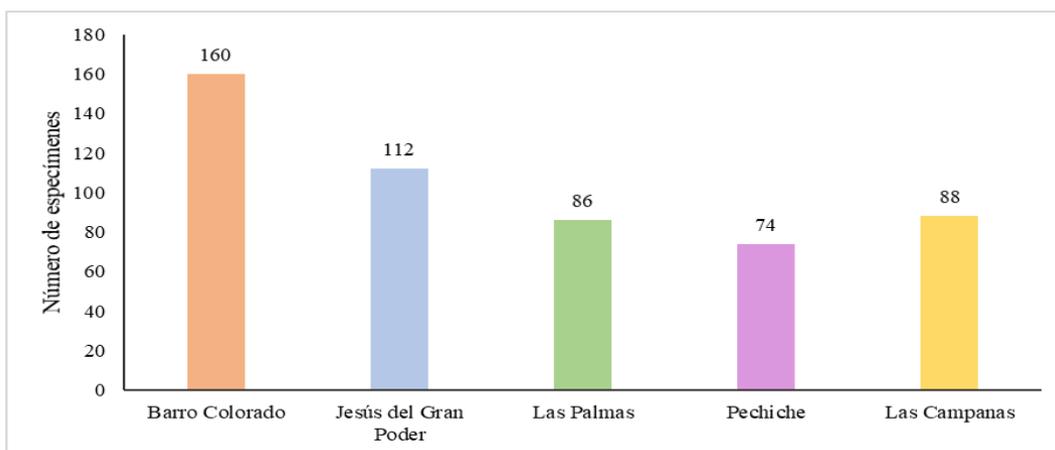


**Nota:** Autor (2023)

Se capturó un total de 160 especímenes de *D. saccharalis* en la localidad de Barro Colorado, siendo la localidad donde mayor número de *D. saccharalis* se obtuvo, mientras que en la localidad de Pechiche se capturó menor número de especímenes de este insecto. En las localidades restantes, el total de especímenes capturados varió entre 86 y 112 insectos (Figura 11).

**Figura 11**

Total de especímenes de *D. saccharalis* capturados en las localidades en estudio

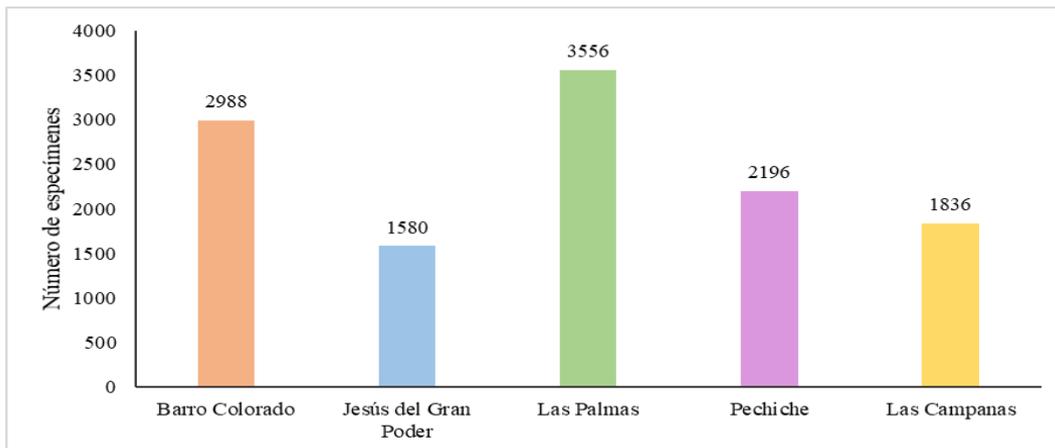


**Nota:** Autor (2023)

En las Palmas se capturó mayor número de especímenes de *D. maidis* con 3556, mientras que en Jesús del Gran Poder se obtuvo menor número de capturas de este insecto con 1580 especímenes. En las demás localidades se obtuvo entre 1836 y 2988 especímenes de *D. maidis* (Figura 12).

**Figura 12**

Total de especímenes de *D. maidis* capturados en la localidades en estudio



**Nota:** Autor (2023)

### 3.1.4. Insectos benéficos en el área de estudio

En el área de estudio se identificaron los enemigos naturales de *S. frugiperda*, *D. saccharalis* y *D. maidis* con diferentes mecanismos de acción, encontrándose que para *S. frugiperda* se encontraron tanto parasitoides, así como enemigos naturales. En el caso de *D. saccharalis* encontraron parasitoides de huevos, larvas y pupas, mientras que para *D. maidis* se pudieron colectar tanto depredadores como parasitoides.

**Tabla 6**

*Insectos benéficos biocontroladores de S. frugiperda, D. saccharalis y D. maidis registrados en las cinco localidades del cantón Mocache en estudio*

Insectos plagas	Insectos benéficos	Tipo de insecto
<i>S. frugiperda</i>	<i>Chelonus insularis</i>	Parasitoide
	<i>Euplectrus sp.</i>	
	<i>Eiphosoma sp.</i> ,	Enemigo natural
	<i>Polistes sp.</i> <i>Podisus sp.</i>	
<i>D. saccharalis</i>	<i>Telenomus spp.</i>	Parasitoide de huevos
	<i>Metagonistylum minense</i>	Parasitoides de larvas
	<i>Pediobius furvus</i>	Parasitoides de pupas
<i>D. maidis</i>	<i>Cycloneda sanguinea</i>	Depredadores
	<i>Zelus leucogrammus</i>	
	<i>Hippodamia convergens</i>	Parasitoide
	<i>Gonatopus bartletti</i>	

**Nota:** Autor (2023)

**Figura 13**

*Ejemplares*



**Nota:** Ejemplares de *Telenomus spp.*(a), *Euplectrus sp.* (b) y *Zelus leucogrammus* (c).

De los insectos benéficos descritos anteriormente, se pudo evidenciar que se apreció mayor número de especímenes de *Telenomus spp.*, *Euplectrus sp.* y *Zelus leucogrammus*, observándose 20, 21 y 19 especímenes, respectivamente. En lo referente a las localidades, de manera general, se registró mayor número de especímenes de insectos benéficos en la localidad de Las Campanas, obteniéndose 39 especímenes, siendo *Telenomus spp.*, *Euplectrus sp.* y *Zelus leucogrammus*, los especímenes que tuvieron mayor presencia. En total se observaron un total de 174 especímenes de insectos benéficos, de los cuáles el 12.07% correspondió a *Euplectrus sp.*, 11.49 % a *Telenomus spp.* y un 10.92% a *Zelus leucogrammus* (Tabla 7).

**Tabla 7**

Número de especímenes de insectos benéficos observados en las cinco localidades del cantón Mocache en estudio

Insectos benéficos	Barro Colorado	Jesús del Gran Poder	Las Palmas	Pechiche	Las Campanas	Total
<i>Chelonus insularis</i>	2	4	3	3	3	15
<i>Euplectrus sp.</i>	4	4	5	3	5	21
<i>Eiphosoma sp.</i>	2	2	3	3	4	14
<i>Polistes sp.</i>	3	2	3	2	2	12
<i>Podisus sp.</i>	3	2	2	3	3	13
<i>Telenomus spp.</i>	3	4	4	4	5	20
<i>Metagonistylum minense</i>	2	3	2	3	3	13
<i>Pediobius furvus</i>	2	2	2	2	2	10
<i>Cycloneda sanguinea</i>	2	2	2	2	2	10
<i>Zelus leucogrammus</i>	2	5	5	3	4	19
<i>Hippodamia convergens</i>	2	3	4	3	2	14
<i>Gonatopus bartletti</i>	2	2	3	2	4	13
<b>Total</b>	29	35	38	33	39	174

**Nota:** Autor (2023)

Los análisis de correlación entre el número de especímenes de insectos benéficos y los valores de temperatura media registrados durante el período de estudio, mostraron coeficiente de correlación entre -0.36 y 0.38, los cuáles al no

ser significativos, no demuestran ningún tipo de influencia significativa de la temperatura sobre la presencia de dichos insectos benéficos (Tabla 8).

**Tabla 8**

*Coeficientes de correlación entre la temperatura y el número de insectos benéficos observados por especie en las cinco localidades del cantón Mocache en estudio*

Insectos benéficos	Barro Colorado	Jesús del Gran Poder	Las Palmas	Pechiche	Las Campanas
<i>Chelonus insularis</i>	-0.34	-0.32	-0.12	0.38	-0.14
<i>Euplectrus sp.</i>	-0.30	0.11	-0.33	-0.22	0.16
<i>Eiphosoma sp.</i>	-0.16	-0.15	-0.20	0.06	-0.14
<i>Polistes sp.</i>	-0.36	0.08	0.05	0.33	-0.25
<i>Podisus sp.</i>	-0.17	0.20	-0.04	0.10	-0.02
<i>Telenomus spp.</i>	-0.25	-0.32	-0.17	-0.19	0.07
<i>Metagonistylum minense</i>	-0.32	-0.22	-0.22	-0.30	-0.22
<i>Pediobius furvus</i>	-0.23	-0.26	0.09	0.11	0.13
<i>Cycloneda sanguinea</i>	0.12	0.14	0.13	0.13	0.16
<i>Zelus leucogrammus</i>	-0.13	0.07	0.11	-0.14	-0.16
<i>Hippodamia convergens</i>	0.14	-0.09	0.17	-0.12	0.04
<i>Gonatopus bartletti</i>	0.06	0.08	0.16	0.09	-0.09

**Nota:** Autor (2023)

Los análisis de correlación entre el número de especímenes de insectos benéficos y los valores de humedad relativa semanal registrados durante el período de estudio, mostraron coeficiente de correlación entre -0.17 y 0.24, que al no ser significativos, no demuestran ningún tipo de influencia significativa de la este parámetro climático sobre la presencia de dichos insectos benéficos (Tabla 9).

**Tabla 9**

*Coeficientes de correlación entre la humedad relativa y el número de insectos benéficos observados por especie en las cinco localidades del cantón Mocache en estudio*

Insectos benéficos	Barro Colorado	Jesús del Gran Poder	Las Palmas	Pechiche	Las Campanas
<i>Chelonus insularis</i>	0.22	0.24	0.23	-0.05	0.06
<i>Euplectrus sp.</i>	0.24	0.23	0.14	0.15	0.15

<i>Eiphosoma sp.</i>	-0.08	0.16	0.04	0.03	0.20
<i>Polistes sp.</i>	0.15	0.21	-0.07	0.13	0.19
<i>Podisus sp.</i>	0.06	-0.17	0.21	0.10	-0.03
<i>Telenomus spp.</i>	0.13	0.17	-0.08	-0.02	0.07
<i>Metagonistylum minense</i>	0.13	0.11	-0.06	0.03	0.18
<i>Pediobius furvus</i>	-0.09	0.08	-0.02	-0.04	0.14
<i>Cycloneda sanguinea</i>	-0.03	0.22	-0.04	0.02	0.04
<i>Zelus leucogrammus</i>	0.18	0.10	-0.09	0.14	-0.06
<i>Hippodamia convergens</i>	0.24	-0.06	0.13	0.01	0.15
<i>Gonatopus bartletti</i>	0.23	0.11	-0.04	0.07	0.14

**Nota:** Autor (2023)

Los análisis de correlación entre el número de especímenes de insectos benéficos y los valores de precipitación acumulada por semana registrados durante el período de estudio, mostraron coeficiente de correlación entre 0.02 y 0.14, los cuáles al no ser significativos, no demuestran ningún tipo de influencia significativa de la precipitación acumulada sobre la presencia de dichos insectos benéficos (Tabla 10).

### Tabla 10

*Coeficientes de correlación entre la precipitación y el número de insectos benéficos observados por especie en las cinco localidades del cantón Mocache en estudio*

<b>Insectos benéficos</b>	<b>Barro Colorado</b>	<b>Jesús del Gran Poder</b>	<b>Las Palmas</b>	<b>Pechiche</b>	<b>Las Campanas</b>
<i>Chelonus insularis</i>	0.05	0.03	0.14	0.10	0.04
<i>Euplectrus sp.</i>	0.04	0.09	0.09	0.11	0.04
<i>Eiphosoma sp.</i>	0.03	0.05	0.07	0.06	0.06
<i>Polistes sp.</i>	0.12	0.07	0.14	0.14	0.12
<i>Podisus sp.</i>	0.05	0.13	0.10	0.08	0.12
<i>Telenomus spp.</i>	0.02	0.10	0.14	0.09	0.14
<i>Metagonistylum minense</i>	0.10	0.10	0.07	0.03	0.07
<i>Pediobius furvus</i>	0.07	0.13	0.05	0.09	0.11
<i>Cycloneda sanguinea</i>	0.06	0.12	0.02	0.12	0.09
<i>Zelus leucogrammus</i>	0.13	0.05	0.02	0.13	0.10
<i>Hippodamia convergens</i>	0.12	0.10	0.11	0.08	0.14
<i>Gonatopus bartletti</i>	0.09	0.03	0.10	0.11	0.04

**Nota:** Autor (2023)

### 3.2. Discusión

En las cinco localidades se observaron diferentes niveles de infestación de *S. frugiperda*, que fluctuaron de una semana a otra de evaluación, evidenciándose que el nivel de infestación en ninguna localidad sobrepasó el 35%, y adicionalmente se apreció que, en los cultivos establecidos en las cinco localidades, la incidencia de este insecto se presentó entre la semana 3 y 9 de edad del cultivo, lo que concuerda con (López, 2017), quien indica que *S. frugiperda* ataca al maíz en sus primeras etapas por la facilidad que tiene para alimentarse del tejido de hojas jóvenes. Pero se debe tomar énfasis en su nivel de daño, ya que de ser muy alto representa un alto nivel de pérdida para el productor.

Por su parte en cuanto a la incidencia de *D. saccharalis* y *D. maidis*, su incidencia se aprecia a partir de las semanas 4 y 2 de edad del cultivo, respectivamente, lo que sugiere que insectos están presentes en el cultivo de maíz a lo largo de casi todo su ciclo, concordando con Deras (2014), quien indica que éstos insectos pueden hacerse presente durante todo el ciclo de vida del maíz, causando diferentes niveles de infestación de acuerdo al manejo del cultivo en cuanto a control de insectos, así como a la susceptibilidad del material de siembra.

De manera general, en lo referente a la infestación de las diferentes localidades en estudio, se pudo apreciar que en la localidad de Jesús del Gran Poder se registró mayor nivel de infestación de *S. frugiperda* (27.0 %) y *D. maidis* (5.13%), siendo mayor la incidencia de *D. saccharalis* en Barro Colorado (4.93%), mientras que en Las Palmas se registraron los menores niveles de infestación de *S. frugiperda* (10.7%) y *D. saccharalis* (1.08 %), siendo menor la infestación de *D. maidis* en Pechiche (3.43 %).

Las trampas de luz mostraron fueron efectivas para la captura de *S. frugiperda* y *D. saccharali*, capturándose entre 66 y 80 especímenes de *S. frugiperda* y de 74 a 160 *D. saccharalis*, lo que permite registrar indicios de la efectividad de este tipo de trampas para el control de poblaciones de lepidópteros en el cultivo de maíz, sin embargo, de acuerdo a Sagadin & Gorla (2002), a pesar de la efectividad de las trampas de luz para la captura de especímenes de lepidópteros, se pueden presentar diferentes variantes en los niveles de

capturas, puesto que según estos autores el color de luz de fluorescente puede causar dicha variación.

En lo correspondiente a la relación existente entre los diferentes parámetros del clima con la infestación se observó un comportamiento contradictorio entre las diferentes localidades, a pesar de tener las mismas condiciones climáticas, lo que se puede atribuir a una interferencia por la aplicación de los diferentes insecticidas que utilizan los agricultores, los mismos que difieren en cuanto a composición y efectividad, ya que por tratarse de plantaciones comerciales no fue posible impedir dicha interferencia. Esto según Devine et al. (2017), las aplicaciones locales de pesticidas influyen en la dinámica de la población de insectos plaga en los cultivos, de tal manera que condicionan la misma, ya que su aplicación está orientada a disminuir las poblaciones de insectos, lo que causa poca fiabilidad en estudios de fluctuaciones poblacionales de insectos en diferentes cultivos de interés.

En el área de estudio de las localidades evaluadas, se observaron diferentes enemigos naturales tanto de *S. frugiperda* (*Chelonus insularis*, *Euplectrus* sp., *Eiphosoma* sp., *Polistes* sp., *Podisus* sp.), *D. saccharalis* (*Telenomus* spp., *Metagonistylum minense*, *Pediobius furvus*) y *D. maidis* (*Cycloneda sanguínea*, *Zelus leucogrammus*, *Hippodamia convergens* y *Gonatopus bartletti*), los cuales pueden ser aprovechados para un control biológico de poblaciones de los mencionados insectos plaga en el cultivo de maíz, por lo que se podría colectarlos para reproducirlos *in vitro* para posteriores liberaciones en campos de maíz, para aprovechar su potencial biocontrolador (Nava-Pérez, García-Gutiérrez, Camacho-Báez, & Vázquez-Montoya, 2012), con lo que se podría racionalizar el uso de insecticidas, cuyo uso intensivo y/o desmedido podría causar resistencia por parte de los insectos.

En lo correspondiente a la relación entre los parámetros del clima y los insectos benéficos registrados, los coeficientes de correlación de ningún insecto en ninguna de las localidades alcanzaron el nivel de significancia, lo que dificulta una determinación específica de la dicha relación, puesto que los insecticidas posiblemente pueden haber interferido en dicha aparición de los insectos benéficos, lo que según Morales et al. (2000), es un factor negativo ya que

dificulta identificar la temporada o época donde se pueden encontrar mayor número de insectos benéficos en los sistemas de producción, los mismos que pueden ser aprovechados para reproducirlos en condiciones *in vitro* a fin de realizar posteriores liberaciones masivas para utilizados como agentes de control biológico, sin embargo, dicho estudio de la mencionada relación debería enfocarse de una manera específica en las especies de insectos benéficos con más presencia en una determinada zona de estudio.

#### 4.1. Conclusiones

Se observaron correlación positiva entre la temperatura media y el nivel de infestación de *S. frugiperda* en las localidades de Barro Colorado (0.91) y Las Campanas (0.80), mientras que en las demás localidades se dificultó la obtención dichas correlaciones, así como con los demás datos climáticos, puestos que no se restringió el uso de insecticidas en los cultivos de maíz evaluados.

En la localidad de Jesús del Gran Poder se registró mayor nivel de infestación de *S. frugiperda* (27.0 %) y *D. maidis* (5.13%), siendo mayor la incidencia de *D. saccharalis* en Barro Colorado (4.93%), mientras que en Las Palmas se registraron los menores niveles de infestación de *S. frugiperda* (10.7%) y *D. saccharalis* (1.08 %), siendo menor la infestación de *D. maidis* en Pechiche (3.43 %).

*S. frugiperda* afectó a los cultivos entre la semana 3 y 9 de edad, mientras que *D. saccharalis* y *D. maidis* mostraron incidencia hasta el final del cultivo, iniciándose su ocurrencia desde la semana 4 y 2, respectivamente.

En el área de estudio se encontraron diferentes insectos benéficos para el biocontrol de *S. frugiperda*, *D. saccharalis* y *D. maidis*, entre los que se destacan *Telenomus spp.*, *Euplectrus sp.* y *Zelus leucogrammus*.

## 4.2. Recomendaciones

- Realizar este estudio en plantaciones de maíz con aplicación de insecticidas orgánicos para poder determinar la dinámica poblacional de los tres tipos de insectos.
- Comparar la eficiencia de diferentes trampas específicas para cada tipo de insecto a fin de identificar la de mejor respuesta para la captura de *S. frugiperda*, *D. saccharalis* y *D. maidis*.
- Evaluar la relación entre la infestación de *D. maidis* y los niveles de incidencia de cinta roja, puesto que, en el presente estudio, a pesar de haber número elevados de dichos insectos, la incidencia de la mencionada enfermedad no fue notoria.

Estudiar por separado la influencia de los factores climáticos sobre la aparición de los insectos benéficos registrados.



# **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**



## Referencias Bibliográficas

- Amman, K. (2002). Safety of genetically engineered plants: an ecological risk assessment of vertical gene flow. In: Custers C (ed). Safety of genetically engineered crops. London: Flanders Interuniversity Institute for Biotechnology. 61-87.
- Angulo, J. (2000). Manejo del Gusano cogollero del maíz utilizando extractos de plantas. Obtenido de <http://www.turipana.org>.
- Batista, W. (2013). Dinámica de las Poblaciones. Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires-Argentina. 22 p.
- Bayer. (2017). El maíz, un alimento fundamental de identidad. Obtenido de <https://www.cropscience.bayer.ec/es-EC/Noticias/Noticias/2017/Septiembre/Maiz-alimento-ancestral.aspx>.
- Castro-Piguave, C., Vera-Tumbaco, M., Indacochea-Ganchozo, B., Valverde-Lucio, Y., & Gabriel-Ortega, J. (2018). Control etológico de Thrips sp. (Insecta: Thysanoptera) y Spodoptera spp. (Lepidoptera: Noctuidae) con fermentos naturales en sandía (*Citrullus vulgaris* L.). Journal of the Selva Andina Research Society 9(2):104-112.
- Casuso, M. (2017). *Dalbulus maidis* (De Long & Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae): una plaga que va cobrando importancia en los maíces del sudoeste chaqueño. INTA. Buenos Aires- Argentina. 12 p.
- Cruz, O. (2013). El cultivo de maíz: manual para el cultivo. Tercera edición. Tegucigalpa - Honduras: DICTA.
- Dearfield, K., Bender, E., Kravitz, M., Wentzel, R., Slimak, M., & Farland, W. (2004). Ecological risk assessment issues identified during the U.S. environmental protection agency examination of risk assessment practices. Integrated Environmental Assessment and Management 1(1): 73-76.
- Deras, H. (2014). Guía técnica El cultivo de maíz. Obtenido de <http://www.centa.gob.sv/docs/guias/granos%20basicos/GuiaTecnica%20Maiz%202014.pdf>

- Devine, G., Dominique, E., Ogusuku, E., & Furlong, M. (2008). Uso de insecticidas: contexto y consecuencias ecológicas. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública* 25(1): 74-100.
- Dutton, A., Klein, H., Romeis, J., & Bigler, F. (2002). Uptake of Bt toxin by herbivores feeding on transgenic maize and consequences for the predator *Chrysoperla carnea*. *Ecological Entomology* 27(4): 441-447.
- FAO. (2003). *World agriculture: towards 2015/2030, an FAO perspective*. J. Bruinsma (ed.) Earthscan Publications Ltd. London. 133 p.
- Forjan, H. (2002). *Plagas del maíz: el barrenador del tallo*. INTA. Buenos Aires-Argentina. 4 p.
- García, C., López, J., García, C., Villanueva, J., & Nava, M. (2017). Factores bióticos, abióticos y agronómicos que afectan las poblaciones de adultos de mosca pinta (Hemiptera:Cercopidae) en cultivos de caña de azúcar en Veracruz, México. *Acta Zoológica Mexicana* 33(3): 508-517.
- Gray, A. (2004). Ecology and government policies: the GM crop debate. *Journal of Applied Ecology* 41(1): 1-10.
- 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.
- Guillén, L., Alcalá, D., Fernández, S., Pire, A., & Álvarez, C. (2008). Percepción de los agricultores sobre el manejo integrado de plagas en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Revista de la Facultad de Agronomía* 25(2): 222-242.
- Ismael, Y., Bennett, R., & Morse, S. (2002). Farm-level economic impact of biotechnology: smallholder Bt cotton farmers in South Africa. *Outlook on Agriculture* 31(2): 107-111.
- Keleman, A., & 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.
- Lack, G. (2002). Clinical risk assessment of GM foods. *Toxicology Letters* 127(3): 337-40.

- López, I. (2017). Manejo Integrado de *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de Maíz (*Zea mays* L.). Universidad Técnica de Babahoyo. Babahoyo-Ecuador. 27 p.
- Meier, M., & Hilbeck, A. (2001). Influence of transgenic *Bacillus thuringiensis* corn-fed prey on prey preference of immature *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). *Basic and Applied Ecology* 2(1): 35-44.
- Morales, N., Cola, J., Dirceu, P., & Fabres, A. (2000). Fluctuación poblacional de Scolytidae (Coleoptera) en zonas reforestadas con *Eucalyptus grandis* (Myrtaceae) en Minas Gerais, Brasil. *Revista de Biología Tropical* 48(1): 101-107.
- Nava-Pérez, E., García-Gutiérrez, C., Camacho-Báez, J., & Vázquez-Montoya, E. (2012). Bioplaguicidas: una opción para el control biológico de plagas. *Ra Ximhai* 8(3): 17-29.
- Nubilde, M. (2010). Manejo integrado de plagas: Una solución a la contaminación ambiental. *Comunidad y Salud* 8(1): 73-82.
- O'Callaghan, M., Glare, T., Burgués, E., & Malone, L. (2005). Effects of plants genetically modified for insect resistance on nontarget organisms. *Annual Review of Entomology* 50: 271-92.
- Pavón, A. (2007). Generalidades del cultivo de maíz. Universidad de Castilla-La Mancha. Madrid-España. 20 p.
- Qaim, M., & Zilberman, D. (2003). Yield effects of genetically modified crops in developing countries. *Science* 299: 900-902.
- 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.
- Rosset, P. (2007). Cuba: ethics, biological control, and crisis. *Agric Human Values* 14(3): 291-302.
- Russell, D. (2004). IPM for insect pests of cotton in less developed countries. In: Horowitz AR, Ishaaya I (eds). *Insect pest management - Field and protected crops*. Springer Verlag. Berlin-Alemania. 180 p.
- Sagadin, I., & Gorla, D. (2002). Eficiencia de captura de adultos de Lepidoptera plagas de maíz (*Zea mays*) y de soja (*Glicine max*) en trampas de luz de vapor de mercurio y de luz negra en la región central de la provincia de Córdoba (Argentina). *Ecología Austral* 12: 99-104.

- 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.
- Schuler, T., Potting, R., Denholm, I., Clark, S., Clark, A., & Stewart, C. (2003). Tritrophic choice experiments with Bt plants, the diamondback moth (*Plutella xylostella*) and the parasitoid *Cotesia plutellae*. *Transgenic Research* 12(3): 351-61.
- Serna, G., Garcés, J., Mejía, J., & 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.
- SINAVIMO. (2016). *Dalbulus maidis*. Obtenido de <https://www.sinavimo.gov.ar/plaga/dalbulus-maidis>.
- Tello, V. (2017). Manejo de plagas agrícolas en el contexto de zonas áridas-desérticas. *Idesia (Arica)* 35(1): 3-5.
- Trewavas, A. (2001). Urban myths of organic farming. *Nature* 410: 409-410.
- Vargas, R., & Rodríguez, S. (2008). Dinámica de poblaciones. En R. Ripa, & P. Larral, Manejo de plagas en paltos y cítricos. Colección libros INIA N° 23. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Chile. 99-105 pp.
- Zenner, I., Álvarez, A., & Barreto, S. (2006). Influencia del parasitismo por *Chelonus insularis* Cresson (Hymenoptera: Braconidae) sobre la susceptibilidad de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) a insecticidas. *Neotropical Entomology* 35(6): 818-822.



# ANEXOS



## Anexos

### Anexo 1

*Datos de temperatura media, humedad relativa media y precipitación acumulada registrados durante las semanas de estudio del año 2019*

Semanas	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Precipitación (mm)
14	25.7	86.0	176.1
15	26.9	82.4	38
16	26.3	86.7	181.8
17	26.3	88.7	105.4
18	26.3	88.0	125.1
19	25.9	87.0	58
20	25.9	89.0	207.9
21	25.6	87.6	6.0
22	25.0	87.0	5.6
23	25.2	87.1	1.8
24	25.3	89.7	107.3
25	24.7	90.1	19.3
26	24.1	88.4	1.7
27	24.2	87.3	10
28	23.5	88.7	0.3
29	23.8	87.0	0.5
30	23.5	87.9	0
31	22.8	88.9	0
32	22.9	87.7	0
33	23.3	85.7	0.7
34	23.6	84.0	0.1
35	22.7	86.9	0
36	22.7	85.6	0
37	24.2	81.9	1.5
38	24.0	84.0	0
39	24.7	83.0	21.9

**Nota:** Autor (2023)

**Anexo 2**

*Análisis de correlación entre la temperatura media (°C) y la infestación de S. frugiperda en cinco localidades del cantón Mocache*

Semanas	Temperatura (°C)	Barro Colorado	Jesús del Gran Poder	Las Palmas	Pechiche	Las Campanas
20	25.9	28				
21	25.6	21				
22	25.0	14	28	14		
23	25.2	21	35	14	21	
24	25.3	14	28	9	14	
25	24.7	14	21	9	14	28
26	24.1	7	28	14	21	28
27	24.2		28	8	21	28
28	23.5		21	7	14	21
29	23.8				21	21
30	23.5					28
31	22.8					14
<b>Coefficiente de correlación</b>		0.91	0.57	0.44	-0.14	0.80

**Nota:** Autor (2023)

**Anexo 3**

*Análisis de correlación entre la humedad relativa (%) y la infestación de S. frugiperda en cinco localidades del cantón Mocache*

Semanas	Temperatura (°C)	Barro Colorado	Jesús del Gran Poder	Las Palmas	Pechiche	Las Campanas
20	89.0	28				
21	87.6	21				
22	87.0	14	28	14		
23	87.1	21	35	14	21	
24	89.7	14	28	9	14	
25	90.1	14	21	9	14	28
26	88.4	7	28	14	21	28
27	87.3		28	8	21	28
28	88.7		21	7	14	21
29	87.0				21	21
30	87.9					28
31	88.9					14
<b>Coefficiente de correlación</b>		-0.13	-0.65	-0.51	-0.87	-0.04

**Nota:** Autor (2023)

**Anexo 4**

*Análisis de correlación entre la precipitación acumulada y la infestación de S. frugiperda en cinco localidades del cantón Mocache*

Semanas	Temperatura (°C)	Barro Colorado	Jesús del Gran Poder	Las Palmas	Pechiche	Las Campanas
20	207.9	28				
21	6.0	21				
22	5.6	14	28	14		
23	1.8	21	35	14	21	
24	107.3	14	28	9	14	
25	19.3	14	21	9	14	28
26	1.7	7	28	14	21	28
27	10.0		28	8	21	28
28	0.3		21	7	14	21
29	0.5				21	21
30	0.0					28
31	0.0					14
<b>Coefficiente de correlación</b>		0.59	0.02	-0.29	-0.53	0.50

**Nota:** Autor (2023)

**Anexo 5**

*Análisis de correlación entre la temperatura media (°C) y la infestación de D. saccharalis en cinco localidades del cantón Mocache*

Semanas	Temperatura (°C)	Barro Colorado	Jesús del Gran Poder	Las Palmas	Pechiche	Las Campanas
21	25.6	4				
22	25.0	2				
23	25.2	7	2	2		
24	25.3	4	2	2	0	
25	24.7	4	2	2	2	
26	24.1	4	4	0	2	7
27	24.2	7	4	0	0	4
28	23.5	2	0	0	2	2
29	23.8	9	2	2	0	2
30	23.5	4	4	0	2	4
31	22.8	2	2	2	0	4
32	22.9	9	4	0	2	4
33	23.3	7	4	0	2	4

**Anexos:**

34	23.6	4	4	2	2	2
35	22.7		0	2	1	4
36	22.7		2			4
37	24.2					2
38	24.0					
<b>Coefficiente de correlación</b>		-0.15	0.06	0.26	-0.19	-0.08

**Nota:** Autor (2023)

**Anexo 6**

*Análisis de correlación entre la humedad relativa (%) y la infestación de D. saccharalis en cinco localidades del cantón Mocache*

Semanas	Temperatura (°C)	Barro Colorado	Jesús del Gran Poder	Las Palmas	Pechiche	Las Campanas
21	87.6	4				
22	87.0	2				
23	87.1	7	2	2		
24	89.7	4	2	2	0	
25	90.1	4	2	2	2	
26	88.4	4	4	0	2	7
27	87.3	7	4	0	0	4
28	88.7	2	0	0	2	2
29	87.0	9	2	2	0	2
30	87.9	4	4	0	2	4
31	88.9	2	2	2	0	4
32	87.7	9	4	0	2	4
33	85.7	7	4	0	2	4
34	84.0	4	4	2	2	2
35	86.9		0	2	1	4
36	85.6		2			4
37	81.9					2
38	84.0					
<b>Coefficiente de correlación</b>		-0.30	-0.29	0.02	-0.19	0.47

**Nota:** Autor (2023)

## Anexo 7

*Análisis de correlación entre la precipitación acumulada (mm) y la infestación de D. saccharalis en cinco localidades del cantón Mocache*

Semanas	Temperatura (°C)	Barro Colorado	Jesús del Gran Poder	Las Palmas	Pechiche	Las Campanas
21	6.0	4				
22	5.6	2				
23	1.8	7	2	2		
24	107.3	4	2	2	0	
25	19.3	4	2	2	2	
26	1.7	4	4	0	2	7
27	10.0	7	4	0	0	4
28	0.3	2	0	0	2	2
29	0.5	9	2	2	0	2
30	0.0	4	4	0	2	4
31	0.0	2	2	2	0	4
32	0.0	9	4	0	2	4
33	0.7	7	4	0	2	4
34	0.1	4	4	2	2	2
35	0.0		0	2	1	4
36	0.0		2			4
37	1.5					2
38	0.0					
<b>Coefficiente de correlación</b>		-0.13	-0.11	0.29	-0.40	0.14

**Nota:** Autor (2023)

## Anexo 8

*Análisis de correlación entre la temperatura media (°C) y la infestación de D. maidis en cinco localidades del cantón Mocache*

Semanas	Temperatura (°C)	Barro Colorado	Jesús del Gran Poder	Las Palmas	Pechiche	Las Campanas
18	26.3					
19	25.9	4				
20	25.9	4				
21	25.6	7	3	8		
22	25.0	3	9	7	5	
23	25.2	3	6	5	3	
24	25.3	1	7	4	3	3
25	24.7	2	3	3	1	7
26	24.1	0	6	3	2	4
27	24.2	2	5	3	5	7
28	23.5	2	5	2	4	3
29	23.8	1	4	3	3	3
30	23.5	6	6	5	5	4
31	22.8	3	5	2	3	4
32	22.9	7	6	2	5	2
33	23.3	4	4	4	3	2
34	23.6	4	5	5	3	3
35	22.7	3	5	4	3	3
36	22.7		3	3	1	2
37	24.2		3			1
38	24.0					
<b>Coefficiente de correlación</b>		-0.03	0.19	0.62	0.03	0.38

**Nota:** Autor (2023)

## Anexo 9

*Análisis de correlación entre la humedad relativa (%) y la infestación de D. maidis en cinco localidades del cantón Mocache*

Semanas	Temperatura (°C)	Barro Colorado	Jesús del Gran Poder	Las Palmas	Pechiche	Las Campanas
18	88.0					
19	87.0	4				
20	89.0	4				
21	87.6	7	3	8		
22	87.0	3	9	7	5	
23	87.1	3	6	5	3	
24	89.7	1	7	4	3	3
25	90.1	2	3	3	1	7
26	88.4	0	6	3	2	4
27	87.3	2	5	3	5	7
28	88.7	2	5	2	4	3
29	87.0	1	4	3	3	3
30	87.9	6	6	5	5	4
31	88.9	3	5	2	3	4
32	87.7	7	6	2	5	2
33	85.7	4	4	4	3	2
34	84.0	4	5	5	3	3
35	86.9	3	5	4	3	3
36	85.6		3	3	1	2
37	81.9		3			1
38	84.0					
<b>Coefficiente de correlación</b>		-0.26	0.29	-0.28	-0.04	0.58

**Nota:** Autor (2023)

**Anexo 10**

*Análisis de correlación entre la precipitación acumulada (mm) y la infestación de D. maidis en cinco localidades del cantón Mocache*

Semanas	Temperatura (°C)	Barro Colorado	Jesús del Gran Poder	Las Palmas	Pechiche	Las Campanas
18	125.1					
19	58.0	4				
20	207.9	4				
21	6.0	7	3	8		
22	5.6	3	9	7	5	
23	1.8	3	6	5	3	
24	107.3	1	7	4	3	3
25	19.3	2	3	3	1	7
26	1.7	0	6	3	2	4
27	10.0	2	5	3	5	7
28	0.3	2	5	2	4	3
29	0.5	1	4	3	3	3
30	0.0	6	6	5	5	4
31	0.0	3	5	2	3	4
32	0.0	7	6	2	5	2
33	0.7	4	4	4	3	2
34	0.1	4	5	5	3	3
35	0.0	3	5	4	3	3
36	0.0		3	3	1	2
37	1.5		3			1
38	0.0					
<b>Coefficiente de correlación</b>		-0.05	0.28	0.03	-0.09	0.08

**Nota:** Autor (2023)

## Anexo 11

### Colocación de las trampas de luz



**Nota:** Autor (2023)

## Anexo 12

### Verificación del funcionamiento de las trampas de luz



**Nota:** Autor (2023)

### Anexo 13

#### Colocación de las trampas adhesivas



**Nota:** Autor (2023)

### Anexo 14

#### Conteo del número de insectos capturados en trampas adhesivas



**Nota:** Autor (2023)

### Anexo 15

Conteo del número de insectos capturados en trampas de luz



**Nota:** Autor (2023)

### Anexo 16

Conteo *D. maidis* capturados en trampas adhesivas



**Nota:** Autor (2023)

# RESUMEN

El manuscrito titulado " 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" aborda un estudio en el cultivo de maíz, el cual es afectado por estas plagas, siendo un factor limitante en la producción. Se destacan las consecuencias del uso excesivo de insecticidas, tales como la resistencia de las plagas y la contaminación ambiental, y se propone el manejo integrado de plagas (MIP) como alternativa sostenible. El estudio incluye la utilización de trampas para el monitoreo y control de plagas, una herramienta clave para la toma de decisiones en el manejo del cultivo. La metodología empleada en la investigación comprende la localización de la investigación en cinco localidades, el uso de métodos descriptivos y correlacionales, y el análisis de variables como datos climáticos, porcentaje de infestación, número de especímenes capturados por trampa, presencia de insectos benéficos, y correlaciones entre estas variables. Los resultados obtenidos revelan la infestación de *Spodoptera frugiperda*, *Diatraea saccharalis* y *Dalbulus maidis* en las localidades estudiadas, la fluctuación poblacional de estas plagas y su relación con factores climáticos, y la eficiencia de las trampas de luz y trampas adhesivas para capturar adultos de estas especies. Además, se reporta la presencia de insectos benéficos en el área de estudio. En la discusión se analiza el impacto de estos hallazgos en el contexto del manejo de plagas en cultivos de maíz. Finalmente, las conclusiones y recomendaciones se centran en estrategias para mejorar el control de plagas y la sostenibilidad de la producción de maíz en las áreas afectadas por estas plagas.

**Palabras Clave:** Monitoreo de plagas, cultivo de maíz, insectos benéficos.



<http://www.editorialgrupo-aea.com>



[Editorial Grupo AeA](#)



[editorialgrupoea](#)



[Editorial Grupo AEA](#)

ISBN: 978-9942-651-18-1



9 789942 651181