



**UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGROPECUARIA  
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA  
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA  
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO  
AGROPECUARIO**

**TEMA:**

**INCIDENCIA DE *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) E  
IDENTIFICACIÓN DE ENEMIGOS NATURALES EN EL  
CULTIVO DE MAÍZ, ROCAFUERTE- SUCRE 2019**

**AUTORES:**

**GARCÍA PALMA JOEL DAVID  
MERO QUIJIJE YEFFRY ROBERTO**

**Tutora:**

**ING. MARÍA VIRGINIA MENDOZA GARCÍA**

**ECUADOR – MANTA, 2020**

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL**

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente declaran que han aprobado el proyecto de investigación: **“INCIDENCIA DE *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) E IDENTIFICACIÓN DE ENEMIGOS NATURALES EN EL CULTIVO DE MAÍZ, ROCAFUERTE- SUCRE 2019”**, que ha sido propuesta, desarrollada y sustentada por los egresados: García Palma Joel David y Mero Quijije Yeffry Roberto, previa a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario, de acuerdo con el reglamento para la elaboración del proyecto de investigación de Tercer Nivel de la Universidad Laica Eloy Alfaro “ULEAM”.

### **MIEMBROS DEL TRIBUNAL**

**Ing. Rubén Melquiades Alcívar Murillo Mg.**

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

---

**Ing. Nelly Narcisa Mejía Zambrano, Mg.**

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

---

**Ing. Valter Francisco Mero Rosado, Mg.**

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

---

## CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Ing. María Virginia Mendoza García Mg. Sc. certifica haber tutelado el proyecto de investigación “**INCIDENCIA DE *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) E IDENTIFICACIÓN DE ENEMIGOS NATURALES EN EL CULTIVO DE MAÍZ, ROCAFUERTE- SUCRE 2019**”, que ha sido desarrollado por García Palma Joel David y Mero Quijije Jeffry Roberto, egresados de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria, previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario, de acuerdo con el **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DE TERCER NIVEL**, de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí “ULEAM.

---

Ing. María Virginia Mendoza García Mg. Sc.  
**Docente tutora**

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA**

La responsabilidad de los hechos, ideas y doctrinas expuestos en el proyecto de investigación corresponde exclusivamente al tutor y patrimonio intelectual de los autores egresados de la carrera de Ingeniería Agropecuaria en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.

---

**García Palma Joel David**

**CI.131261543-6**

---

**Mero Quijije Yeffry Roberto**

**CI.135056583-2**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por ser mi guía en todas las decisiones que he tomado a lo largo de mi vida.

A mis padres y hermanos, que estuvieron conmigo apoyándome en todo momento.

A mis abuelos: Erasmo, Guillermina y Vicenta, muchas gracias por forjarme con buenos valores durante toda mi etapa estudiantil.

A mis amigos: Sully López, Paola Alarcón y Luis Carvajal por apoyarme durante estos cinco años, muchas gracias por su amistad incondicional.

De manera especial a mi tutora la Ing. Virginia Mendoza por ser una excelente profesional y guiarnos en el camino para lograr nuestra meta: ser Ingenieros.

***Yeffry Roberto Mero Quijje***

## **AGRADECIMIENTO**

A mis padres por ser pilar fundamental para alcanzar las metas que me he propuesto. Un agradecimiento especial a mi abuelita Chavi por su apoyo incondicional y por ser el motor de vida.

A mis hermanos Andrea, Andrés y Leonardo; a Vanessa mi compañera de vida; a mis tíos: Franklin, Duval, Gladis, Mariuxi y Humberto; a mis primos, a todos ellos siempre les estaré agradecido.

En especial a mi madre quien siempre estuvo allí apoyándome para poder lograr mis metas.

Recalco también mi agradecimiento a mis compañeros de curso por su apoyo.

A la Ing. María Virginia Mendoza por ser una tutora de excelente calidad humana y profesional, por compartimos sus experiencias y conocimientos, lo que nos permitió ejecutar un buen trabajo de titulación.

Al Ing. Juan Carlos Palacios, y a todos los docentes que conformaron y contribuyeron en el desarrollo de este proyecto.

Al Ing. Fabián Gorozabel mi tutor de campo, quien compartió conmigo sus capacidades técnicas para llevar de mejor manera el cultivo.

***Joel David García Palma***

## **DEDICATORIA**

A tí mi Dios dedico este logro, ya que has sido tú quien me ha dado la oportunidad de estar en este mundo, has sido tú el que me ha ayudado a salir adelante y nunca me has dejado solo... cuando más te necesitaba siempre estuviste allí.

***Yeffry Roberto Mero Quijije***

## **DEDICATORIA**

Para Jesucristo Justo Juez oración de sabiduría y fe que siempre me acompaña y me libra de todos los males.

Dedicado en especial a mi madre por ser ese pilar fundamental y mi inspiración de lucha para seguir adelante y a mi abuelita la cual es como mi segunda madre.

***Joel David García Palma***

## INDICE

|   |    |
|---|----|
| I. INTRODUCCION .....   | 1  |
| 1.1 Taxonomía del maíz.....   | 1  |
| 1.2 Origen del cultivo.....   | 1  |
| 1.3 Producción del cultivo de maíz.....                                     | 2  |
| 1.4 Requerimientos nutricionales, clima y suelo del cultivo de maíz.....    | 3  |
| 1.5 Manejo del cultivo de maíz (Híbrido INIAP H 603) .....                  | 4  |
| 1.5.1 Fertilización .....   | 4  |
| 1.5.2 Control de plagas .....   | 4  |
| 1.6 Principales plagas en el cultivo de maíz en Ecuador .....               | 5  |
| 1.7 Gusano cogollero ( <i>Spodoptera frugiperda</i> ) .....                 | 5  |
| 1.8 Características y ciclo biológico de <i>Spodoptera frugiperda</i> ..... | 6  |
| 1.9 Daño de <i>Spodoptera frugiperda</i> a la planta de maíz .....          | 7  |
| 1.10 Enemigos naturales de <i>Spodoptera frugiperda</i> .....               | 8  |
| 1.11 Muestreo y monitoreo de las plagas.....                                | 9  |
| 1.12 Planteamiento del problema.....  | 9  |
| 1.13 Justificación.....   | 10 |
| 1.14 Hipótesis .....  | 11 |
| 1.14.1 Hipótesis Nula .....   | 11 |
| 1.14.2 Hipótesis Alternativa.....   | 11 |
| 1.15 Objetivos .....  | 12 |
| 1.15.1 Objetivo general .....   | 12 |
| 1.15.2 Objetivos específicos .....  | 12 |
| II METODOLOGIA.....   | 13 |
| 2.1 Ubicación geográfica del estudio.....                                   | 13 |
| 2.2 Datos climáticos .....  | 13 |

|  |    |
|--|----|
| 2.3 Características de las unidades experimentales .....                 | 13 |
| 2.4 Variables evaluadas y métodos de evaluación.....                     | 14 |
| 2.5 Variables evaluadas y métodos de medición <i>S. frugiperda</i> ..... | 14 |
| 2.5.1 Etapa fenológica.....  | 14 |
| 2.5.2 Nivel de daño (Severidad) .....                                    | 14 |
| 2.5.3 Tasa de ataque (incidencia) de <i>S. frugiperda</i> .....          | 15 |
| 2.5.4 Rendimiento .....  | 16 |
| 2.5.5 Método de evaluación de la entomofauna benéfica .....              | 16 |
| 2.6 Manejo del experimento .....   | 17 |
| 2.6.1 Siembra .....  | 17 |
| 2.6.2 Fertilización .....  | 17 |
| 2.6.3 Control fitosanitario .....  | 17 |
| 2.6.4 Riego .....  | 17 |
| 2.6.5 Cosecha .....  | 17 |
| III. RESULTADOS .....  | 18 |
| 3.1. Número de hojas totalmente desplegadas (etapa fenológica) .....     | 18 |
| 3.2. Nivel de daño (severidad) de <i>S. frugiperda</i> .....             | 19 |
| 3.3 Tasa de ataque (incidencia) de <i>S. frugiperda</i> .....            | 22 |
| 3.4. Correlaciones de lotes de las tres fechas.....                      | 22 |
| 3.5. Evaluación de la Entomofauna benéfica .....                         | 24 |
| 3.5.1 Biorreguladores encontrados .....                                  | 24 |
| 3.6. Rendimiento grano seco del maíz .....                               | 27 |
| 3.6.1. Cantón Rocafuerte .....   | 27 |
| 3.6.2. Cantón Sucre .....  | 27 |
| IV DISCUSIÓN .....   | 29 |
| V CONCLUSIONES .....   | 30 |

|                          |    |
|--------------------------|----|
| VI RECOMENDACIONES ..... | 31 |
| VII BIBLIOGRAFÍA .....   | 32 |
| VIII ANEXOS .....        | 36 |

## INDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabla 1.</b> Los requerimientos edafoclimáticos en el cultivo de maíz .....  | 3  |
| <b>Tabla 2.</b> Escala Arbitraria para la severidad de <i>S. frugiperda</i> .....                                       | 15 |
| <b>Tabla 3.</b> Escala para determinar el índice de biorreguladores en los puntos<br>seleccionados en las parcelas..... | 16 |
| <b>Tabla 4.</b> Número de hojas totalmente desplegadas.....   | 18 |
| <b>Tabla 5.</b> Evaluación de nivel de daño (severidad) de <i>S. frugiperda</i> en lotes de la<br>primera siembra. .... | 19 |
| <b>Tabla 6.</b> Evaluación de nivel de daño (severidad) de <i>S. frugiperda</i> en lotes de la<br>segunda siembra.....  | 20 |
| <b>Tabla 7.</b> Evaluación de nivel de daño (severidad) de <i>S. frugiperda</i> en lotes de la<br>tercera siembra. .... | 21 |
| <b>Tabla 8.</b> Evaluación de tasa de ataque (incidencia) de <i>S. frugiperda</i> . ....                                | 22 |
| <b>Tabla 9.</b> Coeficiente de correlación del lote (1) severidad. ....   | 22 |
| <b>Tabla 10.</b> Coeficiente de correlación del lote (2) severidad. ....  | 23 |
| <b>Tabla 11.</b> Coeficiente de correlación del lote (3) severidad. ....  | 23 |
| <b>Tabla 12.</b> Identificación de especies de biorreguladores en el cantón Rocafuerte                                  | 25 |
| <b>Tabla 13.</b> Identificación de especies de biorreguladores en el cantón Sucre .....                                 | 26 |
| <b>Tabla 14.</b> Rendimiento del cantón Rocafuerte .....  | 27 |
| <b>Tabla 15.</b> Rendimiento del cantón Sucre .....   | 28 |

## RESUMEN

La presente investigación se realizó en la provincia de Manabí en los cantones Rocafuerte y Sucre en el año 2019, consistió en evaluar el comportamiento de *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz y su relación con etapa fenológica y las condiciones ambientales de estos cantones.

Se realizaron 3 lotes con intervalos de 15 días, cada lote conto con tres repeticiones el material utilizado fue el híbrido de maíz H-603. Se evaluaron 50 plantas por repetición dando un total de 150 plantas evaluadas por lote, la toma de datos se realizó semanalmente en la cual se observó la etapa fenológica, severidad y la incidencia. Para comprobar el grado de daño se utilizó la escala Visual de Fernández y Expósito (2000).

En los cantones de Rocafuerte y Sucre el nivel de daño más alto fue de 28,40 % y 27,40% respectivamente en la tercera fecha de siembra se obtuvo 24,13 % y 27,47% en la segunda y tercera fecha de siembra de Sucre. En el rendimiento de los cantones Rocafuerte y Sucre se obtuvo un total de 3972 Kg/Ha y 4942 Kg/Ha mientras que en la segunda fecha de siembra incrementó a 5658 Kg/Ha y 5723 Kg/Ha en la tercera fecha disminuyó a 2817 Kg/Ha y 3604 Kg/Ha respectivamente.

En la evaluación de la entomofauna benéfica del cantón Rocafuerte se identificó la presencia de parasitoides (*Archytas marmoratus*), depredadores (*Araneae*, *Zelus spp.*), entomopatógenos (*M. rileyi*); mientras que en Sucre se encontraron depredadores (*Zelus spp*, *Araneae*, *P. dominula*).

**Palabras claves:** entomofauna, biorreguladores, correlación, fenología.

## SUMMARY

The present investigation was carried out in the province of Manabí in the Rocafuerte and Sucre cantons in the year 2019, it consisted of evaluating the behavior of *Spodoptera frugiperda* in the cultivation of corn and its relationship with the phenological stage and the environmental conditions of these cantons.

Three batches were made with 15-day intervals, each batch had three repetitions. The material used was the H-603 corn hybrid. 50 plants were evaluated per repetition giving a total of 150 plants evaluated per batch, data collection was performed. He specified in which the phenological stage, severity and incidence were found. To assess the degree of damage, the Fernández y Expósito Visual scale (2000) was recorded.

In the cantons of Rocafuerte and Sucre the highest level of damage was 28.40% and 27.40% respectively on the third planting date, 24.13% and 27.47% were obtained on the second and third planting date. From Sucre In the performance of the Rocafuerte and Sucre cantons, a total of 3972 Kg/Ha and 4942 Kg/Ha was obtained while on the second planting date it increased to 5658 Kg/Ha and 5723 Kg/Ha on the third date it decreased to 2817 Kg/Ha and 3604 Kg/Ha respectively.

In the evaluation of the beneficial entomofauna of the Rocafuerte canton, the presence of parasitoids (*Archytas marmoratus*), predators (*Araneae*, *Zelus spp.*), Entomopathogens (*M. rileyi*) was identified; while in Sucre predators were found (*Zelus spp*, *Araneae*, *P. dominula*).

**Keywords:** entomofauna, bioregulators, correlation, phenology.

# I. INTRODUCCION

## 1.1 Taxonomía del maíz

Robles (1965) citado por Chango (2012) mencionan que, de acuerdo a su morfología, disposición de los verticilos florales, sus diferencias estructurales y otras partes de la planta su clasificación taxonómica es:

Reino: **Plantae**

División: **Magnoliophyta**

Clase: **Liliopsida**

Orden: **Poales**

Familia: **Poaceae**

Género: ***Zea***

Especie: ***mays***

Nombre científico: ***Zea mays***

## 1.2 Origen del cultivo

Garduno (2011), hace énfasis que maíz es una palabra de origen caribeño que significa literalmente lo que sustenta la vida y que el maíz como especie tuvo su origen con toda probabilidad en América Central, específicamente en México desde donde se difundió hacia el norte (Canadá) y sur (Argentina ) del continente americano. La evidencia más antigua de la existencia del maíz es de unos 7.000 años de antigüedad y se encontró en el valle de Tehuacán (México) pero es posible que hubiere otros centros secundarios de origen en América.

### **1.3 Producción del cultivo de maíz**

UARNT (2017), menciona que, el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA), reporta que la producción mundial de maíz en los años 2017 y 2018 fue de 1.067,21 y 1.031,86 millones de toneladas, respectivamente; notándose una disminución de 35,35 millones de toneladas o un -3,31% en la producción de maíz alrededor del mundo para el 2018.

ESPAC (2017), manifiesta que la producción de maíz duro en el Ecuador del año 2017 tuvo un desempeño alto y su tasa de crecimiento en superficie fue del 17,23% subiendo a 388,534 ha; calculando que de esta manera aumentó la producción en un 31,62% con 1.436,106 t.

Para Quiroz y Merchán (2016), la distribución geográfica de la producción del maíz duro está dividido de la siguiente manera en la Costa se concentra el 80% de la superficie: Los Ríos 40%, Manabí 18%, Guayas 19% y el 3% entre El Oro y Esmeraldas. En la Sierra, el 17%, ubicadas básicamente en Loja y Bolívar; y en la Amazonia un 3%.

Para Domínguez (1999) un factor importante a tomar en cuenta para tener una alta producción de maíz es incrementar el número de plantas por hectárea. Si la siembra se la realiza a 20cm entre planta y a 80cm entre surcos se tendrá una población con 62.500 plantas/ha, para una población mayor se disminuyen distanciamientos, pudiendo ser de 15cm entre plantas y 90cm entre surcos para obtener un total de 74.000 plantas/ha, lo que se traduce en una mayor producción de grano por unidad de superficie.

## 1.4 Requerimientos nutricionales, clima y suelo del cultivo de maíz

Ortas (2008) indica que las primeras fases en el desarrollo del maíz las extracciones del N, P y K son muy pequeñas acelerándose hasta la formación del tallo. Durante todo el ciclo de desarrollo la absorción del N y P son transferidos directamente al grano, mientras que el K culmina con la aparición de sedas, y es así como los suelos que se cultivan con maíz acaban muy rápido las reservas de N y P, pero no las K.

Según Inzunza *et al.* (2011), la planta de maíz es heliófila, por lo que necesita cultivarse en un área libre de otra vegetación, en un suelo friable donde se puedan ubicar las semillas a la profundidad y en la distribución deseada; considerando el uso del terreno, vegetación existente, textura y estructura del suelo, contenido de materia orgánica y humedad actual.

Valladares (2010) indica, que hay ciertos datos importantes a tomar en cuenta, los que se mencionan a continuación:

**Tabla 1.** Los requerimientos edafoclimáticos en el cultivo de maíz

|               |  |
|---------------|--|
| Luz           | 1.000 – 1.500 horas (en todo el ciclo del cultivo) |
| Ph            | 5,6 – 7,5  |
| Altitud       | 2.200 – 2.800                                      |
| Temperatura   | 10°C – 20°C y máximo 30°C – 32°C                   |
| Precipitación | 600 – 1.200 mm                                     |

Agrocalidad (2014) menciona, que el terreno que se destine para el cultivo de maíz duro debe poseer condiciones aptas para un buen crecimiento y desarrollo total de la planta, para lo cual el tipo de suelo debe tener características como, suelos francos, franco-arcilloso, franco-limoso para un buen crecimiento del sistema radicular de planta y con un pH de aproximadamente de 5,5 a 6,5. También debe presentar suelos con características como un buen drenaje, que sean profundos y que no presenten problemas o riesgos de erosión.

## **1.5 Manejo del cultivo de maíz (Híbrido INIAP H 603)**

INIAP (2016), recomienda la siembra del híbrido INIAP H-603 considerando para la época invernal, las primeras lluvias y para la época seca la disponibilidad de riego o condiciones de humedad remanente en la zona.

Respecto a la siembra de maíz se considera a una distancia de 80 cm y 20 cm entre plantas, colocando una semilla por sitio, con lo cual se establece una población de 62500 plantas por hectárea y se necesita 20 kg de semilla certificada por hectárea, la cual se caracteriza por ser de alta calidad genética, física, fisiológica y fitosanitaria, la misma que debe ser adquirida para cada ciclo de siembra (INIAP 2016).

### **1.5.1 Fertilización**

IPNI (2005), menciona que para obtener un rendimiento de maíz requiere que el suelo contenga un sin número de elementos nutritivos. Por lo cual es necesario realizar un buen programa de fertilización equilibrada. Es decir, se requiere nitrógeno (N) y fósforo (P) además de una abundante cantidad de potasio (K), magnesio (Mg) y azufre (S). Conociendo que las necesidades de las plantas jóvenes son mínimas, la tasa de absorción de nutrientes se eleva rápidamente y llega al máximo poco antes de la floración.

### **1.5.2 Control de plagas**

Yutaka (2007), indica que una de las formas más eficaces y seguras para poder controlar insectos plaga es mediante el control químico, sin embargo un mal manejo puede ocasionar efectos negativos en el cultivo como lo es la intoxicación de las plantas. También se entiende como un control eficaz, fácil y de inmediata eficiencia es el control mecánico el cual consiste en eliminar, enterrar o quemar los insectos y

la parte infestada en un lugar fuera de las parcelas ya sea por trampas, barreras, temperatura y agua.

Además menciona que el control biológico es una de las alternativas más novedosas para poder llevar un cultivo sano, rentable y sobretodo libre de agentes químicos, este se puede realizar por medio de la interacción de insectos benéficos siendo estos predadores, parasitoides y entomopatógenos los cuales se encargaran de controlar las poblaciones de insectos plagas (Yutaka, 2007).

## **1.6 Principales plagas en el cultivo de maíz en Ecuador**

Navarrete (2012), menciona que en el Ecuador se tiene una extensa variedad de insectos plaga que atacan el cultivo de maíz, dentro del orden Lepidoptera tenemos la familia Noctuidae, en esta se encuentra el gusano trozador (*Agrotis ipsilon*), el gusano elotero (*Helicoverpa zea*) y la plaga principal que es el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* Smith). Así mismo se encuentran los trips (*Frankliniella sp.*), pulgón del cogollo (*Rhopalosiphum maidis*), la araña roja (*Tetranychus urticae*), la chicharrita del maíz (*Dalbulus maidis*), la gallina ciega (*Caprimulgus longirostris*).

En el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (2018), indica que en el cultivo de maíz se han observado enfermedades como la curvularia (*Curvularia spp*) que se caracterizan por la presencia de manchas cloróticas muy pronunciadas mientras que la antracnosis (*Colletotrichum graminicola*) se caracteriza por causar pudrición en tallo y tizón en las hojas.

## **1.7 Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*)**

Se considera como una de las plagas más importante que ataca el cultivo de maíz, su distribución es muy amplia y se encuentra presente en todo el continente americano (Vaughan 2005).

En el Ecuador se presentan una serie de insectos plagas que causan daños en el cultivo de maíz; siendo el más agresivo el “gusano cogollero” (*Spodoptera frugiperda*) que por sus típicas características es un defoliador considerando su comportamiento como cortador, trozador y cogollero (Vaughan 2005).

Su clasificación taxonómica es:

- Reino: **Animalia**
- División: **Arthropoda**
- Clase: **Insecta**
- Orden: **Lepidoptera**
- Familia: **Noctuidae**
- Género: ***Spodoptera***
- Especie: ***frugiperda***
- Nombre Científico: ***Spodoptera frugiperda***

## 1.8 Características y ciclo biológico de *Spodoptera frugiperda*

Esta plaga pasa por diferentes estadios, siendo el estado larvario el causante de considerables pérdidas productivas en grandes extensiones de cultivo (Bayer 2005).

Huevo: Son de forma globosa, con estrías radiales, de color rosa pálido que se tornan de gris a medida que se aproxima la eclosión. Las hembras depositan los huevos continuamente durante las primeras horas de la noche, tanto en el haz como en el envés de las hojas (López 2008).

Larva: Las larvas de *S. frugiperda* al nacer estas se alimentan del coreon, que es la cubierta protectora del huevecillo, luego se trasladan a diferentes partes de la planta, aunque en su mayoría se trasladan en plantas vecinas, evitando así la competencia por el alimento y el canibalismo, su color varía según el alimento, pero en general son oscuras con tres rayas pálidas estrechas y longitudinales. (López 2008; Angulo 2000).

Vaughan (2005), argumenta que las larvas pequeñas destruyen la epidermis de las hojas al alimentarse de su superficie, dejando "raspaduras", también cortan las plántulas de maíz a nivel del suelo y que las larvas grandes devoran el follaje y penetran al cogollo, donde hacen hueco y desgarran los tejidos jóvenes del maíz, y son capaces de dañar las inflorescencias.

Pupa: Pérez (2000), destaca que las pupas son de color caoba y miden 14 a 17 milímetros de longitud, con su extremo abdominal terminando en 2 espinas o ganchos en forma de "U" invertida. Esta fase se desarrolla en el suelo y el insecto está en reposo hasta los 8 a 10 días en que emerge el adulto o mariposa.

Adulto: El mismo autor considera que el estadio adulto, vuelan con facilidad durante la noche, siendo atraídas por la luz; son de coloración gris oscura, las hembras tienen a las traseras de color blancuzco, mientras que los machos tienen arabescos o figuras irregulares llamativas en las alas delanteras, y en las traseras son blancas (Pérez 2000).

## **1.9 Daño de *Spodoptera frugiperda* a la planta de maíz**

Según Moreno (2011) indica que estudios cuantitativos han demostrado sobre la selectividad de la plaga contra la planta de maíz, que cuando el ataque se produce en etapas más tempranas el daño puede ser mayor, ya que las plantas no pueden recuperarse, pero si el daño se ha detectado en la etapa de crecimiento entre 5, 8 y 13 hojas las pérdidas son del 26 y 20% respectivamente.

Destacando que el cogollero hace raspaduras sobre las partes tiernas de las hojas, que posteriormente aparecen como pequeñas áreas translúcidas; una vez que la larva alcanza cierto desarrollo, empieza a comer follaje preferentemente en el cogollo que al desplegarse, las hojas muestran una hilera regular de perforaciones a través de la lámina o bien áreas alargadas (Moreno 2011).

## 1.10 Enemigos naturales de *Spodoptera frugiperda*

El interés por el control biológico natural y el conocimiento de la dinámica de población de las plagas y de sus enemigos naturales han generado múltiples investigaciones en los últimos años. Muchas de estas investigaciones han identificado la importancia de la vegetación adyacente a cultivos en el control natural de plagas. Por esto, los márgenes de los campos han tomado un papel muy importante en muchos paisajes agrícolas al ser hábitats potenciales de insectos benéficos (Marshall y Moonen 2002).

García *et al.* (1999) mencionan algunas especies de agentes benéficos, entre los que tenemos:

**Parasitoides:** Para el control de *S. frugiperda* existen insectos como:

Braconidae: *Chelonus insularis*, *Chelonus sonorensis*

Tachinidae: *Archytas marmoratus*

### **Entomófagos**

Araneae: *Thomisidae*, *Salticidae*, *Lycosidae*

Dermaptera: *Forticulidae*, *Labiduridae*

Hemiptera: *Pentatomidae*, *Nabidae*, *Anthocoridae*, *Coreidae*

Neuroptera: *Chrysopidae*, *Hemerobiidae*

Coleoptera: *Carabidae*, *Cleridae*, *Coccinellidae*

### **Fitófagos**

Miriapoda: *Diplopoda*

Orthoptera: *Acrididae*, *Gryllidae*, *Tettigonidae*

Homoptera: *Cercopidae*, *Aphididae*, *Cicadillidae*

### **1.11 Muestreo y monitoreo de las plagas**

Bahena (2011) menciona que el monitoreo de las plagas permite conocer la fluctuación de sus poblaciones con respecto al tiempo. Este conocimiento es básico y de aplicación inmediata para la toma de decisiones en el manejo de la plaga ya que conociendo los momentos en que las poblaciones alcanzan los umbrales económicos preestablecidos es posible hacer una mejor planeación de una eventual aplicación de un tratamiento de control.

Además, el autor anterior recomienda que el procedimiento para el muestreo deba ser mediante la observación directa en 100 plantas seleccionadas completamente al azar en 5 o 10 sitios distribuidos, cuando ya se tenga los sitios marcados se observarán grupos de 10 o 20 plantas en cada uno de ellos (Bahena 2011).

### **1.12 Planteamiento del problema**

Considerando que en algunos países el cultivo de maíz es la principal fuente de alimento y por ende es caracterizado de mayor importancia; así que en la mayoría de los países del mundo, el maíz es utilizado en la alimentación animal y humana como uno de los cereales de mayor importancia por su uso y volumen de siembra. No obstante, su producción está afectada por la imposibilidad de controlar de manera efectiva los factores bióticos y abióticos como son las arvenses, enfermedades, insectos-plaga y como enemigo principal el *Spodoptera frugiperda* (Morejón Pereda *et al.* 2017).

Morejón Pereda *et al.* (2017) Señala que otra problemática que existe en el cultivo de maíz es el control de estas afectaciones que baja la producción y produce daños sobre el medio ambiente en su relación al uso de productos agroquímicos; manifestando que una solución que puede obtener mejores resultados es la

transformación genética de los cultivos, con la introducción de genes que transfieran a la especie modificada las características del control a estos insectos plagas, entre otros factores adversos.

En el Ecuador *S. frugiperda* es una de las principales plagas del maíz en donde el área sembrada durante el año 2009, sobrepasó las 300.000 ha, siendo las zonas con mayor superficie sembrada las provincias de Los Ríos y Manabí. Los problemas de cogollero se presentan cada vez con mayor intensidad y sobre todo en estas zonas, se han presentado casos de fuertes niveles de daño, en muchos casos con ataques muy severos (Troya 2011).

La problemática de este proyecto se determina con la siguiente pregunta: ¿Qué relación existe entre la incidencia de *S. frugiperda* en el cultivo de maíz, sus enemigos naturales y las condiciones climáticas en los cantones Rocafuerte y Sucre?

### **1.13 Justificación**

De acuerdo al Censo Nacional Agropecuario SICA (2002), se calcula que en el Ecuador se cultivan anualmente alrededor de 187.521ha de maíz; considerando que los rendimientos promedios de maíz obtenidos en estas zonas son de 2,6 TM/ha, obteniendo como resultando los más bajos de América Latina. Manifestando que 43.324 unidades de producción de maíz tienen menos de 20 ha; pese a lo dicho, se considera que este cultivo es muy importante siendo fuente de trabajo para miles de ecuatorianos y es producido en su mayoría por pequeños productores.

En cambio Yáñez (2007), destaca que en el país se han registrado pérdidas ocasionadas por gusano cogollero que van desde un 13 hasta 60%, causando los daños más severos en las zonas maiceras; siendo una de las plagas que más ataca el cultivo de maíz en las regiones tropicales subtropicales de América.

Sin embargo en el estudio realizado se debe tener en cuenta la relación que existe entre la incidencia del *S. frugiperda* con los factores ambientales, considerando la humedad relativa y temperatura que existe en la zona de Manabí. Una vez obtenida la información del presente trabajo, se contribuirá a la actualización de la misma, que permita generar nuevas alternativas de control y así disminuir la incidencia del gusano cogollero en el maíz, lo cual va a beneficiar al pequeño agricultor de nuestra provincia y a nivel nacional.

## **1.14 Hipótesis**

### **1.14.1 Hipótesis Nula**

No hay relación entre la incidencia de *Spodoptera frugiperda* y las condiciones climáticas de la zona productora de Rocafuerte- Sucre.

No se identifica enemigos naturales del *Spodoptera frugiperda* en la zona productora de Rocafuerte-Sucre.

### **1.14.2 Hipótesis Alternativa**

Existe variaciones y relación de la influencia de *Spodoptera frugiperda* con condiciones climáticas de la zona productora de Rocafuerte-Sucre.

Se identifica varios enemigos naturales del *Spodoptera frugiperda* en la zona productora de Rocafuerte-Sucre.

## **1.15 Objetivos**

### **1.15.1 Objetivo general**

Evaluar el comportamiento del gusano cogollero (*S. frugiperda*) y sus enemigos naturales en las diferentes etapas fenológicas del cultivo de maíz (*Z. mays* L.) bajo las condiciones climáticas de Rocafuerte y Sucre.

### **1.15.2 Objetivos específicos**

- Establecer la incidencia y severidad de *S. frugiperda* en relación a las etapas fenológicas del maíz.
- Relacionar la incidencia y severidad de *S. frugiperda* frente a las condiciones climáticas de las áreas productoras de Rocafuerte y Sucre.
- Determinar el índice de biorreguladores de *S. frugiperda* en maíz las áreas productoras de Rocafuerte y Sucre.

## **II METODOLOGIA**

### **2.1 Ubicación geográfica del estudio**

El presente trabajo de investigación se realizó en época de invierno del 2019 en el cantón Rocafuerte ubicada en las coordenadas 0° 92' 36" S, 80° 44' 95" W, y en el cantón Sucre ubicada en las coordenadas geográficas 0° 36' 00" S, 80° 25' 00" W, de la provincia de Manabí.

### **2.2 Datos climáticos**

El cantón Rocafuerte tiene una temperatura anual de 28 ° c, humedad de 83% y una precipitación 762 mm (GAD Rocafuerte 2019).

El cantón Sucre tiene una temperatura anual de 24.7°C, humedad de 71% y una precipitación 466 mm (GAD Sucre 2019).

### **2.3 Características de las unidades experimentales**

- Fecha de siembra: 3
- Repeticiones: 3
- Tamaño de parcela: 7 x 7m
- Área de parcela: 49 m<sup>2</sup>
- Distanciamiento entre plantas: 0,25 cm
- Distanciamiento entre hileras: 0,90 cm
- Número de hileras /parcela: 8
- Número de plantas /hilera: 28
- Número de plantas/ parcela: 218
- Área de repeticiones: 147 m<sup>2</sup>
- Área total de las repeticiones: 441 m<sup>2</sup>
- Distancia entre repeticiones: 25 m

- Distancia entre parcelas: 2m
- Área de borde: 100 m<sup>2</sup>
- Área total del ensayo: 625 m<sup>2</sup>
- Material experimental a utilizarse: híbrido de maíz INIAP H 603

## **2.4 Variables evaluadas y métodos de evaluación**

Se realizaron muestreos semanales a partir de los 7 días de la germinación; para lo cual se establecieron 5 puntos fijos de muestreo y en cada uno se evaluaron 10 plantas, para un total de 50 plantas/parcela. En cada fecha de evaluación se tomaron datos de las tres repeticiones para un total de 150 plantas evaluadas.

## **2.5 Variables evaluadas y métodos de medición *S. frugiperda***

Las evaluaciones en campo se realizaron cada semana e iniciaron a partir de los siete días después de la germinación del maíz. Se determinó la incidencia y severidad de *S. frugiperda*, las etapas fenológicas del cultivo y las variables climáticas, (temperatura y precipitaciones). Asimismo se evaluaron los enemigos naturales de *S. frugiperda*.

### **2.5.1 Etapa fenológica**

Se contaron el número de hojas totalmente expandidas en los puntos de muestreos establecidos en cada parcela.

### **2.5.2 Nivel de daño (Severidad)**

Se estableció 5 puntos fijos de muestreo y en cada uno se evaluó 10 plantas, para un total de 50 plantas/parcela.

Para este último indicador se observaron al azar 150 plantas en cada parcela, con un registro del total de plantas afectadas.

La severidad del cogollero se determinó mediante el uso de la Escala visual de Fernández y Expósito (2000) para evaluar el daño ocasionado por dicha plaga (DFP) (Ver tabla 2)

$$DFP = \left[ \sum (f_i \times x_i) \right] \times N$$

Xi: Valor de las observaciones (entre 1 y 5, de acuerdo a la escala de daños)

Fi: Frecuencia (número de observaciones) de cada valor.

N: Número total de observaciones realizadas.

**Tabla 2.** Escala Arbitraria para la severidad de *S. frugiperda*

| Grado | Características del daño   |
|-------|--|
| 1     | Ningún daño visible, o solamente de 1-3 daños en forma de ventana.   |
| 2     | Más de 3 daños en forma de ventana, y/o 1-3 daños menores de 10 mm.  |
| 3     | Más de 3 daños menores de 10 mm, y/o 1-3 daños mayores de 10 mm.     |
| 4     | De 3-6 daños mayores de 10 mm, y/o verticilo destruido más del 50 %. |
| 5     | Más de 6 daños mayores de 10 mm, y/o verticilo totalmente destruido. |

### 2.5.3 Tasa de ataque (incidencia) de *S. frugiperda*

Se seleccionaron 150 plantas al azar, para determinar el porcentaje de la incidencia del gusano cogollero y se valoró el número de plantas afectadas.

$$Inc = \frac{n \text{ afectadas}}{n \text{ evaluadas}} \times 100$$

#### 2.5.4 Rendimiento

Se cosecharon las dos hileras centrales, y se procedió a pesarlas sin el recubrimiento, después se seleccionaron 10 mazorcas al azar, las que después se pesaron y por último se tomaron 2 libras las cuales se usaron para medir la humedad del maíz.

#### 2.5.5 Método de evaluación de la entomofauna benéfica

Para la evaluación de la entomofauna benéfica, se utilizaron los puntos fijos en los que se evaluó el *S. frugiperda*; se realizó observaciones semanales y se registró lo observado y así se determinó la presencia de enemigos naturales que actúan sobre la plaga en condiciones de campo.

En cada punto se realizó observaciones con el objetivo de conocer y anotar el grado de diversidad y de población relativa de los grupos de biorreguladores presentes en las parcelas.

Una vez que se conoció los grupos de biorreguladores, se contabilizó en cada punto el número de individuos por m<sup>2</sup> y se seleccionó el índice correspondiente según lo planteado en la escala de Yaril Matienzo y Luis. L Vázquez (Tabla 3).

**Tabla 3.** Escala para determinar el índice de biorreguladores en los puntos seleccionados en las parcelas.

| <b>Índice de biorreguladores</b> | <b>Diversidad de grupos de biorreguladores</b> | <b>Población relativa/m<sup>2</sup></b>                           |
|----------------------------------|--|---|
| 0                                | No se observa ningún grupo                     | No se observa ningún individuo                                    |
| <b>1 (bajo)</b>                  | Se observa uno o dos grupos                    | Se observa de 1-5 individuos                                      |
| <b>2 (medio)</b>                 | Se observa de uno a tres grupos                | Más de 5 individuos   |
| <b>3 (alto)</b>                  | Se observa uno o más grupos                    | Inmediatamente se observan altas poblaciones de al menos un grupo |

## **2.6 Manejo del experimento**

### **2.6.1 Siembra**

Esta actividad se lo realizó de manera manual, utilizando un espeque, se colocó una semillas por sitio a una distancia de 0,90 cm entre hilera por 0.25 cm entre plantas, con un intervalo de 15 días para sembrar el segundo bloque.

### **2.6.2 Fertilización**

De acuerdo con las recomendaciones para el híbrido INIAP 603, se aplicó 133,33 kg/ha de urea a los 20 y 35 días después de la siembra.

### **2.6.3 Control fitosanitario**

No se realizó ninguna aplicación de insecticidas para evitar su posible incidencia sobre las variables analizadas.

### **2.6.4 Riego**

El ensayo se lo realizó en épocas lluviosas, por lo que no fue necesario la aplicación de riegos adicionales.

### **2.6.5 Cosecha**

Al cumplir los 120 días después de la siembra, se procedió a cosechar en forma manual las hileras centrales de cada parcela.

### III. RESULTADOS

#### 3.1. Número de hojas totalmente desplegadas (etapa fenológica)

En Rocafuerte se obtuvo un promedio de 14,71 hojas totalmente desplegadas en la segunda fecha de siembra, es decir la mayoría de las plantas lograron llegar hasta 15 hojas por planta; mientras que en Sucre se obtuvo un 15,75 de hojas desplegadas en la segunda siembra, es decir la mayoría de plantas lograron llegar de 15 a 16 hojas por plantas.

**Tabla 4.** Número de hojas totalmente desplegadas.

| Número de evaluación | Número de hojas totalmente desplegadas |              |               |               |              |               |
|----------------------|--|--------------|---------------|---------------|--------------|---------------|
|                      | Rocafuerte                             |              |               | Sucre         |              |               |
|                      | 1era. Siembra                          | 2da. Siembra | 3era. Siembra | 1era. Siembra | 2da. Siembra | 3era. Siembra |
| 1                    | 1,89                                   | 2,49         | 1,73          | 1,02          | 1,06         | 1,03          |
| 2                    | 4,14                                   | 4,51         | 3,87          | 3,31          | 3,11         | 3,14          |
| 3                    | 6,31                                   | 6,52         | 6,01          | 6,16          | 5,74         | 5,96          |
| 4                    | 8,32                                   | 8,64         | 8,02          | 9,25          | 8,08         | 8,26          |
| 5                    | 10,32                                  | 10,65        | 10,03         | 11,42         | 10,94        | 11,13         |
| 6                    | 12,40                                  | 12,69        | 11,85         | 12,69         | 11,59        | 11,43         |
| 7                    | 14,45                                  | <b>14,71</b> | 13,55         | 14,68         | <b>15,75</b> | 13,26         |

### 3.2. Nivel de daño (severidad) de *S. frugiperda*.

En el cantón Rocafuerte se observó que desde la primera semana las plantas se encontraban con grado 1 y 2 en la escala de Fernández y Expósito (2000), es decir, que se veían más de 3 daños en forma de ventana, lo que representaba el 21,47% de daño; en la segunda evaluación los valores incrementaron al 23,33% de daño; en la tercera evaluación hubieron afectaciones más de 3 daños menores de 10mm representando el 26,40% de daño; en la cuarta , quinta y sexta incremento el nivel de daño alcanzando un 28,40%; en el séptimo descendió hasta el 27,87% de daños.

En el cantón Sucre, se observó desde la primera evaluación que las plantas no mostraban ningún daño visible representando el 20% de daño; en la segunda evaluación los valores se incrementaron al 21,2% de daño; en la tercera evaluación alcanzo un incremento de 22,4% de daño; desde la cuarta hasta la sexta semana se elevó el porcentaje hasta llegar a 27,4% de daño hasta en la séptima evaluación que descendió a 25,2% de daño.

**Tabla 5.** Evaluación de nivel de daño (severidad) de *S. frugiperda* en lotes de la primera siembra.

| Número de evaluación | ROCAFUERTE                           |               |    |    |   | SUCRE |                                      |               |    |    |   |   |
|----------------------|--------------------------------------|---------------|----|----|---|-------|--------------------------------------|---------------|----|----|---|---|
|                      | Daño ocasionado por la plaga (DFP) % | Nivel de daño |    |    |   |       | Daño ocasionado por la plaga (DFP) % | Nivel de daño |    |    |   |   |
|                      |                                      | 1             | 2  | 3  | 4 | 5     |                                      | 1             | 2  | 3  | 4 | 5 |
| 1                    | 21,47                                | 139           | 11 | 0  | 0 | 0     | 20,00                                | 150           | 0  | 0  | 0 | 0 |
| 2                    | 23,33                                | 125           | 25 | 0  | 0 | 0     | 21,20                                | 143           | 6  | 0  | 0 | 0 |
| 3                    | 26,40                                | 120           | 12 | 18 | 0 | 0     | 22,40                                | 133           | 16 | 1  | 0 | 0 |
| 4                    | 27,33                                | 119           | 7  | 24 | 0 | 0     | 24,40                                | 118           | 31 | 1  | 0 | 0 |
| 5                    | 28,13                                | 118           | 3  | 29 | 0 | 0     | 27,00                                | 111           | 25 | 14 | 0 | 0 |
| 6                    | <b>28,40</b>                         | 118           | 1  | 31 | 0 | 0     | <b>27,40</b>                         | 113           | 19 | 17 | 1 | 0 |
| 7                    | 27,87                                | 118           | 5  | 27 | 0 | 0     | 25,20                                | 129           | 8  | 9  | 3 | 1 |

En la segunda siembra del cantón Rocafuerte, inicialmente se observó que las plantas no mostraban ningún daño visible, o solamente de 1 a 2 daños en forma de ventana, en la segunda semana incrementó el nivel de daño a un 22,40% en donde se encontraron 18 plantas con afectaciones en forma de ventana; en la tercera, cuarta y quinta semana ascendió el nivel de daño hasta llegar el 28,40% teniendo afectaciones de tercer grado; en la sexta y séptima semana descendió el nivel de daño hasta llegar a un 26,93%.

Mientras que en Sucre, las dos primeras evaluaciones mostraron un 20% de daño en forma de ventana. Siendo así en la tercera evaluación donde comenzó a incrementar el porcentaje de daño subiendo a 20.27%, para luego subir en la cuarta evaluación a 24.80% y manteniéndose en 24.93%, en la quinta y próximo en la sexta semana en donde se registró el índice de daño más alto del lote llegando a 27.47% donde ya se podía observar orificios en las hojas. Para luego en la séptima semana disminuir a 20.67 de daño en la planta.

**Tabla 6.** Evaluación de nivel de daño (severidad) de *S. frugiperda* en lotes de la segunda siembra.

| Número de evaluación | ROCAFUERTE                           |               |    |    |   | SUCRE |                                      |               |    |    |   |   |
|----------------------|--------------------------------------|---------------|----|----|---|-------|--------------------------------------|---------------|----|----|---|---|
|                      | Daño ocasionado por la plaga (DFP) % | Nivel de daño |    |    |   |       | Daño ocasionado por la plaga (DFP) % | Nivel de daño |    |    |   |   |
|                      |                                      | 1             | 2  | 3  | 4 | 5     |                                      | 1             | 2  | 3  | 4 | 5 |
| 1                    | 20,00                                | 150           | 0  | 0  | 0 | 0     | 20,00                                | 150           | 0  | 0  | 0 | 0 |
| 2                    | 22,40                                | 132           | 18 | 0  | 0 | 0     | 20,00                                | 150           | 0  | 0  | 0 | 0 |
| 3                    | 26,00                                | 122           | 11 | 17 | 0 | 0     | 22,27                                | 148           | 2  | 0  | 0 | 0 |
| 4                    | 28,27                                | 116           | 6  | 28 | 0 | 0     | 24,80                                | 129           | 10 | 7  | 4 | 0 |
| 5                    | <b>28,40</b>                         | 116           | 5  | 29 | 0 | 0     | 24,93                                | 131           | 3  | 14 | 2 | 0 |
| 6                    | 27,87                                | 117           | 7  | 26 | 0 | 0     | <b>27,47</b>                         | 113           | 19 | 17 | 1 | 0 |
| 7                    | 26,93                                | 118           | 12 | 20 | 0 | 0     | 20,67                                | 146           | 3  | 1  | 0 | 0 |

Para la tercera siembra del cantón Rocafuerte se observó que las plantas en la primera semana no obtuvieron mayor problema, teniendo un 20% de daño; en la segunda semana aumentó el nivel de daño a un 22%; en la tercera y cuarta semana hubieron afectaciones de tercer grado, teniendo un nivel de daño de 24,13%; en la quinta, sexta y séptima semana descendió el nivel de daño a un 23,60%.

En la tercera fecha de siembra del cantón Sucre se pudo identificar que en la primera y segunda semana el nivel de daño en el cultivo fue de 20.00% para después en la tercera semana subir a 20.27% de daño, lo cual continuo incrementado en la cuarta semana con un 24.50% de daño, para luego comenzar a bajar desde la quinta semana donde el daño ocasionado al cultivo fue de 22.40% y seguidamente continuar bajando a 20.93% en la sexta semana y 20.13% en la séptima semana.

**Tabla 7.** Evaluación de nivel de daño (severidad) de *S. frugiperda* en lotes de la tercera siembra.

| Número de evaluación | ROCAFUERTE                           |               |    |    |   | SUCRE |                                      |               |    |   |   |   |
|----------------------|--------------------------------------|---------------|----|----|---|-------|--------------------------------------|---------------|----|---|---|---|
|                      | Daño ocasionado por la plaga (DFP) % | Nivel de daño |    |    |   |       | Daño ocasionado por la plaga (DFP) % | Nivel de daño |    |   |   |   |
|                      |                                      | 1             | 2  | 3  | 4 | 5     |                                      | 1             | 2  | 3 | 4 | 5 |
| 1                    | 20,00                                | 150           | 0  | 0  | 0 | 0     | 20,00                                | 150           | 0  | 0 | 0 | 0 |
| 2                    | 22,00                                | 135           | 15 | 0  | 0 | 0     | 20,00                                | 150           | 0  | 0 | 0 | 0 |
| 3                    | 24,00                                | 130           | 10 | 10 | 0 | 0     | 22,27                                | 148           | 2  | 0 | 0 | 0 |
| 4                    | <b>24,13</b>                         | 132           | 5  | 13 | 0 | 0     | 24,80                                | 120           | 10 | 7 | 3 | 0 |
| 5                    | 23,87                                | 133           | 5  | 12 | 0 | 0     | 24,93                                | 136           | 11 | 2 | 1 | 0 |
| 6                    | 23,73                                | 133           | 6  | 11 | 0 | 0     | <b>27,47</b>                         | 143           | 7  | 0 | 0 | 0 |
| 7                    | 23,60                                | 132           | 9  | 9  | 0 | 0     | 20,67                                | 149           | 1  | 0 | 0 | 0 |

### 3.3 Tasa de ataque (incidencia) de *S. frugiperda*

En el cantón Rocafuerte se observaron valores de incidencia de 6%, en la primera fecha de siembra llegando hasta el 12,7% en la última fecha de siembra. En Sucre la incidencia más alta presentada ocurrió en la tercera siembra con el 4,9% (Tabla 8).

**Tabla 8.** Evaluación de tasa de ataque (incidencia) de *S. frugiperda*

| Tasa de ataque % (Incidencia) |            |       |
|-------------------------------|------------|-------|
| Fecha de siembra              | Rocafuerte | Sucre |
| 1                             | 6          | 0,7   |
| 2                             | 8          | 3,6   |
| 3                             | 12,7       | 4,9   |

### 3.4. Correlaciones de lotes de las tres fechas

En Rocafuerte y en Sucre se observa que no existe correlación entre las variables: severidad por temperatura y por precipitación, ya que los p-valores en ambos cantones son mayores al 0,05 (valor de significación). En cuanto a la relación entre las variables severidad y etapa fenológica del cantón Rocafuerte se observa que el p-valor 0,002 es inferior al 0,05, por lo tanto si existe correlación entre las variables, siendo el coeficiente de Pearson de 0,96 lo que indica una correlación positiva muy fuerte. En el cantón Sucre se observa que el p-valor 0,002 es menor al 0,05, por lo cual el dato confirma que si existe correlación muy fuerte entre las variables.

**Tabla 9.** Coeficiente de correlación del lote (1) severidad

| Correlación de Pearson |                  |             |               |             |               |
|------------------------|------------------|-------------|---------------|-------------|---------------|
| Variable (1)           | Variable (2)     | Rocafuerte  |               | Sucre       |               |
|                        |                  | Pearson     | P-valor       | Pearson     | P-valor       |
| Severidad              | Temperatura      | -0,41       | 0,4231        | 0,07        | 0,8900        |
|                        | Precipitación    | 0,10        | 0,8563        | 0,31        | 0,5497        |
|                        | Etapa Fenológica | <b>0,96</b> | <b>0,0025</b> | <b>0,99</b> | <b>0,0002</b> |

En Rocafuerte y en Sucre se observa que no existe correlación entre las variables: severidad por temperatura y por precipitación, ya que los p-valores en ambos cantones son mayores al 0,05 (valor de significación). En las variables severidad de *S. frugiperda* y etapa fenológica del cantón Rocafuerte se observa que el p-valor 0,012 es menor al 0,05, siendo el coeficiente de Pearson de 0,96 por lo tanto si existe correlación muy fuerte entre las variables. En el cantón Sucre, las variables de severidad y etapa fenológica se observa que el p-valor 0,01 es menor al 0,05, por lo cual este dato confirma que si existe correlación muy fuerte entre las variables.

**Tabla 10.** Coeficiente de correlación del lote (2) severidad

| Correlación de Pearson |                  |             |               |             |               |
|------------------------|------------------|-------------|---------------|-------------|---------------|
| Variable (1)           | Variable (2)     | Rocafuerte  |               | Sucre       |               |
|                        |                  | Pearson     | P-valor       | Pearson     | P-valor       |
| Severidad              | Temperatura      | 0,05        | 0,9237        | 0,75        | 0,0850        |
|                        | Precipitación    | -0,62       | 0,1895        | -0,06       | 0,9072        |
|                        | Etapa Fenológica | <b>0,91</b> | <b>0,0127</b> | <b>0,91</b> | <b>0,0128</b> |

En la tabla 11, se observa que no existe correlación entre las variables: severidad por temperatura, por precipitación y por etapa fenológica de ambos cantones, ya que los p-valores son mayores al 0,05 (valor de significación).

**Tabla 11.** Coeficiente de correlación del lote (3) severidad

| Correlación de Pearson |                  |            |         |         |         |
|------------------------|------------------|------------|---------|---------|---------|
| Variable (1)           | Variable (2)     | Rocafuerte |         | Sucre   |         |
|                        |                  | Pearson    | P-valor | Pearson | P-valor |
| Severidad              | Temperatura      | 0,62       | 0,1897  | 0,65    | 0,1652  |
|                        | Precipitación    | 0,36       | 0,4843  | -0,29   | 0,5752  |
|                        | Etapa Fenológica | 0,79       | 0,0605  | 0,70    | 0,1193  |

### **3.5. Evaluación de la Entomofauna benéfica**

En el cantón Rocafuerte y Sucre se identificó la presencia de biorreguladores naturales tales como: parasitoides, depredadores y entomopatógenos, Lo cual permitió contabilizar en cada punto fijo el número de individuos por m<sup>2</sup> dentro de las parcelas, teniendo en cuenta los valores obtenidos en los diferentes órdenes de diversidad según se plantea en la escala de Yaril Matienzo y Luis. L Vázquez (tabla 3) las cuales indican los Índices Alto, medio, y bajo, dentro del rango determinado.

#### **3.5.1 Biorreguladores encontrados**

##### **1) Parasitoides**

En el cantón Rocafuerte se identificó dos a tres tipos de mosca perteneciente a la familia *Tachinidae* en escala de índice BAJO.

##### **2) Depredadores**

En Rocafuerte se identificaron dos tipos de depredadores, perteneciente a las familias *Reduviidae* y *Salticidae* con escala de índice MEDIO, mientras que en el cantón Sucre se encontró tres depredadores pertenecientes a las familias *Thomisidae*, *Polistes* y *Reduviidae* en escala de índice ALTO.

##### **3) Entomopatógenos**

En el cantón Rocafuerte se observó 3 insectos afectados por la presencia del hongo *Nomuraea rileyii* en escala BAJA.

**Tabla 12.** Identificación de especies de biorreguladores en el cantón Rocafuerte

| <b>Rocafuerte</b>      |  |   |   |  |                                  |
|------------------------|--|---|---|--|----------------------------------|
| <b>Biorreguladores</b> | <b>Nombre Común:</b><br>Chinche Asesina.<br><b>Orden:</b><br>Hemíptera<br><b>Familia:</b><br>Reduviidae<br><b>Género:</b> Zelus<br><b>Especie:</b> <i>spp.</i> | <b>Nombre Común:</b> Mosca<br><b>Orden:</b> Díptera<br><b>Familia:</b> Tachinidae<br><b>Género:</b> <i>Archytas.</i><br><b>Especie:</b> <i>marmoratus</i> | <b>Nombre Común:</b> Nomuraea rileyi<br><b>Orden:</b> Hypocreales<br><b>Familia:</b> Clavicipitaceae<br><b>Género:</b> <i>Metarhizium</i><br><b>Especie:</b> <i>M. rileyi</i> | <b>Nombre Común:</b> Araña<br><b>Orden:</b> Arácnida<br><b>Familia:</b> Salticidae<br><b>Género:</b> Araneae<br><b>Especie:</b> <i>spp</i> | <b>Índice de biorreguladores</b> |
| <b>PARASITOIDES</b>    |  | X   |   |  | BAJO                             |
| <b>DEPREDADORES</b>    | X  |   |   | X  | MEDIO                            |
| <b>ENTOMOPATÓGENOS</b> |  |   | X   |  | BAJO                             |

**Tabla 13.** Identificación de especies de biorreguladores en el cantón Sucre

| <b>SUCRE</b>           |   |  |   |                                  |
|------------------------|---|--|---|----------------------------------|
| <b>Biorreguladores</b> | <b>Nombre Común:</b><br>Chinche Asesina.<br><b>Orden:</b> Hemiptera<br><b>Familia:</b><br>Reduviidae<br><b>Género:</b> Zelus<br><b>Especie:</b> <i>spp.</i> | <b>Nombre Común:</b><br>Araña verde.<br><b>Orden</b> Arácnese<br><b>Familia:</b><br>Thomsidae<br><b>Género:</b><br><i>Misumenops</i><br><b>Especie:</b> <i>spp</i> | <b>Nombre Común:</b><br>Avispa<br><b>Orden:</b> Himenópteros<br><b>Familia:</b> Polistes<br><b>Género:</b> <i>Polistes</i><br><i>dominula</i><br><b>Especie:</b> <i>spp</i> | <b>Índice de biorreguladores</b> |
| <b>DEPREDADORES</b>    | X   | X  | X   | ALTO                             |

### 3.6. Rendimiento grano seco del maíz

#### 3.6.1. Cantón Rocafuerte

En la tabla 14 se observa que el rendimiento promedio en las tres fechas de siembra fueron de 1,54 kg; 1,98 kg; 1,18 kg; mientras que el rendimiento en kg/ha fue de 3972 kg/ha, 5658 kg/ha, 2817 Kg/ha, considerando la segunda fecha de siembra como el mejor rendimiento.

**Tabla 14.** Rendimiento del cantón Rocafuerte

| Fecha de siembra | Rendimiento de granos secos en 10 mazorcas por lote (kg) |      |      | Rendimiento promedio por fecha de siembra (kg) | Rendimiento (Kg/Ha) | Precipitación (mm) | Incidencia de S. frugiperda (%) |
|------------------|--|------|------|--|---------------------|--------------------|---------------------------------|
|                  | 1  | 2    | 3    |  |                     |                    |                                 |
| 19/ 01/ 2019     | 1,72   | 1,77 | 1,13 | 1,54   | 3972                | 480,33             | 6                               |
| 02/ 02/ 2019     | 2,22   | 1,88 | 1,85 | 1,98   | <b>5658</b>         | 539,33             | 8                               |
| 16/ 02/ 2019     | 1,27   | 1,09 | 1,18 | 1,18   | 2817                | 412,5              | 12,7                            |

#### 3.4.2. Cantón Sucre

En la tabla 15 se observa que el rendimiento promedio en las tres fechas de siembra fueron de 2.02 kg, 2.06 kg, 1.43 kg, mientras que el rendimiento en kg/ha fue de 4942 kg/ha, 5723 kg/ha, 3604 Kg/ha, considerando la segunda fecha de siembra como el mejor rendimiento.

**Tabla 15.** Rendimiento del cantón Sucre

| Fecha de siembra | Rendimiento de granos secos en 10 mazorcas por lote (kg) |      |      | Rendimiento por fecha de siembra (kg) | Rendimiento (Kg/Ha) | Precipitación (mm) | Incidencia de S. <i>frugiperda</i> (%) |
|------------------|--|------|------|---------------------------------------|---------------------|--------------------|--|
|                  | 1  | 2    | 3    |                                       |                     |                    |  |
| 19/01/2019       | 2  | 2,04 | 2,04 | 2,02                                  | 4942                | 541,92             | 0,7                                    |
| 02/02/2019       | 1,81   | 1,86 | 2,5  | 2,06                                  | <b>5723</b>         | 731,85             | 3,6                                    |
| 16/02/2019       | 1,36   | 1,13 | 1,81 | 1,43                                  | 3604                | 487,45             | 4,9                                    |

## IV DISCUSIÓN

Al evaluar el porcentaje de nivel de daño foliar se observó que para la primera fecha de siembra los valores promedios de severidad fueron de 28,40% en Rocafuerte y 27,47% en el cantón Sucre, lo que concuerda con Reyes (2018), quien menciona en su estudio sobre severidad de *S. frugiperda* en Portoviejo, los valores en este indicador llegaron máximo a 25,22%.

En el cantón Rocafuerte se obtuvo una mayor incidencia en la tercera fecha de siembra con un 12,7%, lo que concuerda con Reyes (2018), quien obtuvo los valores máximos de incidencia (27,3%) en la siembra tardía, mientras que en Sucre se observó un 0,7% de incidencia en la primera fecha de siembra.

En ambos cantones se observó que el mayor rendimiento se dio en la segunda fecha de siembra, Rocafuerte con 5658 kg/Ha y Sucre con 5723 Kg/Ha, al igual que Campuzano (2018) quien realizó un estudio en Jipijapa aunque no fue muy alto, su mayor rendimiento fue 4735,4 Kg/Ha en la segunda fecha de siembra.

En la etapa fenológica se observó que en el cantón Rocafuerte el número de hojas totalmente desplegadas fue de 14 a 15 hojas hasta la séptima semana de estudio, mientras que en Sucre llegó a 14 y 16 hojas, en comparación con los resultados obtenidos por Villareal (2018) quien demuestra que en el cantón obtuvo 15 a 16 hojas totalmente desplegadas.

## V CONCLUSIONES

- La incidencia de *S. frugiperda* en ambas localidades fue baja, presentando valores máximos de 12,7% en Rocafuerte y 4,9% en Sucre. Por otro lado, el nivel de daño ocasionado por el gusano cogollero en la localidad de Rocafuerte no superó a la escala 3 (Más de 3 daños menores de 10 mm) mientras tanto en el cantón Sucre llegó a una escala de 4 a 5 en la primera fecha de siembra y de 1-3 entre la segunda y tercera fecha de siembra comenzado el ataque a partir de la germinación y emergencia del maíz.
- En ambas localidades de los cantones Sucre y Rocafuerte el mayor rendimiento de grano seco de maíz, se consiguió en la segunda fecha de siembra, con 5658 kg/ha en Rocafuerte y 5723 kg/ha en Sucre. Los rendimientos más bajos se obtuvieron en la tercera fecha de siembra; lo que puede estar asociado a la disminución de las precipitaciones durante el ciclo del cultivo, lo que provocó que las plantas no se desarrollaran de forma apropiada. Además, se cree que otros factores como la presencia de aves y mamíferos dañando el cultivo, generaron disminución del rendimiento.
- En el cantón Rocafuerte existe una cantidad moderada de depredadores y parasitoides, y baja de entomopatógenos según el índice de biorreguladores. Mientras que en el cantón Sucre, se presenta un alto índice de poblaciones de depredadores los cuales ayudan de manera directa y eficaz a regular a *Spodoptera frugiperda*.
- En Rocafuerte y Sucre los resultados mostraron que existe una correlación muy fuerte entre la severidad y la etapa fenológica del cultivo; es decir, que a medida que se incrementaba el número de hojas en las plantas de maíz, también se incrementaba la severidad del daño de *S. frugiperda*.

## VI RECOMENDACIONES

- Continuar los estudios sobre el comportamiento de *Spodoptera frugiperda* y sus enemigos naturales, e identificar taxonómicamente las especies encontradas.
- Asimismo, es importante no realizar siembras tardías, principalmente porque el rendimiento se afectará debido a las bajas precipitaciones.
- Realizar rotación de cultivos, con especies de leguminosas para mejorar la nutrición en el suelo; disminuyendo así la presencia de plagas y enfermedades

## VII BIBLIOGRAFÍA

- Agrocalidad, (2014). GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS PARA MAÍZ DURO. Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro – AGROCALIDAD
- Angulo, J. M. (2000). Manejo del Gusano cogollero del maíz utilizando extractos de plantas. Cartilla Ilustrada No. 3 Corpoica Ecorregión Centro de Investigación Turipaná, Creteé, Córdoba. en: <http://www.turipana.org>.
- Bahena, (2011) Manejo agroecológico del gusano cogollero en el maíz. Hortalizas. (En Línea). Disponible en: <https://www.hortalizas.com/cultivos/maiz-dulce-elote/manejo-agroecologico-del-gusano-cogollero-en-el-maiz/>
- Bayer, (2005). Bayer CropScience Mexico. Consultado el 10 de Septiembre del 2018. Disponible en: [http://www.bayercropscience.com.mx/bayer/cropscience/bcsmexico.nsf/id/gcogolleropests\\_bcs](http://www.bayercropscience.com.mx/bayer/cropscience/bcsmexico.nsf/id/gcogolleropests_bcs)
- Campuzano Franco J, (2018). Comportamiento del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en diferentes etapas fenológicas del cultivo de maíz (*Zea mays L.*) bajo tres fechas de siembra, en jipijapa Manabí. Manta, Manabí, Ecuador.
- Chango, L. (2012). “Control De Gusano Cogollero (*Spodoptera frugiperda*) En El Cultivo De Maíz (*Zea mays L.*)” Trabajo de investigación. Universidad Técnica de Ambato. Ambato, Ecuador.
- Domínguez, J. (1999). “ASI SE DEBE SEMBRAR MAIZ”. EL TIEMPO. (En Línea). Disponible en: <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-861775>
- ESPAC (Encuesta de Superficie y producción Agropecuaria).2017. Encuesta de Superficie y Producción de Maíz duro. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos 2017.Ecuador.

- García, F. Mosquera, T, Vargas, C. Rojas, L. (1999). Manejo Integrado Del Gusano Cogollero De Maíz ***Spodoptera frugiperda*** (J.E Smith). Boletín Técnico #7. Valle del Cauca. Palmira. Colombia
- García. F., Pulido, J. (2002). El gusano cogollero del maíz ***Spodoptera frugiperda*** (J. E. Smith), su control y perspectivas para su manejo. In. Reunión de maiceros de la zona andina y reunión Latinoamericana del maíz (11,2). Palmira, Colombia. pp. 394-403.
- Garduno, G. (2011). El origen del Maíz (en línea) consultado el 10 de Septiembre del 2018. Disponible: [www.vaemex.mx/culinaria/primernúmero,mail.htm](http://www.vaemex.mx/culinaria/primernúmero,mail.htm)
- INIAP, (2016). INIAP h- 603 maíz duro para Manabí y Los Ríos. Estación experimental Portoviejo.
- INIAP, (2018). Instituto de Investigaciones Agropecuarias Estación Experimental Pichilingue. Quevedo. 2018. Consultado el 29 de Octubre del 2018. Disponible en:  
<http://tecnologia.iniap.gob.ec/images/rubros/contenido/maizd/8curvularia.pdf>
- Inzunza, F. Hernández, E. Solano, C. Arias, Luis, Parra, M. (2011). La tecnología del cultivo, Revista de Geografía Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. N° 46-47. pp 91-96. Texcoco, México.
- IPNI, (2005). El instituto internacional de nutrición de la planta. Latino América, Criterios para el manejo de la fertilización del cultivo de maíz. N° 110 Disponible en la página web en [www.ipni.net](http://www.ipni.net).
- López, J. (2008). "Selección artificial para el gusano cogollero ***Spodoptera frugiperda*** (J.E. Smith) con el virus sjnpv y efectividad biológica en campo en combinación con un abrillantador óptico" Tesis 47: Presentada como requisito parcial para obtener el grado de Doctor. Agujas-Zapopan.
- Marshall EJP, Moonen AC. (2002). Field margins in northern Europe: their functions and interactions with agriculture. Agriculture, Ecosystems and Environment 89(1-2):5-21.

- Moreno, D. (2011). Control de *Spodoptera frugiperda* utilizando dosis de Ciromazina y Clorpirifos mezcladas con arena en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*), en la zona de Ventanas. Babahoyo. Ecuador. Tesis de Grado.
- Moreno, (2011) Guía para la producción de maíz duro en el sector sierra sur del Ecuador. Estación Experimental Austro. Cuenca. Ecuador. P
- Navarrete, (2012) Buenas prácticas agrícolas en los cultivos de maíz (*Zea mays L.*), y arroz (*Oryza sativa L.*) Ecuador, Manabí. Espam, Calceta.
- Ortas, L. (2008). EL CULTIVO DEL MAÍZ: FISIOLOGÍA Y ASPECTOS GENERALES. AGRIGAN, S.A. Boletín nº7
- Pérez, E.M. (2000). Manejo de plagas. Playa ciudad de la Habana Cuba. pp. 1-3.
- Quiroz, D, Merchán M, (2016). Guía para facilitar el aprendizaje en el manejo integrado del cultivo de maíz duro (*Zea mays L.*) Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Estación Experimental Tropical Pichilingue. Quevedo, Ecuador. Páginas 126.
- Reyes Abrigo Jean (2018), Comportamiento del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda J. E: Smith*) en las diferentes etapas fenológicas del cultivo de maíz (*Zea mays L.*) bajo las condiciones climáticas del cantón Portoviejo, provincia de Manabí. Proyecto de investigación previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario.
- SICA, (2002). III Censo Nacional Agropecuario. Resultados nacionales y provinciales. INEC – MAG – SICA. Quito. 1:255. Disponible en [www.sica.gov.ec](http://www.sica.gov.ec).
- Troya, R. (2011). “Evaluación de Cepas de Nucleopoliedrovirus (NPV) Patógenos para el control del cogollero *Spodoptera frugiperda* en maíz en la zona de Babahoyo.”. Babahoyo. Ecuador.
- UARNT, (2017). Unión Agrícola regional del norte de Tamaulipas. Producción mundial de maíz 2017, 2018. México.
- Vaughan, S. (2005). Plagas en el cultivo de maíz. Catie. Costa Rica. p.32.

- Valladares, C. (2010). Taxonomía y Botánica de los Cultivos de Grano. Universidad Nacional Autónoma De Honduras. Centro Universitario Regional Del Litoral Atlántico (Curla). Departamento De Producción Vegetal Asignatura Cultivos De Grano. Sección 10:01. La Ceiba
- Villareal, M. (2018). Comportamiento del gusano cogollero (***Spodoptera frugiperda*** **J. E. Smith**) en diferentes etapas fenológicas del cultivo de maíz (***Zea mays*** L.) en el cantón San Vicente, Manabí. Proyecto de investigación previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario. Manta, Manabí, Ecuador.
- Yáñez Guzmán, C. (2007). Manual de producción de maíz para pequeños agricultores y agricultoras. INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Ecuador). Estación Experimental Santa Catalina. Quevedo, Ecuador. Páginas 126.
- Yukata Kimura (2007). Control de plagas y enfermedades, JICA. Ecuador.

## VIII ANEXOS



**Fig. 1, 2 y 3** Delimitación y preparación de terreno en los cantones Rocafuerte y Sucre.



**Fig. 4 y 5** Siembra en los cantones Rocafuerte y Sucre.



**Fig. 6 y 7** Maíz a los 7 días después de la germinación en Rocafuerte y Sucre.



**Fig. 8 y 9** Daño traslaminar causado por el *S. frugiperda*.



**Fig. 10 y 11** Daño ocasionado por el *S. frugiperda* nivel 2 y 4.



**Fig. 12 y 13** Lote de maíz en Rocafuerte y Sucre.



**Fig. 14 y 15** Presencia de depredadores como *Thomisidae* y *Polistes* en Sucre.



**Fig. 16 y 17** *Zelus spp* en el cantón Rocafuerte.



**Fig. 18** Presencia del hongo *Nomuraea rileyii* en el cantón Rocafuerte.



**Fig. 19 y 20** Toma de datos en el cantón Rocafuerte.



**Fig. 21 y 22** Toma de datos en el cantón Sucre.