



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA**

**COMPARACIÓN DE BIOCONTROLADORES DE  
(*Spodoptera frugiperda*) EN EL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea  
mays*) PUERTO CONGUILLO, PROVINCIA DE MANABÍ**

Trabajo de titulación presentado como requisito para  
la obtención del título de  
**INGENIERA AGRÓNOMA**

**AUTORA  
ÁVILA ABRIL MARÍA MONSERRATE**

**TUTOR  
ING. DANILO VALDEZ RIVERA M.Sc.**

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

**2021**



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**APROBACION DEL TUTOR**

Yo, **Ing. DANILO VALDEZ RIVERA**, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: **COMPARACIÓN DE BIOCONTROLADORES DE (*Spodoptera frugiperda*) EN EL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays*) PROVINCIA DE MANABÍ PUERTO CONGUILLO**, realizado por la estudiante **ÁVILA ABRIL MARÍA MONSERRATE**; con cedula N.- **1312876228** de la carrera **INGENIERÍA AGRONÓMICA**, Unidad Académica Guayaquil, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador, por lo tanto, se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

---

**Ing. Danilo Valdez Rivera M.Sc.**  
**Firma del Tutor**

Guayaquil, 19 noviembre del 2021



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: **COMPARACIÓN DE BIOCONTROLADORES DE (*Spodoptera frugiperda*) EN EL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays*) PROVINCIA DE MANABÍ PUERTO CONGUILLO**, realizado por la estudiante **ÁVILA ABRIL MARIA MONSERRATE**, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

\_\_\_\_\_  
**Ing. Juan Martillo García, M.Sc**  
**PRESIDENTE**

\_\_\_\_\_  
**Ing. Tany Burgos Herrería, M.Sc**  
**EXAMINADOR PRINCIPAL**

\_\_\_\_\_  
**Ing. Yoansy García Ortega, M.Sc**  
**EXAMINADOR PRINCIPAL**

\_\_\_\_\_  
**Ing. Danilo Valdez Rivera M.Sc.**  
**EXAMINADOR SUPLENTE**

Guayaquil, 19 noviembre del 2021

### **Dedicatoria**

El presente trabajo de titulación va dedicado a Dios, ya que gracias a él he logrado concluir con mi carrera, a mis padres Janeth Abril y José Ávila por haberme brindado su apoyo incondicional para alcanzar mis sueños, a mis hermanos, quienes fueron mi soporte en los momentos difíciles, ya que sin ellos no habrían logrado toda esta etapa profesional.

Así mismo, quiero dedicar este logro a mis maestros, quienes aportaron sus sabios conocimientos, para enfrentarnos a la vida cotidiana y demostrar mi profesionalismo.

### **Agradecimiento**

Agradezco a Dios por ser mi guía e iluminar mi camino y llenarme de sabiduría, para no desmayar en todo este tiempo de estudio.

A las autoridades y personas que conforman parte de esta prestigiosa, Universidad Agraria del Ecuador, por permitirme terminar mis estudios en esta institución.

Expreso mi agradecimiento a mi tutor Ing. Danilo Valdez, por su dedicación y por orientarme en la ejecución de este proyecto de titulación, a mis amistades más cercanas y familiares que fueron mi motor principal para llevar a esta etapa final en mi vida profesional.

### **Autorización de Autoría Intelectual**

Yo, **ÁVILA ABRIL MARÍA MONSERRATE**, en calidad de autor del proyecto realizado, sobre: **COMPARACIÓN DE BIOCONTROLADORES DE (*Spodoptera frugiperda*) EN EL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays*) PROVINCIA DE MANABÍ PUERTO CONGUILLO**, por la presente autorizo a la **UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación. Los derechos que como autor me correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Guayaquil, 19 de noviembre del 2021

---

**ÁVILA ABRIL MARÍA MONSERRATE**

**C.I. 1312876228**

## Índice general

<b>PORTADA.....</b>	<b>1</b>
<b>APROBACION DEL TUTOR .....</b>	<b>2</b>
<b>APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN .....</b>	<b>3</b>
<b>Dedicatoria.....</b>	<b>4</b>
<b>Agradecimiento .....</b>	<b>5</b>
<b>Autorización de Autoría Intelectual .....</b>	<b>6</b>
<b>Índice general .....</b>	<b>7</b>
<b>Índice de tabla .....</b>	<b>11</b>
<b>Índice de figura.....</b>	<b>12</b>
<b>Resumen .....</b>	<b>14</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>15</b>
<b>1. Introducción .....</b>	<b>16</b>
<b>1.1 Antecedente del problema .....</b>	<b>16</b>
<b>1.2 Planteamiento y formulación del problema.....</b>	<b>17</b>
<b>1.2.1 Planteamiento del problema.....</b>	<b>17</b>
<b>1.2.2 Formulación del problema.....</b>	<b>17</b>
<b>1.3 Justificación de la investigación .....</b>	<b>17</b>
<b>1.4 Delimitación de la investigación.....</b>	<b>18</b>
<b>1.5 Objetivo general.....</b>	<b>19</b>
<b>1.6 Objetivos específicos .....</b>	<b>19</b>
<b>1.7 Hipótesis.....</b>	<b>19</b>
<b>2. Marco teórico.....</b>	<b>20</b>
<b>2.1 Estado del arte .....</b>	<b>20</b>
<b>2.2 Bases teóricas.....</b>	<b>22</b>

<b>2.2.1 Generalidades.....</b>	<b>22</b>
<b>2.2.2 Origen.....</b>	<b>22</b>
<b>2.2.3 Taxonomía .....</b>	<b>22</b>
<b>2.2.4 Morfología de maíz.....</b>	<b>22</b>
<b>2.2.4.1. Raíz.....</b>	<b>22</b>
<b>2.2.4.2. Tallo.....</b>	<b>23</b>
<b>2.2.4.3. Hojas .....</b>	<b>23</b>
<b>2.2.4.4. Flores .....</b>	<b>23</b>
<b>2.2.4.5. Grano.....</b>	<b>23</b>
<b>2.2.4.6. Fruto .....</b>	<b>23</b>
<b>2.2.5 Condiciones edafoclimáticas .....</b>	<b>24</b>
<b>2.2.6 Labores culturales .....</b>	<b>24</b>
<b>2.2.6.1. Suelo .....</b>	<b>24</b>
<b>2.2.6.2. Siembra .....</b>	<b>25</b>
<b>2.2.6.3. Riego .....</b>	<b>25</b>
<b>2.2.6.4. Control de maleza .....</b>	<b>25</b>
<b>2.2.7 Manejo de plagas .....</b>	<b>25</b>
<b>2.2.7.1. Plaga.....</b>	<b>25</b>
<b>2.2.7.2. Gusano trozador (Agrotis sp.) .....</b>	<b>25</b>
<b>2.2.7.3. Gusano cogollero (Spodoptera frugiperda).....</b>	<b>26</b>
<b>2.2.7.4. Dinámica poblacional .....</b>	<b>26</b>
<b>2.2.7.5. Descripción de Spodoptera frugiperda.....</b>	<b>26</b>
<b>2.2.8 Enfermedades.....</b>	<b>29</b>
<b>2.2.8.1. Carbón de la espiga (sporisorium reilianum) .....</b>	<b>29</b>
<b>2.2.8.2. Pudriciones del tallo (Fusarium graminearum) .....</b>	<b>29</b>

<b>2.2.9 <i>Beauveria bassiana</i></b> .....	<b>29</b>
2.2.9.1. Descripción de <i>Beauveria bassiana</i> .....	29
2.2.9.2. Taxonomía de <i>Beauveria bassiana</i> .....	30
2.2.9.3. Importancia.....	30
<b>2.2.10 <i>Bacillus thuringiensis</i></b> .....	<b>30</b>
2.2.10.1. Descripción de <i>Bacillus thuringiensis</i> .....	30
2.2.10.2. Taxonomía de <i>Bacillus thuringiensis</i> .....	31
2.2.10.3. Importancia.....	31
<b>2.2.11 <i>Metarhizium anisopliae</i></b> .....	<b>31</b>
2.2.11.2 Taxonomía de <i>Metarhizium anisopliae</i> .....	32
<b>2.3 Marco legal</b> .....	<b>32</b>
<b>3. Materiales y métodos</b> .....	<b>34</b>
<b>3.1 Enfoque de la investigación</b> .....	<b>34</b>
3.1.1 Tipo de investigación.....	34
3.1.2 Diseño de investigación .....	34
<b>3.2 Metodología</b> .....	<b>34</b>
3.2.1 Variables .....	34
3.1.1.1. Variable independiente .....	34
3.1.1.2. Variables dependientes .....	34
3.2.2 Tratamientos.....	36
3.2.3 Diseño experimental .....	36
3.2.3.1. Esquema de análisis de varianza .....	36
3.2.3.2. Delimitación experimental .....	37
3.2.4 Recolección de datos .....	37
3.2.4.1. Recursos.....	37

3.2.4.2. Métodos y técnicas .....	38
3.2.5 Análisis estadístico.....	40
3.2.5.1. Análisis funcional.....	40
3.2.5.2. Hipótesis estadística.....	40
4. Resultados.....	41
4.1 Identificar el nivel poblacional de las larvas de ( <i>Spodoptera frugiperda</i> ) en cada uno de los tratamientos del proyecto .....	41
4.1.1 Número de <i>Spodoptera frugiperda</i> antes de aplicación .....	41
4.1.2 Número de <i>Spodoptera frugiperda</i> después de aplicación .....	42
4.1.3 Infestación de la larva de <i>Spodoptera frugiperda</i> (%).....	43
4.1.4 Porcentaje de mortalidad de la plaga (%).....	44
4.2 Establecer la dosis adecuada de los diferentes biocontroladores en el manejo del gusano cogolleros ( <i>Spodoptera frugiperda</i> ) en el cultivo de maíz .....	45
4.2.1 Número de mazorcas cosechadas por planta (n).....	45
4.2.2 Longitud de mazorca (cm).....	46
4.2.3 Peso de mazorca en (kg) .....	47
4.3 Realizar un análisis económico de los tratamientos del estudio .....	49
4.3.1 Análisis de beneficio costo .....	49
5. Discusión .....	50
6. Conclusiones.....	53
7. Recomendaciones .....	54
8. Bibliografías .....	55
9. Anexos .....	60

**Índice de tabla**

Tabla 1. Descripción de los tratamientos a ejecutar.....	36
Tabla 2. Modelo de análisis de varianza ANOVA.....	36
Tabla 3. Característica del estudio experimental .....	37
Tabla 4. Presupuesto de trabajo experimental.....	38
Tabla 5. Número de Spodoptera frugiperda antes de la aplicación.....	41
Tabla 6. Número de Spodoptera frugiperda después de aplicación.....	42
Tabla 7. Infestación de larvas de Spodoptera .....	43
Tabla 8. Porcentaje de mortalidad .....	44
Tabla 9. Número de mazorcas cosechadas.....	45
Tabla 10. Longitud mazorcas cosechadas.....	46
Tabla 11. Peso de mazorca .....	47
Tabla 12. Rendimiento en kg .....	48
Tabla 13. Análisis beneficio/costo .....	49
Tabla 14. Escala de daño para cogollero.....	68
Tabla 15. Escala de severidad del cogollero en el cultivo de maíz .....	69

## Índice de figura

Figura 1. Número de Spodoptera antes de la aplicación .....	60
Figura 2. Número de Spodoptera después de la aplicación.....	60
Figura 3. Porcentaje de infestación.....	60
Figura 4. Porcentaje de mortalidad .....	61
Figura 5. Número de mazorcas cosechadas.....	61
Figura 6. Longitud de la mazorca.....	61
Figura 7. Peso de la mazorca .....	62
Figura 8. Rendimiento.....	62
Figura 9. Referencia satelital del área de estudio .....	63
Figura 10. Croquis del área de estudio .....	63
Figura 11 Limpieza del terreno.....	64
Figura 12 Delimitación del área de estudio .....	64
Figura 13 Fumigación del área de estudio .....	65
Figura 14 Siembra de maíz en el área experimental.....	65
Figura 15. Biocontroladores ( <i>Beauveria bassiana</i> , <i>Bacillus thuringiensis</i> y <i>Metarhizium</i> ) .....	66
Figura 16. Factura de los biocontroladores.....	66
Figura 17. Verificación de número de Spodoptera antes la aplicación.....	67
Figura 18. Aplicación de biocontroladores .....	67
Figura 19. Toma de datos después de la aplicación .....	67
Figura 20. Porcentaje de infestación de larvas .....	68
Figura 21. Porcentaje de mortalidad de la Spodoptera .....	68
Figura 22. Desarrollo del cultivo de maiz .....	69
Figura 23. Visita técnica de tutor.....	69

Figura 24. Verificación de mazorcas antes de la cosecha .....	70
Figura 25 Cosecha del cultivo de maíz .....	70
Figura 26. Conteo de número de mazorca cosechadas.....	71
Figura 27. Medición de la longitud de mazorcas al azar .....	71
Figura 28. Peso de mazorcas .....	71

## Resumen

El presente trabajo experimental fue llevado a cabo en provincia de Manabí, cantón Pichincha puerto conguillo en el cultivo de maíz, conto con el objetivo de evaluar los efectos de los biocontroladores de *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz (*Zea mays*), en este ensayo experimental se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo de 2x2 con cinco tratamientos y cinco repeticiones dando un total de 25 unidades experimentales el análisis de varianza ANOVA y test de Tukey al 5% de probabilidad. Se usaron controladores como T1 *Bacillus thuringiensis*, T2 *Beauveria bassiana*, T3 *Bacillus thuringiensis* + *Beauveria bassiana* T4 Testigo convencional *Metarhizium anisopliae*, T5 testigo absoluto, los resultados conseguido determinaron que la combinación de controladores siendo el T3 *Bacillus thuringiensis* + *Beauveria bassiana* con dosis de 6.4 cc por planta esto dio resultados satisfactorios, obteniendo promedios de peso de mazorca de 0.38 g/pa, seguido por el T1 *Bacillus thuringiensis* con 0.35 g, de la misma forma el T3 alcanzó un rendimiento elevado de 5000 kg/ha, el cual así mismo, fue el mejor promedio en cuanto a la relación beneficio/costo el cual por cada dólar de inversión obtuvo ganancias de \$ 0.27 con estos análisis permite recomendar el uso de biocontroladores para el control del gusano cogollero.

Palabras claves: *Biocontroladores*, *Beauveria bassiana*, infestación, maíz

### Abstract

The present experimental work was carried out in the province of Manabí, Pichincha Puerto Conguillo canton, with the objective of evaluating the effects of the biocontrollers of *Spodoptera frugiperda* in the cultivation of corn (*Zea mays*), in this trial A completely randomized design was used with a 2x2 arrangement with five treatments and five repetitions, giving a total of 25 experimental units, the analysis of variance ANOVA and Tukey's test at 5% probability. Controllers such as T1 *Bacillus thuringiensis*, T2 *Beauveria bassiana*, T3 *Bacillus thuringiensis* + *Beauveria bassiana* T4 Conventional control *Metarhizium anisopliae*, T5 absolute control were used, The results obtained determined that the combination of controllers being T3 *Bacillus thuringiensis* + *Beauveria bassiana* with doses of 6.4 cc per plant this gave satisfactory results, obtaining averages of cob weight of 0.38 g / pa, followed by the T1 *Bacillus thuringiensis* with 0.35 g; in the same way the T3 reached a high yield of 3734.38 kg / ha, which likewise, It was the best average in terms of the benefit / cost ratio, that for each dollar of investment obtained a profit of \$ 0.50 with these analyzes, it allows recommending the use of biocontrollers for the control of the fall armyworm.

Keywords: Biocontrollers, *Beauveria bassiana*, infestation, corn

## 1. Introducción

### 1.1 Antecedente del problema

El cultivo de maíz (*Zea mays*), se podrían ver muy afectado por el severo ataque de la (*Spodoptera frugiperda*), este gusano es un insecto nativo de las regiones tropicales y subtropicales del continente americano. Debido a falta de controles naturales o de una buena gestión, causando daños importantes principalmente al maíz, puede alimentarse con un promedio de 80 especies de cultivos, agregando al cultivo la caña de azúcar, el arroz. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la agricultura [FAO], 2020).

*Spodoptera frugiperda*, son gusanos o larvas taladran los cogollos y conforme estos crecen y se abren muestran muy notoriamente sus perforaciones. El gusano mide aproximadamente de 4 cm. Las plagas adultas son considerados Lepidópteros estos aprovechan cuando el maíz, se encuentra en su ciclo inicial. en este ciclo las larvas colocan sus huevos en el cogollo y de la misma manera van se penetran y forman la eclosión y se visualizaran presencias de pequeños gusanos y estos se alimentan de las hojas tierna (Fabara , 2012).

Cortez (2021) indica que *Bacillus thuringiensis* siendo un insecticida biológicamente es utilizado para controlar diversos insectos que se serán afectados en la agricultura. Como un mecanismo de múltiples etapas

Estas no producirán al daño pes, sino que deberán ser procesadas por proteasas intestinales para generar las toxinas activas que llevarán a la muerte de la larva. *Beauveria bassiana* es un hongo entomopatógeno que es utilizado como insecticida biológico que controlan un gran número de parásitos, que entra en contacto con el insecto entra en competencia de microflora cuticular, presenciándose en un tubo germinativo que atraviesa el tegumento del insecto ramificándose en su cuerpo,

estos muestran secreción de toxinas provocando la muerte del hospedante. Donde el insecto muerto se va codificando en bajas condiciones de humedad, cubriendo de una sustancia blanquecina y amarillenta (Cortez 2021).

## **1.2 Planteamiento y formulación del problema**

### **1.2.1 Planteamiento del problema**

Desde antes y en la actualidad se presentan problemas con el ataque del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo del maíz (*Zea mays*), los daños que ocasiona este insecto plaga reduce el rendimiento (kg/ha) la ineficiente protección que tienen los cultivos contra el ataque de plagas y enfermedades es motivo de preocupación para todos los agricultores quienes lidian constantemente con este tipo de problemas, el principal enemigo que tienen los agricultores de maíz en campo es el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) ya que esta larva consume mayor parte del follaje tierno, ocasionándole a la planta un ineficiente desarrollo vegetativo y perjudicando así mismo a la producción final.

### **1.2.2 Formulación del problema**

¿Cuáles será el efecto a la aplicación de los biocontroladores *Bacillus thuringiensis* y *Beauveria Bassiana*, como manejo del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz (*Zea mays*) provincia de Manabí, cantón Pichincha Puerto Conguillo?

## **1.3 Justificación de la investigación**

En la provincia del de Manabí, cantón Pichincha puerto Conguillo, los cultivos de maíz, se podrían ver muy afectados por *Spodoptera frugiperda*. Actualmente el mal uso de agroquímicos ha causado que el gusano cogollero adquiera resistencia a productos químicos por la mala aplicación o exceso en la dosificación recomendadas por los pesticidas.

Una alternativa de solución para controlar *Spodoptera frugiperda* es el uso de microorganismos como el hongo *Beauveria Bassiana*, y la bacteria *Bacillus thuringiensis*.

Los cristales de *Bacillus thuringiensis*, son ingeridos y solubilizados en el intestino medio del insecto, en lo cual liberan las proteínas cristalinas en forma de protoxinas. Teniendo en cuenta que estas no producirán el daño, sino más bien procesadas para así generar toxinas activas que provocarán la muerte de las larvas

Donde la *Beauveria bassiana* entra en contacto con el insecto compitiendo con la microflora cuticular, provocando la aparición de un tubo germinativo que atraviesa el tegumento del insecto ramificándose dentro de su cuerpo, expulsando toxinas que prácticamente provocan la muerte de dicho hospedero. Teniendo en cuenta que el insecto muerto queda modificándolo a condiciones de humedad, cubriéndolo con una esporulación amarillenta blanquecina.

Mediante este control se logrará disminuir la reproducción e infección a mediano y largo plazo para que el daño sea reducido, la utilidad de este control se enfoca en función de la rentabilidad y economía probando este nuevo método de estudio para el control de *Spodoptera frugiperda*.

#### **1.4 Delimitación de la investigación**

La presente investigación se llevó a cabo las siguientes delimitaciones

- **Espacio:** El presente estudio se llevó a cabo en la provincia de Manabí, cantón Pichincha puerto Conguillo, con coordenadas UTM -0905437, -79.743845.
- **Tiempo:** El tiempo que se llevó a cabo en este trabajo investigativo fue aproximadamente de 4 meses.

### **1.5 Objetivo general**

Evaluar los efectos de los biocontroladores de *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz (*Zea mays*) provincia de Manabí, cantón Pichincha Puerto Conguillo.

### **1.6 Objetivos específicos**

- Identificar el nivel poblacional de las larvas de (*Spodoptera frugiperda*) en cada uno de los tratamientos del proyecto.
- Establecer la dosis adecuada de los diferentes biocontroladores en el manejo del gusano cogolleros (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz.
- Realizar un análisis económico de los tratamientos del estudio experimental.

### **1.7 Hipótesis**

Con la aplicación de los biocontroladores, se logró controlar la población de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz (*Zea mays*) en el cantón Pichincha provincia de Manabí (Puerto Conguillo).

## 2. Marcoteórico

### 2.1 Estado del arte

Evidentemente *Bacillus thuringiensis* es un bacilo Gram positivo que se caracteriza por producir un cuerpo paraesporal conocido como cristal durante su fase de esporulación, el cual es de naturaleza proteínica y tiene propiedades insecticidas contiene proteínas con potente actividad insecticida en función de sus cepas. Su efectividad ha hecho que estas toxinas se hayan usado como plaguicidas desde hace años para proteger los cultivos y, se han usado en el desarrollo de plantas modificadas genéticamente para conferirles resistencia a plagas.

Con estas proteínas el *Bacillus thuringiensis* opta por presentar toxicidad contra insectos y larvas-plaga y varias órdenes como lo Coleóptera y Díptera, lepidóptera entre otros. Teniendo veneficios benéficos en el medio ambiente, por lo cual este producto es habitual siendo su uso y desarrollo de productos comerciales y como son plantas transgénicas (López, 2013).

Velásquez (2015) puso en pie una investigación para así evaluar el efecto entomopatógeno en el control del gusano cogollero en el cultivo de maíz. Llevando a cabo un diseño completamente al azar DBCA con diferentes (4) tratamientos T1 (*Beauveria bassiana*), T2 (*Metarhizium anisopii*), T3 (*Bacillus thuringiensis*), T4 (Testigo sin aplicación), determinando la aplicación en diferentes dosis

Se utilizó el producto Crimax®, por contaminación de dieta artificial, utilizando concentraciones de 50 y 500  $\mu\text{g mL}^{-1}$ , de su formulación en gránulos dispersables (*B. thuringiensis* subespecie *kurstaki*, cepa EG 7,841, equivalente a 150g de i.a  $\text{kg}^{-1}$ ). A cada 5g de dieta, se le agregó cada concentración, las cuales fueron distribuidas en vasos de plástico (3.5 cm de diámetro por 3,8 cm de altura), para después introducir la larva para su alimentación y experimentación, cada 24 h se registró el porcentaje de mortalidad, reportada como mortalidad acumulada (González, Reyes, y Hernández, 2015, p. 25).

Los resultados indican que el porcentaje plantas afectadas utilizando (*Bacillus thuringiensis*) fue de menor en la segunda y cuarta evaluación, el (*Metarhizium*

*anisopliae* en la primera y tercera evaluación; en cuanto al porcentaje de hojas afectadas, el *Bacillus thuringiensis* mostro los valores más bajos en las tres últimas evaluaciones, con respecto a la mortalidad de larvas *B. thuringiensis* tuvo el mejor comportamiento en las cuatro evaluaciones. Se concluyó que el *B. thuringiensis* fue el que mostros mejores resultados.

Se observa que después de las aplicaciones de *B. bassiana* no hubo un decremento inmediato en la población de *S. frugiperda*, en cambio se observa que en el tratamiento testigo (control químico) la cantidad de cogolleros baja inmediatamente. El efecto de *B. bassiana*, por ser un controlador biológico, es más lento y se aprecia a partir del cuarto día luego de la aplicación (Terán, 2003).

Según Flores (2004) indica que el porcentaje de larvas muertas 10 días después de la infestación de larvas de *Spodoptera frugiperda*, indicando que a 1 000 g/Ha de *Bacillus thuringiensis* se obtuvo 63,63 o/o de mortalidad, superando a los tratamientos con 800, 600 y 0 g/Ha obtuvieron 50,27; 42,04 y 1,70 o/o de mortalidad demostrando menor eficiencia en el control de *Spodoptera frugiperda* (p. 45).

En la evaluación se alcanzó como promedio a los tres días posteriores a la aplicación de los bioplaguicidas, se alcanzó más del 60% de control de las larvas de *S. frugiperda* con las dosis de 0.4 y 0.6l/ha de bioplaguicida, presentando diferencia significativa con el valor obtenido con Thruisav 24, biopreparado en base a *B. thuringiensis* que solo alcanzo el 48.3% como promedio de mortalidad (Meneses, 2008).

El cuadro 12 detalla que el tratamiento 4 (*M. anisopliae* 2cc + *B. thuringiensis* 0cc) con una relación costo beneficio de 1.5 y el tratamiento 7 (*M. anisopliae* 3cc + *B. thuringiensis* 0cc) con 1.4 registraron los mayores beneficios netos de acuerdo al análisis económico, la peor relación beneficio costo lo alcanzó el testigo con 0.2 de beneficio neto (León, 2016).

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1 Generalidades**

El maíz es una planta monocotiledónea que requiere suelos estructurados, fértiles y profundos que permiten el desarrollo de las raíces, que eviten los encharcamientos son almacenadores de agua, permitiendo un óptimo aprovechamiento de los nutrientes. Tiene una gran importancia económica a nivel mundial, ya sea como alimento para el ganado o como fuente de gran cantidad de productos industriales (Maizar, 2011).

### **2.2.2 Origen**

El maíz (*Zea mays*) es una planta gramínea anual, originaria de México, introducida en Europa durante el siglo XVI, después de la invasión española. Actualmente es el cereal con mayor producción del mundo, por encima del trigo y el arroz. (Pliego, 2020).

### **2.2.3 Taxonomía**

Según Guacho (2014) menciona que la taxonomía del maíz es

- Reino: Vegetal
- Subreino: Angiospermae
- Clase: Monocotyledoneae
- Orden: Poales
- Familia: Poaceae
- Género: *Zea*
- Especie: *Zea Mays*

## **2.2.4 Morfología de Maíz**

### **2.2.4.1. Raíz**

Las plantas de maíz poseen tres tipos de raíces; raíces seminales, que se desarrollan a partir de radicales y persisten durante un periodo prolongado, las raíces adventicias, que se desarrollan a partir de los nodos inferiores del tallo por debajo del nivel del suelo, que son las raíces activas y efectivas de planta y raíces de sostén, producidas por dos nudos inferiores (Chatanaxi, 2016)

### **2.2.4.2. Tallo**

El tallo es simple, erecto en forma de caña y macizo en su interior, alcanza un grosor de tres a cuatro centímetros, tiene una altura elevada pudiendo alcanzar los 4 metros, además es robusta y no presenta ramificaciones (Abarca , 2014).

### **2.2.4.3. Hojas**

Consta de hojas largas, alternas, paralelinervias, lanceoladas con un tamaño considerable. Se desarrollan junto o envueltas al tallo, con textura vellosas en el haz, teniendo en cuenta que sus bordes son cortantes y muy afilados (Deras, 2016).

### **2.2.4.4. Flores**

Posee una flor monoica es decir que sus partes masculinas y femeninas se encuentran en la misma flor, en espiga se concentran las flores masculinas mientras que las femeninas se agrupan en varias panojas que nacen desde la parte axilar de las hojas (Cordova, 2020).

### **2.2.4.5. Grano**

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

está formado por radícula y la plúmula (Deras, 2016).

#### **2.2.4.1. Fruto**

Su fruto varía el tamaño según los requerimientos dados, tanto el grano y la mazorca son frutos independientes llamado cariósipide encontrándose en el raquis de la mazorca (Arechua, 2020).

#### **2.2.5 Híbrido ADVANTA**

Las variedades híbridas provienen del cruzamiento de dos líneas puras y tienen la ventaja de manifestar la heterosis o el llamado vigor híbrido. En las variedades híbridas, todos los individuos de la población son idénticos pero heterocigóticos, lo cual significa que no pueden reproducirse en individuos iguales a sí mismo (Hidalgo, 2019).

Según Mendoza (2019) indica que la diversidad genética es importante, pero el rendimiento es el factor más importante a considerar cuando se eligen los híbridos. Las mejores estrategias de producción no darán lugar a altos rendimientos si no eliges híbridos de alto rendimiento. Se recomienda que los productores reevalúen los híbridos que elija cada año. Los híbridos más nuevos suelen ofrecer un mayor potencial de rendimiento que los que han estado en el mercado durante varios años (p. 16).

#### **2.2.6 Condiciones edafoclimáticas**

El cultivo de maíz requiere de una temperatura entre 24 y 30°C; con precipitación de 550 mm a 2200 mm/año; Altitud: 45 a 125 msnm y es bastante exigente a la luz solar, con temperaturas superiores a 30 °C, la planta puede marchitarse; y temperaturas inferiores a 13 C el crecimiento se detiene o es lento (Agroes, 2012).

#### **2.2.7 Labores Culturales**

##### **2.2.7.1. Suelo**

Los suelos más idóneos, para las plantas de maíz, son los de textura media (francos), con un pH entre 6 a 7, fértiles, bien drenados, ricos en materia orgánica,

con una buena circulación del drenaje para no producir encharques que originen asfixia radicular (Masaquiza, 2016).

#### **2.2.7.2. Siembra**

La siembra se lleva a cabo en el momento de que la temperatura existente en el suelo estime el valor de 12 C. El cultivo se siembra a una profundidad de 5 cm haciendo varias repeticiones de golpes en llano o surcos. Las líneas deben de estar separadas al menos de 1 m entre sí. Se recomienda llevar a cabo la siembra en cuarto mes del año (Ortigoza, 2019).

#### **2.2.7.3. Riego**

Las necesidades hídricas que necesita el cultivo, varían de acuerdo a la etapa fenológica del cultivo. Durante el desarrollo vegetativo es necesario mantener una humedad constante, ya que la planta cada vez va demandando menos cantidad de agua. En la etapa de maduración de la mazorca y secado del grano es menor la cantidad de agua que requiere (Lorenzo, 2011).

#### **2.2.7.4. Control de maleza**

Las malezas que compiten con el cultivo de maíz, perjudicando el desarrollo y el crecimiento del mismo. Estas plantas evitan que las plantas de maíz adquieran los nutrientes necesarios, ya que luchan por espacio, luz, agua; Además, las malezas son focos de infestación de plaga, bacterias y hongos (Carvajal, 2012).

### **2.2.8 Manejo de plagas**

#### **2.2.8.1. Plaga**

Las plagas son organismos vivos, que ataca y destruye a los cultivos. En la agricultura, siempre se encuentra una gran variedad de insectos positivos o perjudiciales, según sea el caso. El problema se reproduce de una forma descontrolada (Paliz, 2008).

### **2.2.8.2. Gusano trozador (*Agrotis sp.*)**

Los gusanos trozadores, ataca a una gran variedad de cultivos, en cualquier fase de desarrollo en la que se encuentren. El adulto es una palomilla de color oscuro, coloca huevecillo aislados en las hojas y en los tallos de la planta. La larva, en su parte superior, es de color gris grasoso a café y con rayas claras poco visible, teniendo en consideración que en sus primeras etapas estas se alimentan de hojas inferiores, seguidamente se direccionan al suelo alimentándose de tubérculos, raíces y tallos (Yanez, 2018).

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

Es la oruga de una mariposa nocturna que ataca principalmente al maíz y al sorgo, no obstante, asimismo, en mínimo grado afecta a hortalizas y algodón, entre otros cultivos. Las fuertes infestaciones provocan daños severos a los cultivos reduciendo el rendimiento en niveles superiores al 30%. Durante su ciclo biológico pasa por los estadios de huevo, larva, pupa y adulto, y su ciclo de vida se completa aproximadamente en sus 30 días en verano, 60 días en primavera y 90 días en el invierno. El control oportuno del gusano cogollero se logra ejerciendo un enfoque de Manejo Integrado de la Plaga (MIP), y las herramientas a utilizar dependen del estadio que presenta (Intagri, 2015).

### **2.2.8.4. Dinámica poblacional**

La dinámica poblacional es el estudio de los cambios que sufren las comunidades biológicas, así como los factores y mecanismos que lo regulan.

### **2.2.8.5. Descripción de *Spodoptera frugiperda***

#### **2.2.8.5.1. Taxonomía de la plaga**

Según Rural (2003) describe que la taxonomía de la *Spodoptera frugiperda*:

- Tipo: Insectos
- Reino: Animalia
- División: Arthropoda
- Clase: Insecta
- Orden: Lepidoptera
- Familia: Noctuidae
- Género: Spodoptera
- Especie: Spodoptera frugiperda

#### 2.2.8.5.2. *Importancia*

Zambrano (2016) menciona que *Spodoptera frugiperda*, es una especie señalada como plaga importante en todo el continente americano particularmente en cereales y dentro de estos el maíz y arroz. Teniendo en cuenta que la temperatura causa alteraciones en el incremento o desarrollo y producción del mismo.

#### 2.2.8.5.3. *Ciclo biológico*

El gusano cogollero puede estar presente durante la mayor parte del desarrollo del cultivo, pero el daño más importante, por la abundancia de sus poblaciones y por la edad del maíz (causando el mayor daño cuando el maíz está en su etapa inicial, en unos pocos cm), ocasionando que a los primeros 12 cm en la emisión del cogollo, y también a los 40 cm de altura (es donde se la pueda catalogar como etapa crítica del año) (Chango, 2012).

#### 2.2.8.5.4. *Huevo*

Sus huevos son característicos blanco perla, colocados en grupos se encuentran protegidos con escamas aportando secreciones bucales de la palomilla, teniendo una medida aproximada de entre 0.3 mm de altura y 0.4 mm de diámetro. Puesto

que, una hembra puede poner de 200 a 100 huevos por ovipostura y hasta 1500 en su vida fértil (Troya, 2011).

#### *2.2.8.5.5. Larva*

Las larvas tienen un color que se define según el alimento, aunque por lo general son marrón oscuro, identificándolas por tres rayas longitudinales pálidas. Teniendo como una señal una “Y” blanca invertida. Las larvas por seis o siete estadios y llegan a medir hasta 35 mm de longitud. El periodo larval dura un promedio de 14-22 días. Para completar su desarrollo, las larvas consumen un promedio total de 179.7 cm<sup>2</sup> de superficie foliar de hojas de maíz y dejan de alimentarse justo antes de llegar al último estadio larvario (Rosales, 2015).

#### *2.2.8.5.6. Pupa*

La pupa es de color marrón rojizo y mide entre 14 y 18 mm de largo. Para pupar, se excavan en el suelo, entre 3 y 5 cm de profundidad, donde forman una cámara pupal, en la que permanecen por 7-13 días (Proain, 2020).

#### *2.2.8.5.7. Adulto*

El adulto es una palomilla de color café grisáceo que mide alrededor de 3 cm con las alas extendida. Los machos adultos son característicos por tener colores como es el café mucho más claro que el de las hembras teniendo manchas de forma transversal blanco cremoso (Placencio, 2015).

#### *2.2.8.5.8. Daño*

La larva de primer estadio consume el tejido foliar, sin llegar a perforar, dejando intacta la capa epidérmica del haz de la hoja. A partir del segundo o tercera etapa, la alimentación de las larvas en el cogollo se manifiesta con una hilera de perforaciones en las hojas; como raspaduras en las hojas tiernas que después

aparecen como pequeñas áreas traslucida, En este estado es característico observar los excrementos de la larva en forma de aserrín (Smith, 2015).

Una infestación no controlada de *S. frugiperda* puede ocasionar una reducción de rendimiento de 13 a 60%, debido a la pérdida de área foliar y aun retraso o inhibición en la emisión de las inflorescencias (Ortiz, 2010).

## **2.2.9 Enfermedades**

### **2.2.9.1. Carbón de la espiga (*sporisorium reilianum*)**

Siendo un patógeno que se mantiene vivo en el suelo permitiendo a la infestación pasto, maíz o sorgo. Se presenta en la etapa de la florescencia de la espiga y formación de mazorca. En infecciones temprana disminuye el desarrollo de la planta y las espiguillas no se forman, visualizando una masa negra de esporas, además la mazorca causa un efecto colateral de la infección como el achaparramiento de la planta, y los despojos de la cosecha pueden ser una fuente de inóculo, las esporas pueden permanecer en estado latente en el suelo por años (Intagri, 2017).

### **2.2.9.2. Pudriciones del tallo (*Fusarium graminearum*)**

Este hongo debilita la planta poco a poco ocasionando un marchitamiento por completo y esta se torna vulnerable al quiebre de la planta, el peso de las mazorcas y los fuertes vientos hacen que la planta se vuelque, provocando grandes pérdidas ya que no se podrá ser cosechada mecánicamente (Carmona, 2018).

## **2.2.10 Beauveria bassiana**

### **2.2.10.1. Descripción de *Beauveria bassiana***

*Beauveria bassiana* es un hongo imperfecto, capaz de infectar a más de 200 especies de insectos. Es de apariencia polvosa, de color blanco algodonoso o amarillento cremoso de amplia distribución y localizado en el suelo, que es su

hábitat natural. Como agente de control biológico es altamente efectivo gracias a su fase saprofitica y patogénica una vez instalado en el hospedero (Correa, 2014). (Ecuaplantas) Recomienda utilizar 100 gramos de *Beauveria bassiana* por hectárea con 3 aplicaciones una vez por semana para los cultivos de ciclos corto.

#### **2.2.10.2. Taxonomía de *Beauveria bassiana***

Velásquez (2012) menciona que la taxonomía de *Beauveria bassiana*:

- Reino: Fungí
- Fito: Ascomycota
- Clase: Hipocreales
- Orden: Hypocreales
- Familia: Cordycipitaceae
- Género: *Beauveria*
- Especie: *B. bassiana*

#### **2.2.10.3. Importancia**

Es de gran importancia tener en cuenta que *Beauveria bassiana* es considerado un hongo aprofita facultativo que cuenta con células quitinizadas y parasita, debido a su mecanismo de acción químicas y físicas. Este hongo produce toxinas las cuales erosionan el granuloma y permiten a las blastosporas, invadir el hemocele, los cuerpos hifales proliferan solamente después de la muerte de huésped, así el papel de las toxinas entomogenas es de particular importancia en el proceso de infección (Noboa, 2015).

#### **2.2.11 Bacillus thuringiensis**

##### **2.2.11.1. Descripción de *Bacillus thuringiensis***

*Bacillus thuringiensis* (*Bt*) siendo una bacteria capaz de producir variedades de proteínas e insecticidas letales en diferentes órdenes de insectos. Por su eficacia,

bajo impacto ambiental negativo y alta especificidad, los insecticidas biológicos más vendidos son aquellos basados en proteínas de *Bacillus thuringiensis* (Bt), que actúan exclusivamente previa ingestión del insecto y no por contacto en superficie (Bayer, 2019).

#### **2.2.11.2. Taxonomía de *Bacillus thuringiensis***

La clasificación taxonómica del *Bacillus thuringiensis* es:

- Dominio: Bacteria
- Filo: Firmicutes
- Clase: Bacilli
- Orden: Bacilales
- Género: Bacillus
- Especie: *Bacillus thuringiensis* (Beatriz, 2020).

#### **2.2.11.3. Importancia**

La bacteria *Bacillus thuringiensis* se la considera un control microbiano, siendo este el más cotizado y aplicados en campo a nivel zonal y mundial estas bacterias producen toxinas o proteínas llamadas Cry, al ser ingeridas por un insecto susceptible se unen específicamente a receptores presentes en el tracto digestivo del mismo provocando su disrupción y como consecuencia de ello la muerte del insecto (Corina, 2015).

#### **2.2.12 *Metarhizium anisopliae***

##### **2.2.12.1. Descripción de *Metarhizium anisopliae***

Es un hongo entomopatógeno, que ayuda a controlar las poblaciones de artrópodos. La acción de este hongo comienza cuando las estructuras infecciosas entran en contacto con el insecto. Debido a que si la espora ha teniendo contacto

sobre el insecto, este se hidrata iniciando el proceso germinativo, formando un tubo germinativo permitiendo penetrar por el integumento al interior del insecto.

En el interior, el hongo se alimenta y se reproduce generando toxinas, que provocan la muerte del insecto. Las toxinas producen contracción muscular que causa parálisis del intestino y del aparato bucal; la muerte ocurre alrededor después de 4 días (Vazquez, 2018).

### **2.2.12.2. Taxonomía de *Metarhizium anisopliae***

La clasificación taxonómica del *Metarhizium anisopliae* es:

- Reino: Fungí
- Filo: Ascomycota
- Clase: Sordariomycetes
- Orden: Hipocreales
- Familia: Clavicipitaceae
- Género: *Metarhizium*
- Especie: *M. anisopliae*

## **2.3 Marco legal**

### **Ley orgánica del régimen de la soberanía alimentaria, considera**

#### **Art. 4.- De los fines. - La presente Ley tiene las siguientes finalidades:**

- a. Garantizar el ejercicio de los derechos ciudadanos a la producción permanente de alimentos sanos, de calidad, inocuos y de alto valor nutritivo para alcanzar la soberanía alimentaria;
- b. Impulsar procesos de investigación e innovación tecnológica en la producción de alimentos de origen vegetal y animal que cumplan las normas y desarrollo de estándares de bienestar animal, que mejoren el acceso a los mercados nacionales e internacionales,
- c. Fortalecer el vínculo entre la producción agropecuaria y el consumo local mediante la tecnificación de los procesos Fito y zoonosológicos de control y aseguramiento de la calidad de los productos agropecuarios;
- d. Garantizar que la cadena de producción pecuaria cumpla con los estándares de bienestar animal que se establezcan en el reglamento de esta ley y buenas prácticas zoonosológicas (LORSA, 2010, p.4)

**Art. 5.- Derechos garantizados. -** Esta ley garantiza y procura a las personas, comunidades, pueblos, nacionalidades y colectivos el ejercicio de los derechos a la salud, a la alimentación, a un ambiente sano, equilibrado ecológicamente y

los derechos de la naturaleza de conformidad con la constitución y la Ley. (LORSA, 2010, p.4)

**Art.20.-** De los laboratorios oficiales y acreditados. - Para identificar y diagnosticar los patógenos que afectan a la producción primaria agropecuaria y a la calidad de los productos destinados al consumo humano y a la elaboración de alimentos, la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario, en coordinación con la autoridad rectora del sector de conocimiento, investigación e innovación, utilizará sus laboratorios y la red de laboratorios registrados o acreditados por el Organismo de Acreditación Ecuatoriana, así como también, de ser el caso, podrá utilizar los laboratorios de referencia internacional LORSA,2010, p.8).

### **Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria**

**Art.400.-** “De la constitución de la Republica reconoce el valor intrínseco de la agrobiodiversidad y, por consiguiente, dispone que se debe precautelar su papel esencial en la soberanía alimentaria “(SIPI, 2012 p.22).

**Art.10.-** Institucionalidad de la investigación y la extensión. - La ley que regule el desarrollo agropecuario creará la institucionalidad necesaria encargada de la investigación científica, tecnológica y de extensión, sobre los sistemas alimentarios, para orientar las decisiones y las políticas públicas y alcanzar los objetivos señalados en el artículo anterior; y establecerá la asignación presupuestaria progresiva anual para su financiamiento. (Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria, 2014).

Código Orgánico de la producción

**Art.57** “Democratización productiva en concordancia con lo establecido en la constitución, se entenderá por democratización productiva a las políticas, mecanismos e instrumentos que generen la desconcentración de factores y recursos productivos, y faciliten el acceso al financiamiento, capital y tecnología para la realización de actividades productivas “Párrafo II “El estado protegerá a la agricultura familiar y comunitaria como garante de la soberanía alimentaria, así como también a la artesanía , al sector informal urbano y a la micro, pequeña y mediana empresa, implementando políticas que regulen sus intercambios con el sector privado (Código Orgánico de la Producción , Comercio e Inversiones., 2010, p.25).

### 3. Materiales y métodos

#### 3.1 Enfoque de la investigación

##### 3.1.1 Tipo de investigación

Esta investigación que se desarrolló fue de tipo experimental, debido a que se empleó aplicaciones de diferente dosis y combinaciones de biocontroladores en el cultivo de maíz, además se evaluó el incremento y rentabilidad de la producción mediante la toma de datos a cada uno de los tratamientos.

##### 3.1.2 Diseño de investigación

Se realizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), el diseño de investigación que se desarrollo fue experimental, que se evaluó la comparación de biocontroladores de la *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz (*Zea mays*).

#### 3.2 Metodología

##### 3.2.1 Variables

Según el tipo del proyecto experimental se incluyeron las siguientes variables dependientes e independientes.

###### 3.1.1.1. *Variable independiente*

Evaluación de los biocontroladores para el manejo de *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz (*Zea mays*).

###### 3.1.1.2. *Variables dependientes*

En la investigación se midió los siguientes parámetros antes de empezar con los tratamientos y aplicaciones de los biocontroladores en el cultivo de maíz.

###### 3.1.1.2.1. *Número de Spodoptera frugiperda por planta (n)*

Se evaluó el número de *S. frugiperda* a los 30 días después de siembra, en lo que se tomó 20 plantas al azar por cada uno de los tratamientos; examinando si en el cogollo u en las hojas hay perforaciones causadas por este insecto plaga.

#### *3.1.1.2.2. Porcentaje de infestación de la larva de *Spodoptera frugiperda* (%)*

Se realizó un monitoreo en las plantas de maíz en toda el área útil de las unidades experimentales, evaluando el daño causado por *Spodoptera frugiperda*, evidenciando por hojas roídas, excretas frescas, perforaciones de la hoja. Este dato se tomará dentro de 20 plantas dentro del área útil a los 45 días de la siembra en cada tratamiento.

#### *3.1.1.2.3. Porcentaje de mortalidad de la plaga (%)*

Se evaluó a los 45 días de las aplicaciones de los biocontroladores, monitoreando el cogollo de las plantas de maíz en el área útil de las unidades experimentales para determinar la presencia de larvas muertas en las hojas nuevas y presencia de las larvas vivas en las hojas nuevas; tomando 10 plantas al azar, por cada tratamiento y repetición; Para ver cuál es el porcentaje de efectividad de los biocontroladores.

#### *3.1.1.2.4. Número de mazorcas cosechadas por planta (n)*

Se cosecharon las plantas a los 120 días y se realizó el respectivo conteo de las mazorcas del área útil de cada parcela.

#### *3.1.1.2.5. Longitud de mazorca (cm)*

Después de la cosecha, de cada parcela útil se midió en centímetros, 10 mazorcas al azar por cada tratamiento y repetición y se obtuvo el promedio.

#### *3.1.1.2.6. Peso de mazorca en (kg)*

Se tomaron 30 mazorcas al azar de la parcela útil, en lo cual se pesó y se obtuvo el promedio general.

#### *3.1.1.2.7. Análisis de beneficio costo*

Mediante la investigación se realizó la comparación de costos de cada tratamiento, siendo esta la fuente de obtención del estudio económico.

### 3.2.2 Tratamientos

**Tabla 1. Descripción de los tratamientos a ejecutar**

N	Tratamientos	Descripción	Dosis		Frecuencia de aplicación
			Ha	Pa	
1	T1	Bacillus thuringiensis	1.5L/ha	9.6 cc/pa	15-30-45 días
2	T2	Beauveria bassiana	1.5L/ha	9.6 cc/pa	15-30-45 días
3	T3	Bacillus thuringiensis + Beauveria bassiana	1L/ha + 1L/ha	6.4 cc/pa + 6.4 cc/pa	15-30-45 días
4	T4	Testigo Conv. Metarhizium anisopliae	1.25L/ha	8 cc/pa	15-30-45 días
5	T5	Testigo absoluto	----	-----	-----

Ávila, 2021

### 3.2.3 Diseño experimental

Se utilizó el diseño completamente al azar con arreglo de 2x2 con cinco tratamientos y cinco repeticiones, también se dimensiono las parcelas con medida de 8m de ancho, 8m de largo, con un área total del ensayo de 0 1600m<sup>2</sup>.

#### 3.2.3.1. Esquema de análisis de varianza

**Tabla 2. Modelo de análisis de varianza ANOVA**

Fuente de variación	Formula	Desarrollo	Grados de libertad
Tratamientos	(t-1)	(5-1)	4
Repeticiones	(r-1)	(5-1)	4
Error	(r-1) (t-1)	(5-1) (5-1)	16
Total	N-1	25-1	24

Ávila, 2021.

### 3.2.3.2. *Delimitación experimental*

**Tabla 3. Característica del estudio experimental**

<b>Tipo de Diseño</b>	<b>Unidad</b>
Número de tratamientos	5
Número de repeticiones	5
Número de parcelas	25
Largo de parcela	8 m
Ancho de parcela	8 m
Área total de la parcela	64 m <sup>2</sup>
Área total del ensayo	1.600 m <sup>2</sup>
Distancia entre plantas	20 cm
Distancia entre hileras	80 cm
Área útil de parcela	256 m <sup>2</sup>
Número de plantas útil a evaluar por parcela	20
Número de plantas por tratamiento	400
Número de plantas por hilera	40
Número de hileras	10

Ávila, 2021

### 3.2.4 **Recolección de datos**

#### 3.2.4.1. *Recursos*

- **Materiales**

Se utilizó herramientas de campo tales cuales: Machete, esquejes, cinta métrica, piolas, rastrillo, bomba de mochila, estacas, libretas de apuntes, calculadora, identificación de tratamientos, cámara fotográfica e insumos.

- **Recursos humanos**

La investigación se la realizó con la ayuda del tutor guía, asimismo de la ayuda de los trabajadores del lugar donde se realizó el trabajo experimental.

- **Recursos bibliográficos**

La información que se utilizó fue de fuentes bibliográficas, tesis, revista indexada, libros, investigación académica de Google, biblioteca de la Universidad del Ecuador.

- **Recursos económicos**

Los gastos de este trabajo fueron financiados por recurso propio del tesista.

**Tabla 4. Presupuesto de trabajo experimental**

<b>Actividad y producto</b>	<b>Costo (\$) total</b>
Preparación de suelo	30
Semillas	200
Jornales	40
Siembra	40
Arriendo	250
Fertilizantes	150
<i>Bacillus thuringiensis</i>	15
<i>Beauveria Bassiana</i>	15
<i>Metarhizium anisopliae</i>	15
Transporte	200
<b>Total</b>	<b>955</b>

Ávila, 2021

### **3.2.4.2. Métodos y técnicas**

#### *3.2.4.2.1. Métodos*

**Método inductivo:** Para el cumplimiento de este método, se permitió observar los resultados y se finalizó cumpliendo con los objetivos planteados.

**Método deductivo:** Los datos de esta evaluación se los comparó con otras investigaciones y se realizó un criterio analítico.

**Método analítico:** Con este método se observó el comportamiento de la investigación durante su desarrollo.

#### *3.2.4.2.2. Técnica*

### **Manejo del ensayo**

#### **Preparación del terreno**

Se inició con la limpieza del terreno, utilizando machete y rastrillo para eliminar la presencia de malezas que se encontraba en el área de estudio.

#### **Trazado y rotulado de las parcelas**

Se delimitó el terreno con la utilización piolas y estacas, para marcar cada uno de los tratamientos con sus respectivas repeticiones. Se rotulo cada unidad experimental para identificar los tratamientos.

#### **Siembra**

La siembra se realizó de forma manual con la ayuda de espeques para realizar los hoyos, en lo cual se colocó 1 semilla por orificio cada veinte centímetros y se cubría el orificio. La densidad de siembra es de 80cm entre hilera y 20cm entre planta.

#### **Riego**

El riego se lo realizó por medio de surco y el agua que se utilizó para todo el ciclo del cultivo, fue el agua del río.

#### **Cosecha**

La cosecha se ejecutó cuando el cultivo alcanzo la madurez fisiológica, en lo cual la recolección se realizó de forma manual.

#### **Escala de Davis**

Durante el ciclo vegetativo del cultivo, nos guiamos por de la escala de Davis para identificar el nivel de daño alcanzado y relacionarlo con el tamaño de la larva

presente en ese momento. Por ejemplo, valores de escala de 5 son causados por larvas L4-L5, ya alojadas en el cogollo. Valores de escala 1, 2 y 3 son causados por larvas menores a 1,5 cm de largo (estadios larvales de L1-L3), generalmente más móviles y más fáciles de controlar.

### **3.2.5 Análisis estadístico**

#### **3.2.5.1. Análisis funcional**

Para el análisis de los datos se valoraron estadísticamente mediante el análisis de varianza, con el fin de detectar significativas entre tratamientos. La comparación de media se realizó mediante el software estadístico INFOSTAT, con el test de TUKEY. Se analizó al 5% de probabilidad de error.

#### **3.2.5.2. Hipótesis estadística**

Se tomará en cuenta las siguientes hipótesis estadísticas

**Ho:** uno de los tratamientos en estudio no presentara el resultado adecuado en el control de la *Spodoptera frugiperda*

**Ha:** Al menos unos de los tratamientos en estudio tendrán resultados favorable.

## 4. Resultados

### 4.1 Identificar el nivel poblacional de las larvas de (*Spodoptera frugiperda*) en cada uno de los tratamientos del proyecto

#### 4.1.1 Número de *Spodoptera frugiperda* antes de aplicación

En la tabla 5 se observan los promedios de número de *Spodoptera frugiperda* de cada parcela experimental, obtenidos mediante el análisis estadístico, luego de la aplicación de los biocontroladores, en el cual se tomó datos de las medidas cada antes de la aplicación el cual se describe de la siguiente manera donde se especificará cada uno de los resultados obtenidos mediante el estudio realizado.

Mediante la observación de la tabla se puede visualizar los valores de los resultados de los tratamientos fueron el T3 (*Bacillus thuringiensis* + *Beauveria bassiana*) con un promedio de 1.80 (n), seguidamente el T1 (*Bacillus thuringiensis*) con 1.90 (n), seguido por el T2 (*Beauveria bassiana*) con 1.90 (n), seguido por el T4 (*Metarhizium anisopliae*) con 1.80 (n), así mismo teniendo en cuenta que el T5 (testigo) con 1.90 (n), fue el que tuvo mayor número de *Spodoptera frugiperda* por planta de maíz.

**Tabla 5. Número de *Spodoptera frugiperda* antes de la aplicación**

N.	Tratamientos	Medias (n)	Significancia
T3	<i>Bacillus thuringiensis</i> + <i>Beauveria bassiana</i>	1.80	a
T4	<i>Metarhizium anisopliae</i>	1.80	a
T2	<i>Beauveria bassiana</i>	1.90	a
T1	<i>Bacillus thuringiensis</i>	1.90	a
T5	Testigo absoluto	1.90	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Ávila, 2021

#### 4.1.2 Número de *Spodoptera frugiperda* después de aplicación

En la tabla 6 se observan los promedios de número de *Spodoptera frugiperda* de cada parcela experimental, obtenidos mediante el análisis estadístico, luego de la aplicación de los biocontroladores, en el cual se tomó datos de la aplicación. Teniendo en consideración que el gusano cogollero selecciona hojas y brotes tiernos, especialmente de los cogollos para alimentarse, convirtiéndose en un masticador del tejido vegetal. En estado de plántulas puede causar la defoliación completa y además dañar el meristema apical en desarrollo.

Los valores de los resultados de los tratamientos fueron el T3 (*Bacillus thuringiensis* + *Beauveria bassiana*) con un promedio de 0.89 (n), seguido por el T1 (*Bacillus thuringiensis*) con 1.20 (n), seguido por el T2 (*Beauveria bassiana*) con 1.21 (n), seguido por el T4 (*Metarhizium anisopliae*) con 1.25 (n), y por último el T5 (testigo) con 1.26 (n), fue el que tuvo mayor número de *Spodoptera frugiperda* por planta de maíz.

**Tabla 6. Número de *Spodoptera frugiperda* después de aplicación**

N.	Tratamientos	Dosis parcela	Medias (n)	Significancia
T3	<i>Bacillus thuringiensis</i> + <i>Beauveria bassiana</i>	6.4cc 6.4cc	0.89	a
T1	<i>Bacillus thuringiensis</i>	9.6 cc	1.20	a
T2	<i>Beauveria bassiana</i>	9.6 cc	1.21	a
T4	<i>Metarhizium anisopliae</i>	8 cc	1.25	a
T5	Testigo absoluto		1.26	b
	Promedio		1.16	
	E.E		0.07	
	C.V.		13.59	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Ávila, 2021

#### 4.1.3 Infestación de la larva de *Spodoptera frugiperda* (%)

En la tabla 7 se observan los promedios de infestación de larvas de *Spodoptera frugiperda* de cada parcela experimental, obtenidos mediante el análisis estadístico, luego de la aplicación de los biocontroladores, en el cual, si se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos por lo que se acepta la hipótesis alterna, se obtuvo un coeficiente de variación de 14.09

Los valores de los resultados de los tratamientos fueron el T3 (*Bacillus thuringiensis* + *Beauveria bassiana*) con un promedio de 16.80 (%), seguido por el T1 (*Bacillus thuringiensis*) con 23.40 (%), seguido por el T2 (*Beauveria bassiana*) con 24.40 seguido por el T4 (*Metarhizium anisopliae*) con 26.40 (%) y por último el T5 (testigo) con 27.20 (%) fue el que tuvo mayor porcentaje de infestación de larvas de *Spodoptera frugiperda* por planta de maíz.

**Tabla 7. Infestación de larvas de *Spodoptera***

N.	Tratamientos	Dosis parcela	Medias (%)	Significancia
T3	<i>Bacillus thuringiensis</i> + <i>Beauveria bassiana</i>	6.4cc 6.4cc	16.80	a
T1	<i>Bacillus thuringiensis</i>	9.6 cc	23.40	b
T2	<i>Beauveria bassiana</i>	9.6 cc	24.40	b
T4	<i>Metarhizium anisopliae</i>	8 cc	26.40	b
T5	Testigo absoluto		27.20	b
	Promedio		23.64	
	E.E		1.49	
	C.V.		14.09	

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )*  
Ávila, 2021

#### 4.1.4 Porcentaje de mortalidad de la plaga (%)

En la tabla 8 se observan los promedios de mortalidad de *Spodoptera frugiperda* de cada parcela experimental, obtenidos mediante el análisis estadístico, luego de la aplicación de los biocontroladores, en el cual, si se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos por lo que se acepta la hipótesis alterna, se obtuvo un coeficiente de variación de 11.51.

Los valores de los resultados de los tratamientos fueron el T3 (*Bacillus thuringiensis* + *Beauveria bassiana*) con un promedio de 71.20 (%), seguido por el T1 (*Bacillus thuringiensis*) con 67.60 (%), seguido por el T2 (*Beauveria bassiana*) con 66.40 seguido por el T4 (*Metarhizium anisopliae*) 65.40 (%) y por último el T5 (testigo) con 58.20 (%) este obtuvo el menor porcentaje de mortalidad de *Spodoptera frugiperda* por planta de maíz cosechada.

**Tabla 8. Porcentaje de mortalidad**

N.	Tratamientos	Dosis parcela	Medias (%)	Significancia
T3	<i>Bacillus thuringiensis</i> + <i>Beauveria bassiana</i>	6.4 cc 6.4 cc	71.20	a
T1	<i>Bacillus thuringiensis</i>	9.6 cc	67.60	a
T2	<i>Beauveria bassiana</i>	9.6 cc	66.40	a
T4	<i>Metarhizium anisopliae</i>	8 cc	65.40	a
T5	Testigo absoluto		58.20	a
	Promedio		65.76	
	E.E		3.40	
	C.V.		11.51	

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )*  
Ávila, 2021

## 4.2 Establecer la dosis adecuada de los diferentes biocontroladores en el manejo del gusano cogolleros (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz

### 4.2.1 Número de mazorcas cosechadas por tratamiento (n)

En la tabla 9 se observan los promedios de número de mazorcas cosechadas por tratamiento, mediante el análisis estadístico una vez realizada la aplicación de los biocontroladores, presentaron diferencias significativas entre los tratamientos, por lo cual se acepta la hipótesis alterna, se obtuvo un coeficiente de variación de 2.90.

Los valores de los resultados de los tratamientos fueron el T3 (*Bacillus thuringiensis* + *Beauveria bassiana*) con un promedio de 392.00 (n), seguido por el T1 (*Bacillus thuringiensis*) con 384.00 (n), seguido por el T2 (*Beauveria bassiana*) con 380.00 (n) seguido por el T4 (*Metarhizium anisopliae*) 372.80 (n) y por último el T5 (testigo) con 370.00 (n) fue el que tuvo menor porcentaje de número de mazorcas cosechadas por tratamiento.

**Tabla 9. Número de mazorcas cosechadas**

N.	Tratamientos	Dosis parcela	Medias (n)	Significancia
T5	Testigo absoluto		370.00	a
T4	<i>Metarhizium anisopliae</i>	8 cc	372.80	a b
T2	<i>Beauveria bassiana</i>	9.6 cc	380.00	a b
T1	<i>Bacillus thuringiensis</i>	9.6 cc	384.00	a b
T3	<i>Bacillus thuringiensis</i> + <i>Beauveria bassiana</i>	6.4cc	392.00	b
	Promedio	6.4cc	379.76	
	E.E		4.93	
	C.V.		2.90	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Ávila, 2021

#### 4.2.2 Longitud de mazorca (cm)

En la tabla 10 se observan los promedios de número de longitud de mazorcas obtenidas por tratamiento, mediante el análisis estadístico luego de la aplicación de los biocontroladores, en este se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos por lo que se acepta la hipótesis alterna, se obtuvo un coeficiente de variación de 3.03.

Los valores de los resultados de los tratamientos fueron el T3 (*Bacillus thuringiensis* + *Beauveria bassiana*) con un promedio de 17.04 (cm), seguido por el T1 (*Bacillus thuringiensis*) con 16.10 (cm), seguido por el T2 (*Beauveria bassiana*) con 15.95 (cm) seguido por el T4 (*Metarhizium anisopliae*) 14.94 (cm) y por último el T5 (testigo) con 14.87 (cm) fue el que tuvo menor porcentaje de longitud de mazorcas cosechadas por tratamiento.

**Tabla 10. Longitud mazorcas cosechadas**

n	Tratamientos	Dosis parcela	Medias (cm)	Significancia
T5	Testigo absoluto		14.87	a
T4	<i>Metarhizium anisopliae</i>	8 cc	14.94	a
T2	<i>Beauveria bassiana</i>	9.6 cc	15.95	b
T1	<i>Bacillus thuringiensis</i>	9.6 cc	16.10	b
T3	<i>Bacillus thuringiensis</i> + <i>Beauveria bassiana</i>	6.4cc 6.4cc	17.04	c
	Promedio		15.77	
	E.E		0.21	
	C.V.		3.03	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Ávila, 2021

### 4.2.3 Peso de mazorca en (kg)

En la tabla 11 se observan los promedios de peso de las mazorcas cosechadas de cada tratamiento, los análisis estadísticos obtenidos luego de la aplicación de los biocontroladores, estos presentaron diferencias significativas entre los tratamientos por lo que se acepta la hipótesis alterna, obteniendo un coeficiente de variación de 7.61.

Los valores de los resultados de los tratamientos fueron el T3 (*Bacillus thuringiensis* + *Beauveria bassiana*) con un promedio de 0.38 kg, seguido por el T1 (*Bacillus thuringiensis*) con 0.35 kg, seguido por el T2 (*Beauveria bassiana*) con 0.32 kg seguido por el T4 (*Metarhizium anisopliae*) 0.29 kg y por último el T5 (testigo) con 0.28 kg, este obtuvo el menor porcentaje de peso de las mazorcas cosechadas por tratamiento.

**Tabla 11. Peso de mazorca**

n	Tratamientos	Dosis parcela	Medias (kg)	Significancia
T5	Testigo absoluto		0.28	a
T4	<i>Metarhizium anisopliae</i>	8 cc	0.29	a
T2	<i>Beauveria bassiana</i>	9.6 cc	0.32	b
T1	<i>Bacillus thuringiensis</i>	9.6 cc	0.35	b c
T3	<i>Bacillus thuringiensis</i> + <i>Beauveria bassiana</i>	6.4cc 6.4cc	0.38	c
	Promedio		0.32	
	E.E		0.01	
	C.V.		7.61	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )  
Ávila, 2021

#### 4.2.4 Rendimiento en (kg)

En la tabla 12 se observan los promedios de rendimiento en kilogramos de cada tratamiento, los análisis estadísticos obtenidos luego de la aplicación de los biocontroladores, estos presentaron diferencias significativas entre los tratamientos por lo que se acepta la hipótesis alterna, obteniendo un coeficiente de variación de 6.06

Los valores de los resultados de los tratamientos fueron el T3 (*Bacillus thuringiensis* + *Beauveria bassiana*) con un promedio de 23.90 kg, seguido por el T1 (*Bacillus thuringiensis*) con 22.24 kg, seguido por el T2 (*Beauveria bassiana*) con 20.60 kg seguido por el T4 (*Metarhizium anisopliae*) con 18.96 kg y por último el T5 (testigo) con 18.50 kg, este obtuvo el menor porcentaje de rendimiento por tratamiento.

**Tabla 12. Rendimiento en kg**

N.	Tratamientos	Dosis parcela	Medias kg	Significancia
T5	Testigo absoluto		18.50	a
T4	<i>Metarhizium anisopliae</i>	8 cc	18.96	a
T2	<i>Beauveria bassiana</i>	9.6 cc	20.60	a b
T1	<i>Bacillus thuringiensis</i>	9.6 cc	22.24	b c
T3	<i>Bacillus thuringiensis</i> +	6.4 cc	23.90	c
	<i>Beauveria bassiana</i>	6.4 cc		
	Promedio		20.84	
	E.E		0.56	
	C.V.		6.06	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )  
Ávila, 2021

### 4.3 Realizar un análisis económico de los tratamientos del estudio

#### 4.3.1 Análisis de beneficio costo

En la tabla 13 se visualiza datos promediados de los tratamientos al evaluar cuando se realizó el análisis económico en la relación beneficio/costo de los biocontroladores orgánicos, obteniendo la mayor relación el tratamiento T3 (Bacillus thuringiensis + Beauveria bassiana) con un promedio de \$ 1.27, seguido por el T1 (Bacillus thuringiensis) con \$ 1.18 seguido por el T2 (Beauveria bassiana) con \$ 1.07 seguido por el T4 (Metarhizium anisopliae) con \$ 1.00 y por último T5 (Testigo absoluto) con \$ 0.99 quién obtuvo la menor relación beneficio/costo el demostrando que existen diferencias entre los tratamientos en estudio.

**Tabla 13. Análisis beneficio/costo**

Componentes		T1 <i>Bacillus thuringiensis</i>	T2 <i>Beauveria bassiana</i>	T3 <i>Bacillus T. + Beauveria bassiana</i>	T4 <i>Metarhizium anisopliae</i>	T5 Testigo absoluto
<b>INGRESO</b>						
<b>POR VENTAS</b>	Unidad					
Rendimiento parcela	kg	29.10	26.5	32.00	24.00	23.00
Rendimiento (kg/ha)	kg	4546.87	4140.62	5000	3750	3593.75
Rendimiento (q/ha)	q	100.03	91.09	110	82.5	79.06
Perdida secado 10%	%	454.69	414.06	500	375	359.38
Rendimiento ajuste	kg	4092.19	3726.56	4500	3375	3234.38
Precio de venta	kg	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
Ingreso hectárea		1350.42	1229.77	1485	1113.75	1067.34
<b>Total, de ingresos</b>		48.015	43.725	52.8	39.6	37.95
<b>EGRESOS</b>						
Arriendo	Terreno	280.00	280.00	280.00	280.00	280.00
Variedad ADVANTA	Semilla	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00
Fertilizantes	5 sacos	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00
Cosecha	Jornales	250.00	250.00	250.00	250.00	250.00
Biocontroladores/Ha	Dosis/ lt	67.50	67.50	90.00	22.50	00.00
Costo variable (\$)	\$	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
<b>Total, egresos</b>	<b>\$</b>	<b>1147.5</b>	<b>1147.5</b>	<b>1170</b>	<b>1102.5</b>	<b>1080.00</b>
Precio comercial (\$/lb)	\$/lb	15.18	15.18	15.18	15.18	15.18
Ingreso bruto (\$)	\$	1350.42	1229.77	1485.00	1102.50	1080
Beneficio neto (\$)	\$	202.92	82.27	315.00	0.00	-12.66
<b>Relación beneficios/costos</b>	<b>\$</b>	<b>1.18</b>	<b>1.07</b>	<b>1.27</b>	<b>1.00</b>	<b>0.99</b>

## 5. Discusión

Con los resultados obtenidos del presente trabajo experimental se analizó la comparación de biocontroladores de (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz (*Zea mays*) puerto Conguillo, provincia de Manabí.

De acuerdo con los resultados obtenidos en esta investigación, se indicó el números de *Spodoptera frugiperda* de los tratamientos fueron el T3 (*Bacillus thuringiensis* + *Beauveria bassiana*) con un promedio de 0.89 (n), seguido por el T1 (*Bacillus thuringiensis*) con 1.20 (n), seguido por el T2 (*Beauveria bassiana*) con 1.21 (n), seguido por el T4 (*Metarhizium anisopliae*) con 1.25 (n), y por último el T5 (testigo) con 1.26 (n), fue el que tuvo mayor número de *Spodoptera frugiperda* por planta de maíz, esto se evaluó a los 30 días posterior a la siembra. Lo cual se concuerda con Terán (2003) este en su trabajo observó que después de las aplicaciones de *B. bassiana* no hubo un decremento inmediato en la población de *S. frugiperda*, en cambio se observa que en el tratamiento testigo (control químico) la cantidad de cogolleros baja inmediatamente. El efecto de *B. bassiana*, por ser un controlador biológico, es más lento y se aprecia a partir del cuarto día luego de la aplicación.

Así mismo en cuanto al porcentaje de infestación en el presente trabajo se reportaron valores los tratamientos fueron el T3 (*Bacillus thuringiensis* + *Beauveria bassiana*) con un promedio de 31.20 (%), seguido por el T1 (*Bacillus thuringiensis*) con 36.80 (%), seguido por el T2 (*Beauveria bassiana*) con 39.80 seguido por el T4 (*Metarhizium anisopliae*) con 42.80 (%) y por último el T5 (testigo) con 45.80 (%) fue el que tuvo mayor porcentaje de infestación de larvas de *Spodoptera frugiperda* por planta de maíz. Se concuerda con Flores (2004) indica que el porcentaje de larvas muertas 10 días después de la infestación de larvas de *Spodoptera*

frugiperda, indicando que a 1.000 g/Ha de *Bacillus thuringiensis* se obtuvo 63,63 o/o de mortalidad, superando a los tratamientos con 800, 600 y 0 g/Ha obtuvieron 50.27; 42.04 y 1.70 o/o de mortalidad demostrando menor eficiencia en el control de *Spodoptera frugiperda*.

En cuanto a la determinación de la dosis adecuada para evaluar la mortalidad de la *Spodoptera* se expresaron los valores de los resultados de los tratamientos fueron el T3 (*Bacillus thuringiensis* + *Beauveria bassiana*) con un promedio de 71.20 (%) el cual obtuvo mayor porcentaje, seguido por el T1 (*Bacillus thuringiensis*) con 67.60 (%), seguido por el T2 (*Beauveria bassiana*) con 66.40 seguido por el T4 (*Metarhizium anisopliae*) 65.40 (%) y por último el T5 (testigo) con 58.20 (%) fue el que tuvo menor porcentaje de mortalidad de *Spodoptera frugiperda* por planta de maíz. Mientras que Meneses (2008) indica que en la evaluación se alcanzó como promedio a los tres días posteriores a la aplicación de los bioplaguicidas, se alcanzó más del 60% de control de las larvas de *S. frugiperda* con las dosis de 0.04 y 0.6l/ha de bioplaguicida, presentando diferencia significativa con el valor obtenido con Thruisav 24, biopreparado en base a *B. thuringiensis* que llegó a alcanzar el 48.3% como promedio de mortalidad, en relación con esto se concuerda con el trabajo presentado.

Así mismo se concuerda con el trabajo presentado por González, Reyes, y Hernández, (2015) indica que se utilizó el producto Crimax®, por contaminación de dieta artificial, utilizando concentraciones de 50 y 500 µg mL<sup>-1</sup>, de su formulación en gránulos dispersables (*B. thuringiensis* subespecie *kurstaki*, cepa EG 7.841, equivalente a 150g de i.a kg<sup>-1</sup>). A cada 5g de dieta, se le agregó cada concentración, las cuales fueron distribuidas en vasos de plástico (3.5 cm de diámetro por 3.8 cm de altura), para después introducir la larva para su alimentación

y experimentación, cada 24 h se registró el porcentaje de mortalidad, reportada como mortalidad acumulada.

Por lo tanto, se acepta la hipótesis alterna, ya que se pudo lograr controlar la población de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz (*Zea mays*) en el cantón Pichincha provincia de Manabí (Puerto Conguillo).

En cuanto al análisis económico realizado se estableció el mejor tratamiento fue tratamiento T3 (*Bacillus thuringiensis* + *Beauveria bassiana*) con un promedio de \$ 1.27, seguido por el T1 (*Bacillus thuringiensis*) con \$ 1.18 seguido por el T2 (*Beauveria bassiana*) con \$ 1.07 seguido por el T4 (*Metarhizium anisopliae*) con \$ 1.00 y por último quien obtuvo la menor relación beneficio/costo el T5 (Testigo absoluto) con \$ 0.99

Por lo cual no se concuerda con León (2016) el expresa que el tratamiento 4 (*M. anisopliae* 2cc + *B. thuringiensis* 0cc) con una relación costo beneficio de 1.5 y el tratamiento 7 (*M. anisopliae* 3cc + *B. thuringiensis* 0cc) con 1.4 registraron los mayores beneficios netos de acuerdo al análisis económico, la peor relación beneficio costo lo alcanzó el testigo con 0.2 de beneficio neto.

## 6. Conclusiones

Una vez que se obtuvieron los datos de las variables propuestas en la investigación con el fin de cumplir los objetivos de la misma, se dan las siguientes conclusiones.

En base a los controladores biológicos se estableció que el tratamiento T3 una combinación de *Bacillus thuringiensis* + *Beauveria bassiana*, mantuvieron porcentajes bajos en cuanto al número de larvas y la infestación de *Spodoptera frugiperda* en las plantas, así mismo, mantuvo un índice alto en cuanto a la mortalidad de esta plaga, los demás tratamientos por separados como T1 *Bacillus thuringiensis* y T2 *Beauveria bassiana* también tuvieron resultados favorables.

Mientras que en para la dosis adecuada para el manejo del gusano cogollero se determinó que el tratamiento T3 una combinación de *Bacillus thuringiensis* + *Beauveria bassiana*, con dosis de 6.4 cc/pa + 6.4 cc/pa alcanzó promedios satisfactorios en cuanto al número de mazorcas cosechadas como también la longitud de la mazorca y el peso de la mazorca, siendo el T5 el de menor porcentaje en estas variables.

Una vez obtenido el análisis económico en cuanto al beneficio/costo quien presento el mayor valor fue el T3 una combinación de *Bacillus thuringiensis* + *Beauveria bassiana* el cual obtuvo un promedio de \$ 1.27 es decir por cada dólar invertido se obtiene una ganancia de \$ 0.27 centavos, dando como resultados que existe un mejor benéfico el uso de los biocontroladores.

## 7. Recomendaciones

En este trabajo experimental se desarrolló con el propósito de utilizar biocontroladores para el manejo del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz.

Efectuar planes de monitoreo en las etapas donde se ve vas afectado el cultivo por las larvas de *Spodoptera*, identificando el porcentaje de mayor infestación, para luego ejecutar un control adecuado de plagas antes de que esta sobrepase los umbrales económicos.

Los biocontroladores son de menor impacto al medio ambiente, por lo cual representan una alternativa ecológica para el control del gusano cogollero, esto con se pretende de disminuir el impacto ambiental causador por el uso irracional de los agroquímicos.

Para futuras investigaciones implementando nuevas dosis y combinaciones de estos biocontroladores, en diferentes zonas del país puesto que los agricultores tendrán una alternativa al momento de control de gusano cogollero, ya que está demostrado su eficacia de los biocontroladores.

## 8. Bibliografías

- Abarca . (2014). " *Caracterización Agro-Morfológica del maíz (Zea mays L.) de la localidad San José, de Chazo.* chimborazo.
- Agroes. (11 de 17 de 2012). *AgroEs.es*. Obtenido de Maíz clima y suelo para su cultivo: <https://www.agroes.es/cultivos-agricultura/cultivos-herbaceos-extensivos/maíz/264-maíz-clima-y-suelo-para-su-cultivo>
- Alvarez E. (2018). Cultivo de Maíz Zea mays L. *Centro Nacional de Tecnología*, 11.
- Arechua. (2020). *Manejo agroecológico del gusano cogollero en el cultivo de maíz.*
- Bayer. (2019). Modo de acción del insecticida biológico *Bacillus thuringiensis*. *Bayer*.
- Beatriz. (18 de Diciembre de 2020). *Lifeder*. Obtenido de <https://www.lifeder.com/bacillus-thuringiensis/>.
- Carmona, M. (86 de enero de 2018). *Pudriciones del tallo y raíces del cultivo de maíz.* Obtenido de [https://nanopdf.com/download/pudriciones-de-raiz-y-tallo-maizaapresid2006pdf\\_pdf](https://nanopdf.com/download/pudriciones-de-raiz-y-tallo-maizaapresid2006pdf_pdf)
- Carvajal. (2012). Manejo y control de maleza en maíz. *Agosintesis*.
- Chango. (2012). Control del gusano cogollero (*Spodoptera Frugiperda*) en el cultivo de maíz. *Control (Spodoptera Frugiperda) en el cultivo de maíz.* Universidad de Ambato Facultad de Ingeniería Agronómica, Ambato.
- Chatanaxi, M. (2016). *Respuesta del cultivo de maíz dulce var. Bandit a la aplicación de niveles de calcio, boro y azufre bajo invernadero.* Quito.
- Coello. (2015). Obtenido de [repositorio.ug.edu.ec: http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/7395/1/TESIS%20COELLO%20EN%20PDF.pdf](http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/7395/1/TESIS%20COELLO%20EN%20PDF.pdf)
- Cordova. (2020). *Característica del maíz que lo hacen una planta versátil.* México.

- Corina. (2015). Control de insectos plaga de importancia agrícola por medio de *Bacillus thuringiensis*. *Control de Plagas agrícolas importantes con B.T.* Instituto de Investigaciones en Biodiversidad y Biotecnología.
- Correa. (2014). *Beauveria bassiana* en el Control Biológico de Patógenos. *Academia*.
- Cortez. (2021). *Manual de uso microorganismo agrícolas*. Quito: Microbilab laboratory.
- Deras. (2016). Guía técnica de cultivo de maíz. *Guía técnica de cultivo de maíz*. Instituto Interamericano de cooperación para la Agricultura de Salvador, Guatemala.
- Drouet, A. (2018). Efecto de la aplicación de *Bacillus thuringiensis* en el control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith) del híbrido de Maíz (Zea mays) INIAP H-551 en la comuna Río Verde, provincia de Santa Elena. *Revista científica y tecnología UPSE*. Obtenido de <https://incyt.upse.edu.ec/ciencia/revistas/index.php/rctu/article/view/312/400>
- Ecuaplantas. (s.f.). Ficha técnica. *Ficha técnica Beauvetic*, 1.
- Fabara . (2012). *Plagas y enfermedades de los cultivos de papa maiz y alfalfa en el area de influencia del canal de riego ambato huachi- pelileo*. Ambato.
- FAO. (1 de Marzo de 2020). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Obtenido de <http://www.fao.org/fall-armyworm/es/#:~:text=El%20gusano%20cogollero%20del%20ma%C3%ADz,da%C3%B1os%20importantes%20a%20los%20cultivos>.
- Flores, R. M. (2004). *Eficiencia de Bacillus thurigiensis en el control de Spodoptera frugierda en el cultivo de maíz (Zea mays) en el bajo mayo*. Taporoto - Perú: Universidad Nacional San Martín.

- González, M., Reyes, N., & Hernández, I. (2015). Productos biológicos para el control de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Revista Colombiana de Entomología*, 41 (2).
- Guacho, E. (2014). Caracterización agro- morfológica del maíz (*Zea mays* L). chimborazo.
- Intagri. (09 de 12 de 2015). *Intagri*. Obtenido de Control del Gusano cogollero: <https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/el-momento-oportuno-para-el-control-del-gusano-cogollero>
- Intagri. (2017). El carbon de la Espiga en el cultivo de maíz. *Intagri*, 80.
- Josse, J. (2019). Expectativas de la cosecha de Maíz. *El Productor*, 28.
- León, J. E. (2016). *Control biológico del gusano cogollero Spodopetera frugiperda en el cultivo de maíz Zea mays con Metarhizium anisopliae y Bacillus thurigiensis en la zona del cantón Baba provincia de Los Ríos*. Guayaquil - Ecuador: Universidad Agraria del Ecuador.
- López. (23 de 05 de 2013). Obtenido de [www.scielo.org.co](http://www.scielo.org.co): <http://www.scielo.org.co/pdf/nova/v11n20/v11n20a09.pdf>
- Lorenzo. (2011). El cultivo de maíz, fisiología y aspectos generales. *Agrigan S.A.*
- Maizar. (2011). El maíz, primero en el mundo. *MAIZAR*, 1. Obtenido de <http://www.maizar.org.ar/vertex.php?id=392>
- Masaquiza. (2016). *Valoracion de rendimiento de maíz*. Universidad Técnica de Ambato, Ambato.
- Meneses, R. (2008). Manejo Integrado de los principales insectos y acaros plagas del arroz. *Instituto de Investigaciones del Arroz*, 75 - 76.
- Mora, Y. A. (2020). *Evaluación de tres bioinsecticidas entomopatógenos para el control del gusano cogollero (Spodoptera frugiperda) del cultivo de maíz (Zea*

- mays* ) en condiciones controladas . Quevedo – Los Ríos – Ecuador: Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- Noboa. (2015). *Diseño e implementación de un protocolo para mejorar la producción y conservación de Beauveria bassiana*. Universidad Politecnica salesiana sede quito, Quito.
- Ortigoza. (2019). Guia técnica de cultivo de maíz. *Proyecto paquetes tecnologicos ppt*, 15.
- Ortiz. (2010). *Ciclo biológico de Gusano Cogollero*. Quito: Thomson del Ecuador.
- Paliz. (2008). Plagas del maíz (*Zea mays*). *Ministerio de agricultura y ganadería*, 25.
- Pérez. (2019). Alternativas ecológicas en el control de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) en el cultivo de maíz amarillo duro. *Scientia agropecuaria*, 10(4), 1. Obtenido de <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/scientiaagrop/article/view/2659>
- Placencio. (2015). *Descripción etológica del gusano cogollero del cultivo de maíz*. Universidad Técnica de Cotopaxi, ingeniería agronomica, Cotopaxi.
- Pliego. (2020). el maíz : su origen, historias y expansión. *Panorama cultural*, 1. Obtenido de <https://www.panoramacultural.com.co/gastronomia/3676/el-maiz-su-origen-historia-y-expansion>
- Proain. (2020). *Control de Spodoptera Frugiperda*. <https://proain.com/blogs/notas-tecnicas/ciclo-biologico-del-gusano-cogollero>.
- Ramírez. (2017). Alternativas tecnologías para el cultivo de maiz ( *Zea mays*) en las condiciones de esmeraldas. Esmeraldas: tesis de pregado.
- Rosales. (2015). *Efecto de Bacillus thuringiensis en spodoptera frugiperda*. Universidad Autónoma del Estado de México.

- Rural, M. d. (2003). *Epidemiología*. Bogotá: Grupo Transferencia de Tecnología, ICA.
- Smith, J. (12 de Febrero de 2015). gusano cogollero . *INIAP*, 4-5.
- Terán, G. M. (2003). Eficacia de *Beauveria bassiana* y *Verticillium lecanii* aplicados a tres concentraciones en dos formulaciones para el control de *Spodoptera frugiperda* en jilote y *Aphis spp.* en pepino. *Zamorano*, 24.
- Troya. (2011). Evaluación de Cepas de Nucleopoliedrovirus (NPV) Patógenos para el control del Gusano cogollero. *Control de Spodoptera Frugiperda*. Universidad Técnica de Babahoyo , Escuela de Ingeniería Agropecuaria, Babahoyo.
- Vázquez. (2012). Caracterización morfológica de *Beauveria bassiana*, aislada de diferentes insectos. Trujillo-Venezuela.
- Vázquez. (18 de noviembre de 2018). *Metarhizium anisopliae: características, taxonomía, morfología*.
- Velázquez. (2015). *Efecto de entomopatogenos en el control de cogollero (Spodoptera frugiperda smith) en el cultivo de maiz*. Universidad Nacional Hermilio Valdizan, Repositorio Institucional.
- Yanez. (2018). Manejo de Gusano Trozador ( *Agrotis ipsilon*). *Manejo de Gusano Trozador*. Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ciencias Agrarias, Ambato.
- Zambrano, L. M. (2016). *Efectos de la aplicación de extractos botánicos en el control del gusano cogollero*.

## 9. Anexos

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
N. Spodoptera/planta	25	0,13	0,00	22,65

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,42	8	0,05	0,30	0,9570
Tratamientos	0,06	4	0,01	0,08	0,9860
Repeticiones	0,36	4	0,09	0,51	0,7313
Error	2,84	16	0,18		
Total	3,26	24			

Figura 1. Número de *Spodoptera* antes de la aplicación Ávila, 2021

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
N. Spodoptera1	25	0.57	0.36	13.59

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.53	8	0.07	2.68	0.0444
Tratamientos	0.49	4	0.12	4.90	0.0090
Repeticiones	0.05	4	0.01	0.46	0.7630
Error	0.40	16	0.02		
Total	0.93	24			

Figura 2. Número de *Spodoptera* después de la aplicación Ávila, 2021

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Porcentaje de infestación	25	0,71	0,57	14,09

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	438,32	8	54,79	4,94	0,0032
Tratamientos	338,56	4	84,64	7,63	0,0012
Repeticiones	99,76	4	24,94	2,25	0,1093
Error	177,44	16	11,09		
Total	615,76	24			

Figura 3. Porcentaje de infestación Ávila, 2021

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Porcentaje de mortalidad	25	0,45	0,17	11,51

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	753,68	8	94,21	1,63	0,1940
Tratamientos	459,84	4	114,96	1,98	0,1455
Repeticiones	293,84	4	73,46	1,27	0,3233
Error	926,96	16	57,94		
Total	1680,64	24			

Figura 4. Porcentaje de mortalidad  
Ávila, 2021

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Mazorca/trata	25	0,46	0,19	2,90

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1635,52	8	204,44	1,68	0,1787
Tratamientos	1607,36	4	401,84	3,31	0,0372
Repeticiones	28,16	4	7,04	0,06	0,9931
Error	1943,84	16	121,49		
Total	3579,36	24			

Figura 5. Número de mazorcas cosechadas  
Ávila, 2021

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Longitud de mazorca	25	0,82	0,74	3,03

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	17,17	8	2,15	9,38	0,0001
Tratamientos	16,30	4	4,07	17,81	<0,0001
Repeticiones	0,88	4	0,22	0,96	0,4575
Error	3,66	16	0,23		
Total	20,83	24			

Figura 6. Longitud de la mazorca  
Ávila, 2021

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Peso de mazorca	25	0,79	0,69	7,61

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,04	8	4,6E-03	7,55	0,0003
Tratamientos	0,04	4	0,01	15,02	<0,0001
Repeticiones	1,8E-04	4	4,6E-05	0,08	0,9885
Error	0,01	16	6,0E-04		
Total	0,05	24			

Figura 7. Peso de la mazorca  
Ávila, 2021

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Rendimiento	25	0.82	0.73	6.06

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	116.34	8	14.54	9.12	0.0001
Tratamientos	101.96	4	25.49	15.98	<0.0001
Repeticiones	14.38	4	3.60	2.25	0.1087
Error	25.52	16	1.60		
Total	141.86	24			

Figura 8. Rendimiento  
Ávila, 2021

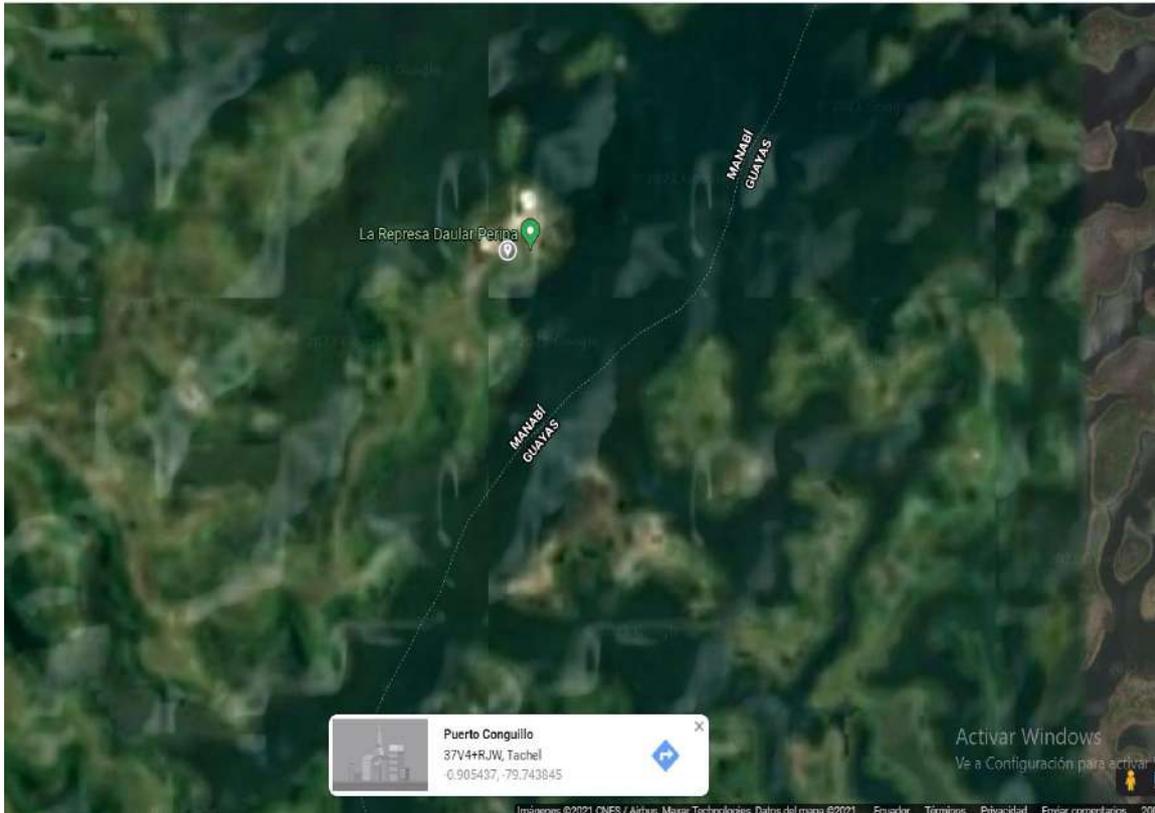


Figura 9. Referencia satelital del área de estudio  
Ávila, 2021

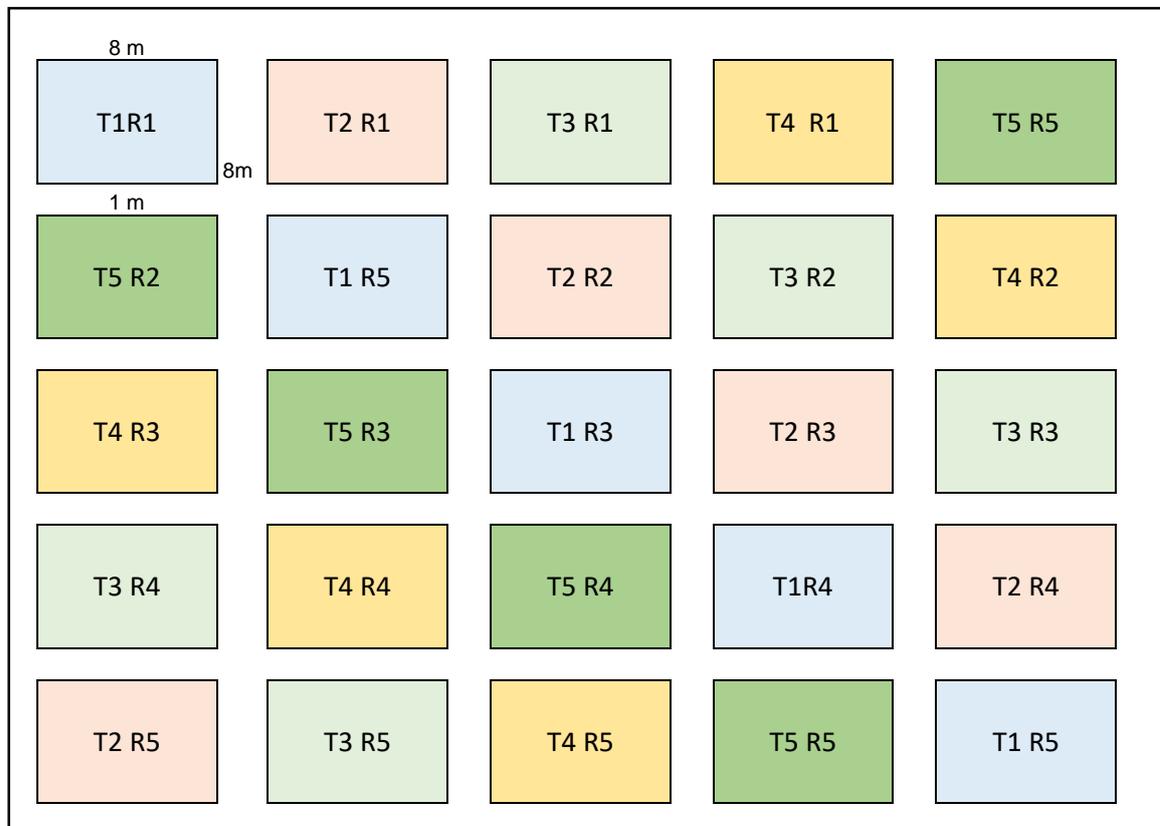


Figura 10. Croquis del área de estudio  
Ávila, 2021



Figura 11 Limpieza del terreno  
Ávila, 2021



Figura 12 Delimitación del área de estudio  
Ávila, 2021



Figura 13 Fumigación del área de estudio  
Ávila, 2021



Figura 14 Siembra de maíz en el área experimental  
Ávila, 2021



Figura 15. Biocontroladores (*Beauveria bassiana*, *Bacillus thuringiensis* y *Metarhizium*)  
Ávila, 2021



**MICROBIOLAB**  
microbiología aplicada

**Emisor:** CORTEZ PAZMIÑO MARIA ESTHER  
**RUC:** 1713152047001  
**Matriz:** PICHINCHA / QUITO / KENNEDY / DE LAS RETAMAS E1-135 Y PABLO CASALES  
**Correo:** microbiolabecuador@gmail.com  
**Teléfono:** 0995612043  
**Obligado a llevar contabilidad:** Si  
**Contribuyente Régimen Microempresas**

**Razón Social:** MARIA AVILA  
**Dirección:** GUAYAQUIL  
**Fecha Emisión:** 13/07/2021

**FACTURA** **No.001-002-000000396**

**Número de Autorización:**  
1307202101171315204700120010020000003961942978511

**Fecha y hora de Autorización:**  
13/07/2021 11:07:26

**Ambiente:** PRODUCCION  
**Emisión:** NORMAL  
**Clave de Acceso:**



1307202101171315204700120010020000003961942978511

**RUC/CI:** 1312876228001  
**Teléfono:**  
**Correo:** mariavilabril@hotmail.com

Código Principal	Cantidad	Descripción	Detalles Adicionales	Precio Unitario	Descuento	Total
M13	1.00	BACILLUS THURINGIENSIS LIQUIDO		15.00	\$0.00	\$15.00
M10	1.00	BEAUVERIA BASSIANA LIQUIDO		15.00	\$0.00	\$15.00
M08	2.00	METARHIZIUM ANISOPLIAE LIQUIDO		15.00	\$0.00	\$30.00

**Información Adicional**

Descripción ESTÁ INCLUIDO EL ENVÍO

**Formas de pago**

Otros con Utilización del Sistema Financiero \$60.00 0 días

Subtotal Sin Impuestos:	\$60.00
Subtotal 12%:	\$0.00
Subtotal 0%:	\$60.00
Subtotal No Objeto IVA:	\$0.00
Descuentos:	\$0.00
ICE:	\$0.00
IVA 12%:	\$0.00
Servicio %:	\$0.00
<b>Valor Total:</b>	<b>\$60.00</b>

El pago se lo puede realizar por transferencia o depósito a la siguiente cuenta: Banco Pichincha Cuenta de Ahorros / María Esther Cortez Pazmiño / Cédula: 1713152047 / Email : microbiolabecuador@gmail.com / Telf: 0995612043 / Número de Cuenta: 2200381843 Banco Produbanco Cuenta de Ahorros / María Esther Cortez Pazmiño / Cédula: 1713152047 / Email : microbiolabecuador@gmail.com / Telf: 0995612043 / Número de Cuenta: 06161046002

Figura 16. Factura de los biocontroladores  
Ávila, 2021



Figura 17. Verificación de número de *Spodoptera F.* antes la aplicación  
Ávila, 2021



Figura 18. Aplicación de biocontroladores  
Ávila, 2021



Figura 19. Toma de datos después de la aplicación  
Ávila, 2021



Figura 20. Porcentaje de infestación de larvas  
Ávila, 2021



Figura 21. Porcentaje de mortalidad de la Spodoptera  
Ávila, 2021

**Tabla 14. Escala de daño para cogollero**

Categoría	Descripción del daño
1	Únicamente pequeños agujeros en hojas del cogollero.
2	Pequeños agujeros y perforaciones mayores en las hojas.
3	Perforaciones y unas pocas lesiones elongadas.
4	Varias lesiones pequeñas y otras elongadas de tamaño medio sobre unas pocas hojas y hojas no desplegadas.
5	Varias lesiones elongadas y grandes en pocas hojas y las hojas no desplegadas comidas.
6	Varias lesiones grandes en varias hojas.
7	Muchas lesiones elongadas d todos los tamaños en varias hojas.
8	Muchas lesiones elongadas de todos los tamaños.
9	Las hojas del cogollo y las hojas no desplegadas casi totalmente destruidas.

**Tabla 15. Escala de severidad del cogollero en el cultivo de maíz**

Grado	Daño del área foliar (%)
1	Ningún síntoma de la enfermedad es visible.
2	1 – 20% del área foliar infectada
3	20 – 40% del área foliar infectada
4	40 – 60% del área foliar infectada
5	60 – 80% del área foliar infectada
6	Más del 80% del área foliar infectada

Davis, 2021



Figura 22. Desarrollo del cultivo de maíz  
Ávila, 2021



Figura 23. Visita técnica de tutor  
Ávila, 2021



Figura 24. Verificación de mazorcas antes de la cosecha  
Ávila, 2021



Figura 25 Cosecha del cultivo de maíz  
Ávila, 2021



Figura 26. Conteo de número de mazorca cosechadas  
Ávila, 2021



Figura 27. Medición de la longitud de mazorcas al azar  
Ávila, 2021



Figura 28. Peso de mazorcas  
Ávila, 2021