

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE AGROPECUARIA

Tema: “Evaluación de bioinsecticidas para el control de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*) en el Centro Experimental San Francisco, cantón Huaca, provincia del Carchi”

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del
título de Ingeniera en Agropecuaria

AUTORA: Mejía Quistanchala Dayana Joselin

TUTOR: Ing. Ortiz Tirado Paúl Santiago, MSc.

Tulcán, 2024.

CERTIFICADO DEL TUTOR

Certifico que la estudiante(s) Mejía Quistanchala Dayana Joselin con el número de cédula 0402110399 ha desarrollado el Trabajo de Integración Curricular: "Evaluación de bioinsecticidas para el control de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*) en el Centro Experimental San Francisco, cantón Huaca, provincia del Carchi"

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de la Unidad de Integración Curricular, Titulación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizo la presentación de la sustentación para la calificación respectiva

Ing. Ortiz Tirado Paúl Santiago, MSc.

TUTOR

Tulcán, febrero de 2024

AUTORÍA DE TRABAJO

El presente Trabajo de Integración Curricular constituye un requisito previo para la obtención del título de Ingeniera en la Carrera de agropecuaria de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales

Yo, Mejía Quistanchala Dayana Joselin con cédula de identidad número 0402110399 declaro que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Dayana Joselin Mejía', written over a horizontal line.

Mejía Quistanchala Dayana Joselin

AUTORA

Tulcán, febrero de 2024

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Yo, Mejía Quistanchala Dayana Joselin declaro ser autor de los criterios emitidos en el Trabajo de Integración Curricular: "Evaluación de bioinsecticidas para el control de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*) en el Centro Experimental San Francisco, cantón Huaca, provincia del Carchi" y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes de posibles reclamos o acciones legales.

A handwritten signature in purple ink, reading "Dayana Joselin Mejía", written over a horizontal line.

Mejía Quistanchala Dayana Joselin

AUTORA

Tulcán, febrero de 2024

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradezco a Dios por ser aquel que me guía y siempre pone en mi vida situaciones, personas y lugares en donde debo estar con un propósito, es así como me ayudaste Dios a lograr el sueño que tengo desde que era una niña.

Agradezco a mis padres Romel Mejía y Liliana Quistanchala, quienes han sido un ejemplo a lo largo de toda mi vida, ya que me han enseñado que todo lo que uno se propone requiere de esfuerzo, dedicación y amor.

A mi hermana Vanessa, agradezco tu presencia al ayudarme en mis noches de desvelo cuando realizaba deberes, también por estar presente en mis mejores y peores momentos, siempre dándome palabras de aliento.

A mis hermanas Angela e Isabella, por brindarme su amor y ternura, además, de ser esa luz en el hogar.

A la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a cada uno de los profesores, quienes en conjunto me brindaron sus conocimientos y una de las más lindas etapas de mi vida como estudiante.

A mi tutor MSc. Paúl Ortiz quien ayudó a realizar mi tesis y poder obtener este trabajo, gracias por su tiempo, paciencia y conocimientos brindados.

A mis abuelos Eduardo Mejía y Magola Yandún, por mostrarme cariño y apoyo en las decisiones de mi vida.

Mejía Quistanchala Dayana Joselin

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios, quien nunca me abandona y sé que siempre quiere verme triunfar.

A mis padres Romel Mejía y Liliana Quistanchala, aquí está la muestra de todo el esfuerzo y confianza que han depositado en mí.

A mis hermanas Vanessa, Angela e Isabella, quiero un día poder verlas graduándose de profesionales y sean mi gran orgullo.

A mis abuelos Eduardo Mejía, Magola Yandún por estar pendientes de mi bienestar.

En fin, dedico este trabajo a todas las personas que amo y resultan importantes en mi vida.

Mejía Quistanchala Dayana Joselin

ÍNDICE

RESUMEN	¡Error! Marcador no definido.
ABSTRACT	13
INTRODUCCIÓN	14
I. EL PROBLEMA	15
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	16
1.3. JUSTIFICACIÓN	16
1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	18
1.4.1. Objetivo General	18
1.4.2. Objetivos Específicos	18
1.4.3. Preguntas de Investigación	18
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	19
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	19
2.2. MARCO TEÓRICO	24
2.2.1. Cultivo de maíz	24
2.2.2. Microorganismos entomopatógenos	28
III. METODOLOGÍA	36
3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO	36
3.1.1. Enfoque.....	36
3.1.2. Tipo de Investigación	36
3.2. HIPÓTESIS	36
3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	36
3.4. MÉTODOS UTILIZADOS	37

3.4.1. Localización del experimento.....	37
3.4.2. Superficie del ensayo.....	38
3.4.3. Caracterización del ensayo.....	38
3.4.4. Descripción de los tratamientos	39
3.4.5. Población y muestra	40
3.4.6. Instrumentos de la investigación	40
3.4.7. Manejo de las variables.....	42
3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	44
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	45
4.1. RESULTADOS	45
4.1.1. Altura de la planta a partir de 15 días hasta 90 días después de la emergencia	45
4.1.2. Rendimiento total (Kg).....	47
4.1.3. Peso de 6 mazorcas (kg)	49
4.1.4. Peso de 100 granos (g)	50
4.1.5. Número de granos en 6 mazorcas.....	52
4.1.6. Incidencia de <i>Spodoptera frugiperda</i> en mazorcas (%).....	53
4.1.7. Análisis Costo Beneficio de los tratamientos en estudio con un precio de 15 dólares el qq de 45 kg de maíz.....	56
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	58
5.1. CONCLUSIONES.....	58
5.2. RECOMENDACIONES	59
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60
VII. ANEXOS.....	63

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Requerimientos nutricionales del cultivo de maíz.....	26
Tabla 2. Definición y operacionalización de las variables.....	37
Tabla 3. Caracterización del ensayo.....	39
Tabla 4. Descripción de los tratamientos	39
Tabla 5. Esquema de análisis de varianza excluyendo al testigo.....	44
Tabla 6. Esquema de análisis de varianza incluyendo al testigo	44
Tabla 7. Análisis de varianza para altura de la planta a partir de 15 días hasta 90 días después de la emergencia, excluyendo al testigo	45
Tabla 8. Prueba de Tukey para altura de la planta a partir de 15 días hasta 90 días después de la emergencia, excluyendo al testigo, respecto a la frecuencia	46
Tabla 9. Análisis de varianza para altura de la planta a partir de 15 días hasta 90 días después de la emergencia, incluyendo al testigo.....	46
Tabla 10. Análisis de varianza para rendimiento total (Kg), excluyendo al testigo	48
Tabla 11. Análisis de varianza para rendimiento total (Kg), incluyendo al testigo.....	48
Tabla 12. Análisis de varianza para peso de 6 mazorcas (kg), excluyendo al testigo	49
Tabla 13. Prueba de Tukey para peso de 6 mazorcas (kg), excluyendo al testigo, respecto a la frecuencia	49
Tabla 14. Análisis de varianza para peso de 6 mazorcas (kg), incluyendo al testigo.	50
Tabla 15. Análisis de varianza para peso de 100 granos (g), excluyendo al testigo ..	51
Tabla 16. Análisis de varianza para peso de 100 granos (g), incluyendo al testigo ...	51
Tabla 17. Análisis de varianza para número de granos en 6 mazorcas, excluyendo al testigo.....	52
Tabla 18. Número de granos en 6 mazorcas, incluyendo al testigo	52
Tabla 19. Análisis de varianza para incidencia de Spodoptera frugiperda en mazorcas (%), excluyendo al testigo	54
Tabla 20. Prueba de Tukey para incidencia de Spodoptera frugiperda en mazorcas (%), excluyendo al testigo, respecto a la frecuencia	54
Tabla 21. Análisis de varianza para incidencia de Spodoptera frugiperda en mazorcas (%), incluyendo al testigo	55
Tabla 22. Comparaciones múltiples de Dunnett para la incidencia de Spodoptera frugiperda en mazorcas (%), incluyendo al testigo, respecto al tratamiento	55

Tabla 23. Análisis Costo Beneficio de los tratamientos en estudio con un precio de 15 dólares el qq de 45 kg de maíz.....	57
---	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo de vida de <i>Spodoptera frugiperda</i>	27
Figura 2. Modo de acción de <i>Beauveria bassiana</i> y <i>Beauveria brongniartii</i>	31
Figura 3. Modo de acción de <i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>Kurstaki</i> y <i>Bacillus Thuringiensis</i> var. <i>Aizawai</i>	34
Figura 4. Localización del experimento.....	38
Figura 5. Superficie del ensayo.....	38
Figura 6. Población y muestra	40
Figura 7. Técnica utilizada para medir la altura de la planta	43
Figura 9. Delimitación de la parcela	66
Figura 10. Surcado.....	66
Figura 11. Identificación con rótulos por parcela.....	66
Figura 12. Monitoreo y toma de datos	66
Figura 13. Aplicación de tratamientos	66
Figura 14. Aplicación de humus.....	66
Figura 15. Daño causado por <i>Spodoptera frugiperda</i>	67
Figura 16. Aporque	67
Figura 17. Medición de altura en cultivo en periodo de desarrollo vegetativo	67
Figura 18. Medición de altura en cultivo en periodo de floración	67
Figura 19. Revisión del cultivo	67
Figura 20. Mazorcas del cultivo	67
Figura 21. Presencia de <i>Spodoptera frugiperda</i> en mazorcas	68
Figura 22. Cosecha	68
Figura 23. Identificación de rendimientos	68
Figura 24. Pesaje de rendimientos	68
Figura 25. Observación y selección de mazorcas.....	68
Figura 26. Mazorcas homogéneas de cada parcela (6 mazorcas).....	68

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del tic	63
Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas	64
Anexo 3. Fotografías	66
Anexo 4. Ficha técnica de los hongos entomopatógenos aplicados.....	69
Anexo 5. Ficha técnica de las bacterias entomopatógenas aplicadas	70

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo la evaluación de bioinsecticidas en cultivo de maíz (*Zea mays L.*) para el control de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el Centro Experimental San Francisco - UPEC. Los tratamientos utilizados fueron: complejo de hongos (*Beauveria bassiana* y *Beauveria brongniartii*), complejo de bacterias (*Bacillus thuringiensis var. Kurstaki* y *Bacillus thuringiensis var. Aizawai*), además de cada uno de estos microorganismos de manera individual, realizando aplicaciones cada 7 y 15 días, más un testigo químico (clorpirifós), se aplicó un diseño de Bloques Completamente al Azar con tres repeticiones y trece tratamientos. Las variables fueron: altura de planta, rendimiento, peso de 6 mazorcas, peso de 100 granos, número de granos en 6 mazorcas, incidencia de *Spodoptera frugiperda*. Para el análisis estadístico se empleó el programa Statistix y para la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey 5% y prueba de Dunnett 5%. El análisis de resultados mostró que el mejor tratamiento para el manejo de *Spodoptera frugiperda*, es el tratamiento T13 (químico), pero al analizar los resultados excluyendo al testigo, es el tratamiento T1 (complejo de hongos: *Beauveria bassiana* y *Beauveria brongniartii* aplicando de 7 días) que mostró mejores promedios. Para rendimiento total, peso de 100 granos y número de granos en 6 mazorcas no existe diferencias estadísticas, para altura de la planta, peso de 6 mazorcas existe diferencias estadísticas al aplicar cada 15 días. Con relación al índice de Costo Beneficio se pudo determinar que todos los tratamientos no generan ingresos económicos debido a los altos costos y baja producción del cultivo, como sucedió con el T1, el cual generó una pérdida mayor de 0.30 dólares y T13 con una pérdida menor de 0.13 dólares.

Palabras Claves: bioinsecticidas, frecuencia, desarrollo, producción, incidencia.

ABSTRACT

The objective of this research work was the evaluation of bioinsecticides in the cultivation of corn (*Zea mays* L.) for the control of fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) at the San Francisco Experimental Center - UPEC. The treatments used were fungal complex (*Beauveria bassiana* and *Beauveria brongniartii*), complex of bacteria (*Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki* and *Bacillus thuringiensis* var. *Aizawai*), in addition to each of these microorganisms individually, performing applications every 7 and 15 days, plus a chemical control (chlorpyrifos), a design was applied of Completely Randomized Blocks with three repetitions and thirteen treatments. The variables were: plant height, yield, weight of 6 ears, weight of 100 grains, number of grains in 6 ears, and incidence of *Spodoptera frugiperda*. The Statistix program was used for the statistical analysis and the comparison of means, and the 5% Tukey test and 5% Dunnett test were used. The analysis of results showed that the best treatment for the management of *Spodoptera frugiperda* is treatment T13 (chemical), but when analyzing the results excluding the control, is the T1 treatment (fungal complex: *Beauveria bassiana* and *Beauveria brongniartii* applying 7 days) that showed better averages. For total performance, the weight of 100 grains and the number of grains in 6 ears there are no statistical differences for the plant's height, and the weight of 6 ears, there are statistical differences when applying each 15 days. About the Cost Benefit index, it was determined that all the treatments do not generate economic income due to high costs and low crop production, as happened with T1, which generated a greater loss of 0.30 dollars, and T13 with a minor loss of 0.13 dollars.

KEYWORDS: bioinsecticides, frequency, development, production, incidence.

INTRODUCCIÓN

Zea mays es una planta gramínea y es uno de los cereales de mayor producción mundial junto con el trigo y el arroz, la mayoría de los países de América utilizan el maíz como base de su alimentación regional. El maíz es el grano más importante en la mayor parte del mundo, globalmente se considera que tiene una producción de más de un billón de toneladas, esta planta ha sido utilizada como modelo biológico en diversos estudios por más de un siglo (Sánchez, Castañeda, Baez, & Morales, 2021).

En el Ecuador el cultivo de maíz es un cultivo que permite ser utilizado para alimentación de humanos y animales, para lo cual dentro se evidencia altas producciones de este tipo, logrando obtener materia prima para el desarrollo de productos elaborados, para el caso de humanos como harinas, cereales, féculas, entre otros, y para el caso de animales dentro de las explotaciones pecuarias se lo utiliza como base de concentrados.

Spodoptera frugiperda o conocida comúnmente como gusano cogollero del maíz es una plaga que ataca al maíz en densidad variables poniendo en riesgo la productividad de este. Cuando afecta las plantas jóvenes los daños pueden resultar devastadores mientras que si afecta las plantas en estados fenológicos avanzados la planta logra reponerse de la defoliación. El daño causado por esta plaga puede ocasionar una reducción en la producción, la cual puede llegar desde un 20 % hasta la pérdida total del cultivo siempre y cuando la plaga ataque en períodos cercanos a la floración. Las medidas utilizadas en cuanto a su control incluyen la utilización de insecticidas químicos que por lo general las aplicaciones deficientes han provocado adiciones indiscriminadas de plaguicidas ocasionando problemas ecológicos, ambientales, de resistencia por parte de plagas y finalmente afectar el bienestar del aplicador (Mora & Paulo , 2019).

Debido a los problemas mencionados que ocasionan la aplicación de insecticidas químicos, se ha optado por alternativas naturales, como la aplicación de hongos y bacterias entomopatógenas, las cuales son microorganismos que se encuentran en los ecosistemas, la presencia de estos, ayuda al control de plagas brindando un montón de beneficios para el ambiente y al aplicador.

I. EL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El cultivo de maíz mantiene problemas fitosanitarios los cuales bajan el nivel productivo del cultivo en donde se encuentran aspectos de malezas, enfermedades e insectos plaga, estos afectan desde las primeras etapas del maíz hasta la obtención de rendimientos.

El control que se ha brindado frente a insectos plaga desde hace mucho tiempo es el químico ya que resulta una estrategia de acción rápida y de amplio espectro, pero no se mantiene en cuenta los efectos nocivos que contienen este tipo de aplicaciones, los cuales no resultan importantes para el productor, con el fin de que se obtenga una buena producción, resultado que, a largo plazo, se podrá evidenciar afectaciones en donde se va a comprometer el medio ambiente y la salud de los humanos.

Los insectos plaga, son una de las principales limitantes en la producción del cultivo de maíz. Por lo cual, provocan daño en el desarrollo de la planta y por ende reducen el rendimiento. El gusano cogollero *Spodoptera frugiperda*, es de mayor presencia en el cultivo de maíz. Para el control de esta y otras plagas, el control más usado son los insecticidas químicos; las principales desventajas de su uso han sido la contaminación al ambiente y la resistencia de los insectos plaga (Hernández et al., 2019).

A nivel nacional y regional se puede evidenciar que en los últimos años existe una alta demanda de agroquímicos ya que los productores creen que es la mejor opción para implementar en sus cultivos, y exactamente no es así, ya que lo que realmente sucede es que existe cada vez la dependencia de grandes cantidades de agroquímicos para que generar una buena producción, lo cual provoca efectos secundarios como la resistencia por parte del insecto plaga y contaminación al medio ambiente, es por eso que es de gran importancia que se apliquen otros tipos de métodos para el control y manejo de plagas siempre y cuando se evite efectos secundarios desventajosos.

Los problemas causados por los insecticidas químicos como es la resistencia por parte de los insectos plaga se trata cuando una población de estos genéticamente ha adquirido la capacidad de tolerar la dosis del químico la cual con anterioridad le podía producir la muerte, pero ahora ya no genera el control del individuo. Es por eso por lo que se deben tomar en cuenta alternativas que aseguren que el insecto va a ser controlado y como resultado se obtiene que los cultivos puedan tener una buena producción. Por otro lado, en cuanto al aspecto de la contaminación del medio ambiente puede provocar contaminaciones en el agua, suelo y otros componentes del entorno.

En cuanto a la contaminación al suelo resulta que al aplicar este tipo insecticidas químicos se controla de manera rápida a la plaga, pero no se tiene en cuenta que también se afecta a microorganismos que resultan benéficos para el cultivo, de la misma manera, en el caso del agua puede afectar a la flora y fauna que habita en ella, y además pudiendo provocar intoxicaciones a los humanos o animales que pueden llegar a ingerirla.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál de los bioinsecticidas aplicados en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*) llega a controlar el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*)?

1.3. JUSTIFICACIÓN

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura FAO reporta una superficie cosechada del maíz en el Ecuador de 365.334 ha con un rendimiento 4.58 toneladas por hectárea y una producción 1.479.700 toneladas. Estas cifras demuestran la importancia del cultivo del maíz en el país (Caviedes , Carvajal , & Zambrano , 2022).

Una alternativa para el control de insectos plaga es la utilización de microorganismos entomopatógenos. Dentro de estos se encuentran hongos entomopatógenos como *Metarhizum anisopliae*, *Beauveria bassiana* y bacterias entomopatógenas como *Bacillus thuringiensis*, siendo estos más utilizadas en el control biológico. Por lo cual, las ventajas del control biológico es reducir niveles de infestación de plagas a una proporción que no causen daño económico, disminuir el espectro de acción y además no generan contaminación al ambiente. El control biológico depende en gran medida de las condiciones climáticas, etapa fenológica del cultivo y de la interacción entre las plagas y el hospedero (Hernández et al., 2019).

Con la aplicación de los microorganismos entomopatógenos se podrá asegurar el control de plagas por medio de una alternativa libre de químicos, asegurando de esta manera una buena producción, por otro lado, se puede evidenciar que, por medio del uso convencional de productos agroquímicos, si se llega a controlar las plagas, pero no se asegura una producción limpia, a partir de este método de control y manejo de plagas se van a ver beneficiados tanto los productores como los consumidores.

Los productores aseguran una buena producción del cultivo de maíz brindando un producto limpio y libre de químicos dañinos, además que al momento de aplicación de los microorganismos entomopatógenos no se afecta la salud del individuo que lo administre y por el lado de los consumidores se benefician en el aspecto de mantener una buena salud, tanto en el presente como a largo plazo consumiendo este tipo de productos.

Para el caso de esta investigación se pretende brindar un control biológico por medio de bioinsecticidas, comparando con el uso convencional de agroquímicos. Es importante mencionar que se analizará de manera que se investigue la efectividad en el control del gusano cogollero en el cultivo de maíz. Este cultivo se ve afectado por la presencia de muchas plagas, entre las principales se encuentran: gusano trozador, gusano cogollero, gusano de la mosca, mariposa de la mazorca y en su etapa de maduración por la presencia de gorgojos, entre otras plagas que se pueden llegar a encontrar dependiendo de la zona en donde se desarrolle la investigación.

Esta investigación resulta conveniente ya que se soluciona una gran problemática que se presenta a nivel mundial, con una alternativa de control biológico, además sirve para el desarrollo y nuevas aplicaciones de bioplaguicidas brindando y asegurando la producción del cultivo. La aplicación de los microorganismos entomopatógenos resulta una solución muy trascendental porque brinda muchas ventajas agroecológicas y orgánicas, protegiendo así tanto al ambiente como a los humanos, este proyecto tiene un gran alcance al poder recibir un sinnúmero de beneficios anteriormente mencionados.

1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

Evaluar bioinsecticidas para el control de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*) en el Centro Experimental San Francisco, cantón Huaca, provincia del Carchi

1.4.2. Objetivos Específicos

- Identificar la mejor alternativa biológica para el manejo de *Spodoptera frugiperda*.
- Determinar la frecuencia efectiva de la aplicación de los bioinsecticidas para el manejo de *Spodoptera frugiperda*.
- Determinar la incidencia causada por parte de *Spodoptera Frugiperda* en el cultivo de maíz.
- Comparar el desarrollo y rendimiento productivo del cultivo de maíz bajo los tratamientos estudiados.
- Analizar el índice Costo Beneficio de los tratamientos.

1.4.3. Preguntas de Investigación

- ¿Cuál es la mejor alternativa biológica para el manejo de *Spodoptera frugiperda*?
- ¿Cuál es la frecuencia efectiva de la aplicación de los bioinsecticidas para el manejo de *Spodoptera frugiperda*?
- ¿Determinar la incidencia causada por parte de *Spodoptera Frugiperda* en el cultivo de maíz?
- ¿Cuál es el desarrollo y rendimiento productivo del cultivo de maíz bajo los tratamientos estudiados?
- ¿Cuál fue el mejor tratamiento mediante el análisis Costo Beneficio de los tratamientos?

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Según Castillo & Rodríguez (2021), aseguran por medio de su investigación en la evaluación de la efectividad biológica del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* y el ácaro depredador *Amblyseius swirskii* sobre *Frankliniella occidentalis* (Pergande) en el cultivo de chile (*Capsicum annuum*) bajo invernadero. Los objetivos del estudio fueron evaluar la eficacia del depredador, *Amblyseius swirskii* y el hongo entomopatógeno, *Beauveria bassiana* utilizando dos dosis y dos frecuencias de aplicación para el control de trips en invernadero. Consistió en ocho tratamientos por cuatro repeticiones. Se evaluaron dos tratamientos con *Amblyseius swirskii* de 250 individuos/m², dos de 500 individuos/m en intervalos semanal y quincenal, dos tratamientos en combinación de *Amblyseius swirskii* + *Beauveria bassiana*, de 500 individuos/planta de *A. swirskii* y 240g/ha de *Beauveria bassiana*, liberados semanal y quincenalmente y un tratamiento consistió en *Beauveria bassiana* en dosis de 240 g/ha semanal, comparado con el manejo convencional. Obteniendo resultados como cuando se compara con el testigo en la reducción de trips adultos por flor, el mejor tratamiento es *Beauveria bassiana* semanal y 500 *Amblyseius swirskii* + *Beauveria bassiana* semanal, obteniendo un porcentaje de reducción en la población de adultos de 66 y 73% respectivamente. Concluyendo que el hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* demostró un control de 66% para adultos y 55% para ninfas de *Frankliniella occidentalis*, mientras el depredador *Amblyseius swirskii* demostró ser efectivo solo para ninfas con un control de 71%. Los agentes biológicos *Beauveria bassiana* y *Amblyseius swirskii* demostraron ser más eficientes usados en conjunto que solos, logrando el mejor control en ninfas con 85% y en adultos con 73% de control de trips. La mejor dosis en el control de trips es utilizar 500 individuos *Amblyseius swirskii* + *Beauveria bassiana* (240 g/ha) aplicando de forma semanal.

Por otro lado, según Valverde, Cornejo, Carbajal, Cordova, & Jacobo (2021), realizaron una investigación denominada importancia de los entomopatógenos en el control de la plaga *Spodoptera frugiperda* (Smith) en el cultivo del maíz morado estudiado en campo y laboratorio, cuyo objetivo fue determinar la eficiencia de los

hongos entomopatógenos frente a la especie *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz morado. Los tratamientos en campo se conformaron por cinco T1 (*Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*), T2 (*Bacillus subtilis*), T3 (*Metarhizium anisopliae*), T4 (*Beauveria bassiana*), T5 (testigo en blanco), con cuatro repeticiones. Se usaron las dosis de 40 ml/20L, con una frecuencia de 7 días, por tres meses, se evaluó la eficiencia a los 3 días después de cada aplicación. En laboratorio se estimó el porcentaje de mortalidad con 3 larvas a partir del tercer estadio. Se obtuvo resultados como los promedios entre 13 % a 1 % una vez iniciado con las aplicaciones del producto; para el caso del tratamiento *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* los 14 días después de la siembra se tuvo incidencias de hasta un 10% para luego decaer al 6 % a los 21 días, 2% a los 77 días y 1% a los 84 días. Se pudo concluir que en campo el T1 registró menor incidencia de larvas (1%), alta mortalidad (100%) y mayor rendimiento del cultivo (4 533 kg/ha). En laboratorio, el T1 mostró alta mortalidad (100%) de los estadios larvales tres y cuatro; en los estadios cinco y seis el T4 fue el más eficiente (100%). En conclusión, el entomopatógeno *Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki* es apropiado para el control de la plaga especialmente de los estadios larvales tres y cuatro, seguida por *Beauveria bassiana* en los estadios cinco y seis.

Según Moreno (2023), desarrolló una investigación en la evaluación de diferentes dosis y frecuencias de aplicación de *Bacillus thuringiensis* para el manejo de *Pseudoplusia* en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.), en donde los objetivos fueron evaluar el efecto de las diferentes dosis y frecuencias de aplicación de *Bacillus thuringiensis* sobre el manejo de *Pseudoplusia includens* e identificar los niveles de infestación del insecto plaga luego de aplicados los tratamientos. Manteniendo 10 tratamientos con 4 repeticiones, en un diseño bifactorial AxB en DBCA, donde la variable A fue la dosis y B las frecuencias de aplicación. Los resultados demostraron que la aplicación de las diferentes dosis del producto biocida orientado a mantener la sanidad de la plantación de pepino tiene efecto frente al ataque del *Pseudoplusia*. Para lo cual se concluyó que la influencia de los tratamientos sobre la reducción del nivel de infestación de *Pseudoplusia includens* a partir de la primera aplicación; sin embargo, al finalizar el trabajo de campo se identificó que el mayor control lo presentó el tratamiento T5 (3,10 cc/l cada 7 días) seguido por el T10 (5 cc/l cada 15 días) y T8 (4,05 cc/l cada 15 días). No obstante, se consideró a T5 (3,10 cc/l cada 7 días) como el tratamiento ideal para el control de *Pseudoplusia includens* puesto que, finalizó la tercera evaluación con 0,75% de infestación.

Ezeta, García, & Gordillo (2018), por medio de su investigación evaluación del control biológico de *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz, el objetivo del presente estudio fue determinar el tratamiento más efectivo de *Metarhizium anisopliae* y *Bacillus thuringiensis* para reducir la población del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz. Los tratamientos consistieron en un diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial 3 más un testigo absoluto para un total de 10 tratamientos y 3 repeticiones. Los resultados muestran que las parcelas tratadas con el producto biológico a base de *Metarhizium anisopliae* presentaron una reducción del ataque de planta a los 18 y 25 días, a los 32, 39 y 46 días ya no se presentó ataque de la plaga. Se concluyó que no existe interacción entre los factores en estudio, pero si hubo incidencias estadísticas entre los factores. La mayor eficacia insecticida se alcanzó con *Bacillus thuringiensis* con 3 y 5 cc/l. *Metarhizium anisopliae* con 3 cc/l logro el mejor rendimiento en variables como, altura de planta, peso de mazorcas y rendimiento kg/ha. Los productos biológicos aplicados mostraron su efecto controlador en poblaciones de larvas de *Spodoptera frugiperda*.

Según Drouet (2018), demostró por medio de su investigación denominada como 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. En donde el objetivo fue evaluar el efecto de la aplicación de *Bacillus thuringiensis* en el control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) del híbrido de maíz (*Zea mays*). Se establecieron siete tratamientos, con cinco dosis diferentes de BT, las dosis fueron comparadas con dos tratamientos, uno químico y el tratamiento testigo. Se obtuvo como resultado que la aplicación de diferentes dosis de *Bacillus thuringiensis*, en el cultivo de maíz demuestran su efecto en el control del gusano cogollero del maíz. Se concluye que el testigo absoluto fue el tratamiento más atacado y que las aplicaciones de *Bacillus thuringiensis* y de cipermetrina no permitieron que se llegara al umbral de daño económico del cultivo. Se recomienda emplear el *Bacillus thuringiensis* como una alternativa tecnológica limpia para el control del gusano cogollero, con el fin de disminuir la contaminación de los suelos y las aguas, así como evitar que se introduzcan sustancias nocivas en la cadena alimenticia.

Además, Nadhir (2020), por medio de su ensayo sobre control biológico del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* Lepidoptera: Noctuidae) con dos concentraciones

de *Beauveria Bassiana* en tres variedades de maíz (*Zea mays L.*) en la estación experimental de Sapecho, en donde el objetivo fue evaluar la aplicación del hongo *Beauveria Bassiana* en el control del gusano cogollero del maíz. Para la investigación se consideraron tres variedades de maíz y tres concentraciones del hongo *Beauveria Bassiana* haciendo un total de nueve tratamientos, habiéndose planteado tres bloques en función a las características del lugar donde se ubicó la parcela experimental. Entre los resultados se encontró que, en el empleo de las diferentes concentraciones del hongo, no se detectaron diferencias en el porcentaje de incidencia. Se pudo concluir que en la variable número de granos por mazorca se evidenció que la aplicación de la concentración de 80% de *Beauveria bassiana* contribuyó de manera indirecta a obtener 2 granos más en cada hilera de las mazorcas de maíz, en la variable altura de planta, debido a las características de ubicación de la parcela experimental entre los bloques se obtuvo diferencia significativa, particular característica debido a la identificación de diferentes alturas de plantas de maíz.

Otra investigación que resulta importante fue realizada por Ávila (2021), denominada como comparación de biocontroladores para *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz (*Zea mays*) puerto Conguillo, provincia de Manabí, en la cual trazó el objetivo de evaluar los efectos de los biocontroladores de *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz (*Zea mays*) provincia de Manabí, cantón Pichincha Puerto Conguillo. Los tratamientos consistieron en la aplicación de *Bacillus thuringiensis*, *Beauveria bassiana*, *Bacillus thuringiensis* + *Beauveria bassiana*, testigo convencional *Metarhizium anisopliae*, testigo absoluto. Los resultados demostraron que 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. En la cual se llega a concluir que 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.

Según, Gonzáles & Rugama, (2016), por medio de su investigación denominada como frecuencias de aplicaciones de hongos entomopatógenos y azufre para el

manejo de ácaro (*Polyphagotarsonemus latus* Bank.) (Aracnida: Tarsonemidae) y mosca blanca (*Bemisia tabaci* Genn.) (Hemíptera: Aleyrodidae) vs manejo químico en el cultivo de chiltoma (*Capsicum annum* L.), Finca El Plantel, Nindirí, Masaya. Con el objetivo de buscar otras alternativas para el control de estas dos plagas se realizó este estudio con 8 tratamientos, se evaluaron dos frecuencias de aplicación de *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* y azufre, con dos testigos uno a base de manejo químico y otro con aplicaciones de agua. Se muestreó la población de adultos de ácaros por hoja, adultos de mosca blanca por planta, severidad de virosis, altura de la planta, número de flores por planta, número de frutos por planta y peso de frutas de chiltoma en kg. Logrados obtener como resultado que el efecto de los ocho tratamientos en la fluctuación poblacional de adultos de ácaros por hoja desde los 43 hasta los 71 días ddt, en donde los tratamientos a base de *Metarhizium anisopliae* y azufre ambos con dos semanas entre aplicación fueron los más inconsistentes en el tiempo; el tratamiento testigo junto con el tratamiento a base de *Metarhizium anisopliae* con frecuencia de dos semanas mantuvieron un comportamiento con mayor población de ácaros; el manejo químico y las dos frecuencias de *Beauveria bassiana* presentaron los comportamientos con poblaciones más bajas y estables en el tiempo. En donde se concluyó que las variables número de ácaros por hoja y altura de planta mostraron diferencias significativas. Los tratamientos con mejores resultados en el manejo de las poblaciones de ácaros fueron el manejo químico y el tratamiento *Beauveria bassiana* con frecuencia de una semana de por medio, en el manejo de las poblaciones de mosca blanca no hubo diferencia estadística entre tratamientos, no obstante, *Metarhizium anisopliae* con frecuencia de dos semanas de por medio registró las poblaciones más bajas.

Alves, Wisoczynski, Ferreira, Bueno, & Sussumu (2022), por medio de su investigación conocida como influencia de *Bacillus subtilis* sobre los atributos químicos y microbiológicos del suelo y el desarrollo de la soja y el maíz, en donde el objetivo fue evaluar las diferentes dosis de *Bacillus subtilis* en el desarrollo del cultivo de soja y maíz y en los atributos químicos y microbiológicos del suelo. Los tratamientos consistieron en que se llevaron a cabo dos pruebas de campo con el fin de evaluar la influencia de los tratamientos de semillas con dos dosis de *Bacillus subtilis*, sobre los atributos químicos y microbiológicos del suelo y sobre el desarrollo de cultivos de soja y maíz. Obteniendo resultados como que, en cultivos de soja, el análisis químico demostró

que la inoculación de *Bacillus subtilis*, independientemente de la dosis, dio lugar a una reducción significativa del contenido de pH, materia orgánica y potasio en comparación con el control. En donde se concluye que la inoculación de *Bacillus subtilis*, demostró diferentes resultados en cultivos de soja y maíz. En soja, la aplicación de *Bacillus subtilis*, mostró mejores resultados en atributos microbiológicos en la dosis más alta, (el doble de la dosis comercial). En los otros atributos no hubo cambios importantes. Es importante tener en cuenta que la inoculación de bacterias no causa daños en la producción de cultivo. En los cultivos de maíz estudiados, la inoculación de *Bacillus subtilis*, dio lugar a un aumento en el brote vegetal, raíz y rendimiento, en la dosis comercial, tuvo gran importancia el aumento de la población microbiana del suelo, y en consecuencia un mayor rendimiento del maíz.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Cultivo de maíz

El maíz es el principal cultivo transitorio por extensión que se siembra en el Ecuador. En el 2021 se sembraron 355 mil ha de este cereal con una producción estimada 1.38 millones de toneladas, de los cuales el 78 - 80% corresponde a maíz duro y entre 20-22% a maíz suave. En la Sierra se siembra mayoritariamente variedades de maíz de libre polinización de grano suave o harinoso, que tiene un rendimiento promedio de 0,82 t ha (Zambrano & Caviedes, 2022).

2.2.1.1. Origen del maíz

El maíz (*Zea mays L.*) pertenece a la familia de las gramíneas, tribu *maideas*, y se cree que se originó en los trópicos de América Latina, especialmente los géneros *Zea*, *Tripsacum* y *Euchlaena*, cuya importancia reside en su relación fitogenética con el género *Zea* (Deras, 2020).

2.2.1.2. Descripción botánica del maíz

El sistema radicular del maíz se desarrolla a partir de la radícula de la semilla, que ha sido sembrada a una profundidad adecuada, para lograr su buen desarrollo. El crecimiento de las raíces disminuye después que la plúmula emerge, y virtualmente, detiene completamente su crecimiento en la etapa de tres hojas de la plántula. Las primeras raíces adventicias inician su desarrollo a partir del primer nudo en el extremo del mesocotilo; esto ocurre, por lo general, a una profundidad uniforme, sin relación con la profundidad con la que fue colocada la semilla. Un grupo de raíces

adventicias se desarrolla a partir de cada nudo sucesivo hasta llegar a los siete o diez nudos, todos debajo de la superficie del suelo. Estas raíces adventicias se desarrollan en una red espesa de raíces fibrosas. El sistema de raíces adventicias es el principal sistema de fijación de la planta, y además absorbe agua y nutrimentos. El tallo de la planta es robusto, formado por nudos y entrenudos más o menos distantes; presenta de 15 a 30 hojas alargadas y abrazadoras de 4 a 10 centímetros de ancho por 35 a 50 centímetros de longitud; tienen borde áspero, finamente ciliado y algo ondulado. Desde el punto donde nace el pedúnculo que sostiene la mazorca, la sección del tallo es circular hasta la panícula o inflorescencia masculina que corona la planta (Deras, 2020).

2.2.1.3. Floración de maíz

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

2.2.1.4. Requerimientos edafoclimáticos del cultivo de maíz

2.2.1.4.1. Adaptación

El maíz posee buen desarrollo vegetativo que puede alcanzar hasta los 5 metros de altura en altitudes superiores a los 1,000 metros sobre el nivel del mar (msnm) (Deras, 2020).

2.2.1.4.2. Suelo

Los suelos más idóneos para el cultivo del maíz son los de textura media (francos), fértiles, bien drenados, profundos y con elevada capacidad de retención para el agua. El maíz, en general, crece bien en suelos con pH entre 5.5 y 7.8. Fuera de estos límites suele aumentar o disminuir la disponibilidad de ciertos elementos y se produce toxicidad o carencia. Cuando el pH es inferior a 5.5 a menudo hay problemas de toxicidad por aluminio y manganeso, además de carencia de fósforo y magnesio; con un pH superior a 8 (o superior a 7 en suelos calcáreos), tiende a presentarse carencia de hierro, manganeso y zinc. Los síntomas en el campo, de un pH

inadecuado, en general se asemejan a los problemas de micro nutrientes (Deras, 2020).

2.2.1.4.3. Precipitación

En general, el maíz necesita por lo menos de 500 a 700 mm de precipitación bien distribuida durante el ciclo del cultivo. El maíz es muy sensible también al aniego o encharcamiento; es decir, a los suelos saturados y sobresaturados (Deras, 2020).

2.2.1.5. Requerimientos nutricionales del cultivo de maíz

Los requerimientos nutricionales del cultivo de maíz se describen en la Tabla 1.

Tabla 1. Requerimientos nutricionales del cultivo de maíz

ELEMENTO	KG/HA
Nitrógeno	187
Fósforo	38
Potasio	192
Calcio	38
Magnesio	44
Azufre	22
Cobre	0.1
Zinc	0.3
Boro	0.2
Hierro	1.9
Manganeso	0.3
Molibdeno	0.01

Leyenda: *Nutrientes que se absorben en mayores cantidades (macroelementos) y elementos secundarios.

Fuente: Deras (2020)

2.2.1.6. Importancia del cultivo de maíz

2.2.1.6.1. Social y económica

En Ecuador, el maíz (*Zea mays, L.*) es un alimento básico de gran importancia económica y social (Estrada , 2021). A nivel nacional considerando las provincias de mayor importancia económica, el 37% del área maicera se siembra en Los Ríos, un 32% en Manabí y un 15% en Guayas; los rendimientos más altos se obtienen en Los Ríos 6,2 t/ha, seguidos por los de Guayas con 4,6 t/ha y Manabí con la productividad más baja 5,5 t/ha (Zambrano & Arias , 2021).

2.2.1.6.2. Cultural

La cocina étnica de los pueblos indígenas es un valor cultural que tiene Ecuador, por el uso de técnicas y alimentos que se consideran patrimoniales. El consumo del maíz (*Zea mayz*) en el pueblo Salsaka como en otras culturas indígenas, es un alimento que se considera patrimonial por ser un producto endémico, de este se derivan muchas

preparaciones que enriquecen la cocina, donde se ponen de manifiesto las costumbres y formas de elaboración. La chicha de maíz es una bebida que en Ecuador se elabora con técnicas adecuadas en cada región (Utetra & Jiménez , 2021).

2.2.1.7. Principales plagas del cultivo de maíz

- Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*)
- Tortuguillas (*Diabrotica sp, Acalymma sp, Cerotoma sp, Colaspis sp*)
- Chicharrita del maíz, cigarrita (*Dalbulus maydis*)
- Barrenadores del tallo (*Diatraea sp*)

2.2.1.7.1. Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*)

2.2.1.7.1.1. Ciclo de vida de *Spodoptera frugiperda*

El ciclo de vida se muestra en la Figura 1.

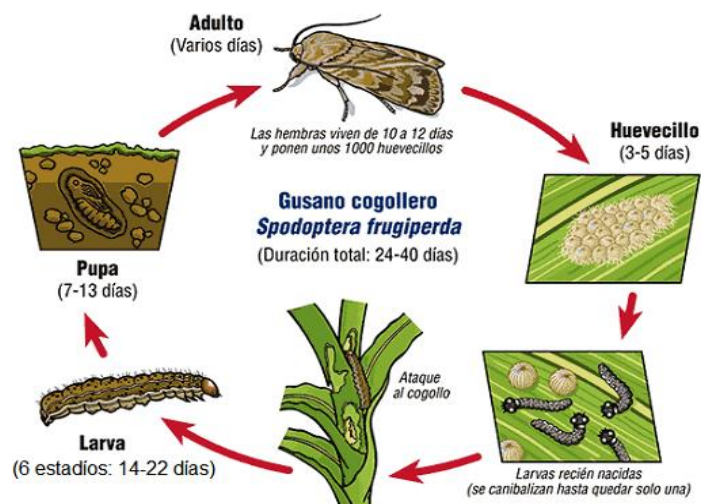


Figura 1. Ciclo de vida de *Spodoptera frugiperda*
Fuente: PROAIN (2020)

2.2.1.7.1.2. Daños causados por *Spodoptera frugiperda*

El daño puede caracterizarse por corte de plantas, defoliación, perforaciones en tallos o daño en espigas, habiendo una marcada preferencia por los cogollos de plantas jóvenes. Las larvas pequeñas y medianas (desde emergidas hasta el segundo estadio) pueden raspar la epidermis de las hojas y causar defoliaciones leves, mientras que las de últimos estadios (del tercero en adelante) pueden cortar plantas de maíz pequeñas y causar defoliaciones de leves a severas o pueden alimentarse de tallos o espigas según el ciclo del cultivo, por lo general estos daños impiden a que

la planta haga la fotosíntesis y por ende también afecta mucho en lo que es el rendimiento en la cosecha (Rojas , 2023)

2.2.2. Microorganismos entomopatógenos

2.2.2.1. Hongos entomopatógenos

Los hongos son organismos microscópicos que se encuentran en la naturaleza en el ambiente, rastros de cultivos, en el suelo, las plantas, etc; obtienen su nutrición de otros organismos o de materia orgánica, su cuerpo está constituido por una estructura llamada micelio, que es un conjunto de estructuras filamentosas llamadas hifas. Estos se desarrollan bien en lugares frescos, húmedos y con poco sol. A los hongos que obtienen su nutrición a partir de insectos son conocidos como entomopatógenos, ya que causan enfermedades en los insectos plagas hasta causar su muerte (Monzón , 2021).

2.2.2.2. Modo de acción de *Beauveria bassiana* y *Beauveria brongniartii*

Según Monzón (2021), estos hongos infectan al insecto por medio de la cutícula externa a diferencia de virus y bacterias que lo realizan por vía oral. El modo de acción de estos se divide en tres fases:

- a) germinación de la espora en la cutícula del hospedante
- b) penetración del integumento del insecto por medio del tubo germinativo
- c) desarrollo del hongo dentro del cuerpo del insecto y su multiplicación

Dentro de estas se contemplan los siguientes pasos o procesos:

- Adhesión
- Germinación
- Penetración
- Multiplicación del hongo
- Producción de toxinas
- Muerte del insecto
- Colonización
- Producción de micelio hacia el exterior
- Esporulación
- Diseminación del hongo

2.2.2.2.1. Adhesión

Consiste en la fijación de los propágulos del hongo con la superficie del insecto. Esta constituye una de las fases más importantes del proceso infeccioso y está correlacionada con la especificidad hospedante - patógeno. Solo las cepas más virulentas logran exitosamente la adhesión. En el proceso de adhesión participan sustancias como lectinas (proteínas o glucoproteínas) y mucopolisacáridos, además de algunos lípidos. Estas sustancias o secreciones aparecen al inicio del contacto del hongo con el insecto. En el cuerpo del insecto existen ciertas zonas preferidas para la adhesión, como son las regiones intersegmentales, en donde la composición y estructura son diferentes al resto del cuerpo del insecto (Monzón , 2021).

2.2.2.2.2. Germinación

Luego de la adhesión de la espora sobre el integumento del insecto, esta germina emitiendo un tubo germinativo, formando luego un apresorio. El tubo germinativo puede ser largo o corto y en algunos casos puede no llegar a formarse. En el proceso de germinación juegan un rol importante los requerimientos nutricionales de la espora y las condiciones ambientales presentes (Monzón , 2021).

2.2.2.2.3. Penetración

Después de la germinación se producen una serie de transformaciones físicas y químicas, tanto en el insecto como en el hongo, que permiten al patógeno penetrar la cutícula de su hospedante. Un conidio puede germinar, sin embargo, si no se dan las condiciones físicas y químicas y los estímulos correspondientes no logra penetrar. Enzimas principalmente lipasas, proteasas y quitinasas, son producidas por la hifa y ocasionan una alteración de la cutícula, que facilita la entrada de la hifa de penetración (Monzón , 2021).

2.2.2.2.4. Multiplicación del hongo en el homocelo

En el interior del insecto el hongo se multiplica, principalmente por gemación, produciendo formas miceliales libres y unicelulares llamadas blastosporas en los Deuteromycetes, también se pueden formar en el hifas, protoplastos y células sin pared. Los insectos tienen un sistema inmunológico que les permite reconocer y reaccionar a partículas extrañas como propágulos de hongos, bacterias y virus, en el homocelo del insecto, las cuales pueden ser fagocitados, evitando así la presencia de otros organismos (Monzón , 2021).

2.2.2.2.5. Producción de toxinas

Las toxinas son sustancias de baja toxicidad para mamíferos, pero muy tóxicas para artrópodos, por lo que pueden causar la muerte del insecto debido a sus propiedades insecticidas; además actúan como inhibidoras de las reacciones de defensa del insecto. La producción de toxinas es una característica de todos los hongos y cepas. Las toxinas producidas pueden ser de dos tipos: a) macromoléculas proteicas y b) sustancias de bajo peso molecular. Las primeras son enzimas secretadas en cantidades significativas tanto en medios de cultivo como en el cuerpo del insecto. La serilproteasa y sulfidrilproteasa, otras enzimas encontradas son lipasas, glicogenasas, amilasas y quitinasas. El segundo tipo corresponde a metabolitos secundarios, cuya producción es una propiedad genética de los hongos, pero que puede ser afectada por factores como nutrientes, pH, temperatura, etc. Las toxinas más comunes de este tipo son principalmente las destruxinas, demetildextruxina y protodextruxina (Monzón , 2021).

2.2.2.2.6. Muerte del insecto

La muerte del insecto parasitado ocurre generalmente antes que el hongo colonice totalmente el homocelo del insecto. Esto se debe en gran parte a la acción de las toxinas. Con la muerte del insecto finaliza la fase parasítica y se inicia la saprofitica. Cuando el insecto muere no se observa evidencia del hongo causante de la muerte, sino posteriormente (Monzón , 2021).

2.2.2.2.7. Colonización total

Luego de la muerte del insecto, el micelio invade todos los órganos y tejidos, iniciando generalmente por el tejido graso. Pueden existir órganos o tejidos que no son colonizados. Después de la colonización, el cadáver del insecto se transforma en una momia, la que es resistente a la descomposición bacteriana, aparentemente debido a la acción de antibióticos liberados por el hongo (Monzón , 2021).

2.2.2.2.8. Emergencia del hongo hacia el exterior

Después de la colonización, si las condiciones externas son de baja humedad relativa, el hongo puede mantenerse en el interior del insecto, protegido por el integumento, pero en condiciones húmedas el hongo emerge del cuerpo del insecto principalmente a través de las zonas menos esclerosadas (Monzón , 2021).

2.2.2.2.9. Esporulación

Después que las hifas atraviesan el integumento, si las condiciones son de alta humedad relativa, en un periodo de 24 a 48 horas ocurre la producción de esporas o conidias. Es en esta fase el insecto muerto adquiere una coloración característica de acuerdo con el hongo, por ejemplo, verde si es *metarhizium* y blanco si es *beauveria* (Monzón , 2021).

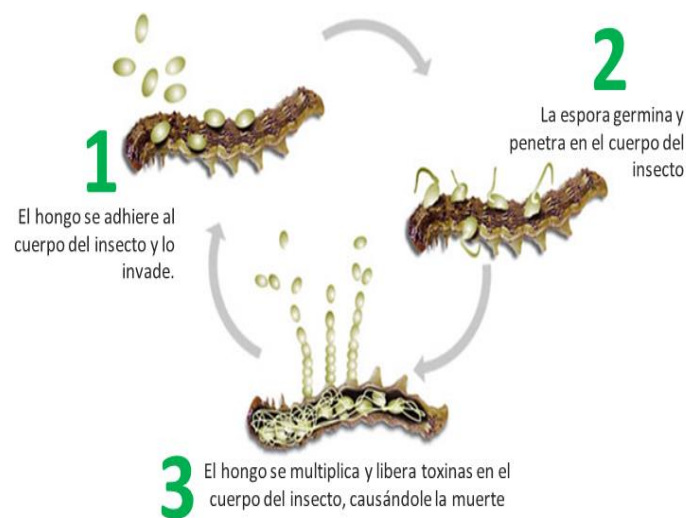


Figura 2. Modo de acción de *Beauveria bassiana* y *Beauveria brongniartii*

Fuente: INIA (2016)

2.2.2.3. Bacterias entomopatógenas

En general, las bacterias entomopatógenas deben ser ingeridas y actúan mediante la liberación de toxinas o penetración de las células del intestino medio, antes de la invasión del hemocele para multiplicarse en el cadáver del insecto. Las bacterias entomopatógenas Gram-positivas tienen la capacidad de formar esporas, dentro de las que se encuentra el bien conocido *Bacillus thuringiensis*, ha sido el caso más exitoso de todos los controles microbianos con cepas activas sobre *lepidópteros*, *coleópteros* y *dípteros*, utilizadas en el control de plagas a gran escala; además, sus genes de toxinas han sido usados para la protección de plantas en cultivos transgénicos (Grijalba, Hurst, Ibarra, Jurat, & Jackson, 2018). Otro aspecto para mencionar de las bacterias entomopatógenas es según Shafi, Tian, & Ji (2017), manifiesta que la propiedad de formación de esporas de las especies de *Bacillus* les otorga una importancia primordial en el campo del control biológico. Esto se debe a

que las esporas producidas por las especies de *Bacillus* tienen la capacidad de soportar condiciones ambientales extremas.

2.2.2.4. Modo de acción de: *Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki* y *Bacillus Thuringiensis* var. *Aizawai*

Según Pinos y Hernández (2019), el proceso de infección consta de los siguientes procesos:

- Ingestión
- Solubilización
- Activación
- Atravesar la membrana del intestino
- Interacción con el intestino medio
- Muerte del insecto y dispersión de *Bacillus thuringiensis*

2.2.2.4.1. Ingestión

El primer paso supone la ingestión por parte de las especies susceptibles a su acción. A diferencia de otros insecticidas, tanto *Bacillus thuringiensis* como sus proteínas actúan exclusivamente previa ingestión del insecto y nunca por contacto en superficie (Pinos & Hernández , 2019).

2.2.2.4.2. Solubilización

En el caso de las proteínas Cry, el segundo paso tras la ingestión es la solubilización de los cristales. Este proceso se realiza mediante la rotura de la estructura cristalina y la liberación de las protoxinas presentes en el cristal. La solubilización se considera un factor importante en la especificidad de las proteínas Cry, ya que para que se produzca este proceso y se liberen las protoxinas son necesarios factores apropiados para ello en el intestino medio de los insectos, por ejemplo, el pH. Por el contrario, las proteínas Vip no precisan de este paso de solubilización, ya que son secretadas al exterior de la bacteria en forma soluble (Pinos & Hernández , 2019).

2.2.2.4.3. Activación

Tanto las protoxinas Cry solubilizadas, como las protoxinas Vip, son procesadas por enzimas proteasas endógenas presentes en los fluidos intestinales, produciendo una toxina activa. Este proceso es producido principalmente por tripsinas y quimotripsinas, las enzimas más abundantes en los fluidos intestinales de los insectos. La capacidad de procesamiento de las protoxinas de *Bacillus thuringiensis* por parte del insecto se

ha definido también como un factor importante en la especificidad de estas proteínas (Pinos & Hernández , 2019).

2.2.2.4.4. Atravesar la membrana del intestino

Una vez activadas, las toxinas deben atravesar la membrana del intestino medio, una matriz muy rica en quitina cuya función principal es la separación entre el alimento y las células epiteliales. Esta barrera física impide que el alimento pueda tener un efecto abrasivo sobre el intestino y también protege contra infecciones de tipo bacteriano, vírico o parasítico. En consecuencia, la membrana peritrófica del intestino puede también reducir la cantidad de toxinas que lleguen a interactuar con las células intestinales y tener un efecto sobre la susceptibilidad final del insecto a las toxinas. Aunque, el papel protector que ejerce la membrana peritrófica también puede verse comprometido por la acción de las enzimas quitinasas endógenas o exógenas de *Bacillus thuringiensis*, capaces de degradar la quitina (Pinos & Hernández , 2019).

2.2.2.4.5. Interacción con el intestino medio

Tras superar la barrera de la membrana peritrófica, las proteínas Cry o Vip interactúan con la membrana de células del intestino medio, consideradas como las células diana de las toxinas (Pinos & Hernández , 2019).

2.2.2.4.6. Muerte del insecto y dispersión de *Bacillus thuringiensis*

El modelo más consolidado para explicar la actividad tóxica de las proteínas *Bacillus thuringiensis* se basa principalmente en su habilidad para formar poros en la membrana de las células diana del intestino. De forma general, se acepta que, tras la unión de las toxinas a los receptores específicos de la membrana, se forma una nueva estructura proteica que se inserta en la membrana de las células intestinales, constituyendo un poro. Esta pérdida en la integridad de la membrana genera un desequilibrio osmótico que desemboca en la rotura celular. Tras la lisis de las células intestinales se produce una septicemia, causada principalmente por el paso a la hemolinfa no sólo de las propias esporas o formas vegetativas de *Bacillus thuringiensis*, sino también de todas aquellas bacterias oportunistas y otros patógenos presentes en el bolo alimentario y el insecto acaba muriendo. Tras la muerte del insecto, *Bacillus thuringiensis* puede aprovechar este nicho para continuar creciendo y esporular, favoreciendo su posterior dispersión en el medio (Pinos & Hernández , 2019).

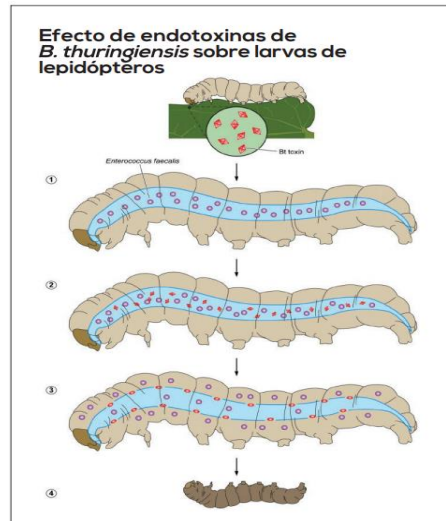


Figura 3. Modo de acción de *Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki* y *Bacillus Thuringiensis* var. *Aizawai*

Fuente: MUNDOGRO (2019)

2.2.2.5. Microorganismos entomopatógenos endófitos

Los microorganismos entomopatógenos endófitos son beneficiosos para las plantas e incluyen hongos y bacterias. El término endófito se define como organismos que pasan la mayor parte o todo su ciclo de vida colonizando los tejidos de la planta hospedera sin causar daño evidente. Dentro de los endófitos, los hongos y bacterias entomopatógenas han despertado el interés de los investigadores debido a varias características que le podrían permitir ser usados con distintos objetivos en un sistema de producción agrícola. (Barra, 2020).

Estos microorganismos traen consigo ciertas ventajas: estimular el crecimiento de las plantas; aumentar la resistencia a enfermedades; mejoran la capacidad de las plantas para resistir el estrés ambiental y contribuyen a solubilizar los nutrientes. Por lo tanto, se ha demostrado que la relación de endófitos y planta es muy beneficiosa (Vielma, 2020).

2.2.2.5.1. Hongos entomopatógenos endófitos como promotores de crecimiento

Dentro de este grupo destacan los géneros *Beauveria* y *Metarhizium*, los cuales también se consideran como promotores de crecimiento y rendimiento de los cultivos. Varios estudios han entregado evidencia del potencial que presentan los hongos entomopatógenos endófitos (HEE) para promover el crecimiento de las plantas en distintas especies cultivadas (Barra, 2020).

2.2.2.5.2. Bacterias entomopatógenas endófitas como promotores de crecimiento

Se mantiene el género *Bacillus* el cual produce crecimiento vegetal, son capaces de promover el crecimiento y la salud de la planta. Los microorganismos endófitos también inhiben a patógenos, debido a que ayudan a promover la contaminación, solubilizan fosfatos y contribuyen a la asimilación del nitrógeno por las plantas (Sánchez A. , 2021).

III. METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

3.1.1. Enfoque

El presente trabajo tiene un enfoque cuantitativo, ya que consiste en tomar datos numéricos sobre la eficiencia que tienen los tratamientos como bioinsecticidas. Además, se realizó la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías.

3.1.2. Tipo de Investigación

El tipo de investigación que se realizó es experimental ya que va a poder determinar la relación causa a efecto. Usando un grupo experimental y de control, manipulando el factor supuestamente causal. Utilizando procedimientos al azar para la selección y asignación de sujetos y tratamiento.

3.2. HIPÓTESIS

H0: La aplicación de bioinsecticidas utilizados para controlar *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*), no reducen la incidencia de la población y el daño causado en el cultivo por el insecto.

H1: La aplicación de bioinsecticidas utilizados para controlar *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*), reducen la incidencia de la población y el daño causado en el cultivo por el insecto.

3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

La definición y operacionalización de las variables se describen en la Tabla 2.

Tabla 2. Definición y operacionalización de las variables

Variable	Descripción de la variable	Indicador	Técnica	Instrumentos
Independiente	Bioinsecticidas	Complejo de hongos, bacterias, y cada uno de manera independiente para el manejo de <i>Spodoptera frugiperda</i>	Aplicación foliar	Bomba de fumigar, aplicación foliar y dosificar por medio copa dosificadora
	Frecuencia de aplicación	Frecuencia efectiva para el manejo de <i>Spodoptera frugiperda</i>	Aplicaciones cada 7 y 15 días	Cronograma de aplicaciones
	Incidencia de <i>Spodoptera frugiperda</i>	Porcentaje de incidencia de <i>Spodoptera frugiperda</i>	Observación y fórmula incidencia: $I = \frac{\# \text{Mazorcas afectadas}}{\# \text{Mazorcas evaluadas}} * 100$	Visualizador, uso de programa Excel
Dependiente	Desarrollo: Altura de la planta	Desarrollo vegetativo del tallo	Altura de la planta en cm cada 15 días, tomando desde las raíces nodales hasta el final del tallo.	Flexómetro, libreta de apuntes
	Rendimientos: Rendimiento total	Peso mazorcas totales por tratamiento	Pesaje en Kilogramos de todas las mazorcas por cada tratamiento	Pesa
	Rendimientos: Peso de 6 mazorcas	Peso de 6 mazorcas homogéneas por tratamiento	Pesaje en Kilogramos, observación y selección	Visualizador y pesa
	Rendimientos: número de granos en 6 mazorcas	Número de granos de 6 mazorcas homogéneas anteriores por parcela	Con un marcador se contabilizó y tachó los granos ya contados	Visualizador, conteo y marcador
Rendimientos: peso de 100 granos	De las 6 mazorcas homogéneas anteriores escoger al azar mazorcas que completen 100 granos	Se desgranaron 100 granos y se procedió a pesar con una balanza.	Visualizador, conteo y balanza	

3.4. MÉTODOS UTILIZADOS

3.4.1. Localización del experimento

El ensayo se realizó en el Centro Experimental San Francisco de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, localizado en el cantón Huaca, provincia del Carchi-Ecuador. Ubicado en las coordenadas de latitud N:861310, longitud W:10068437 a una altitud de 2780 msnm y una temperatura de 12.7 °C.



Figura 4. Localización del experimento
Fuente: Google Maps (2023)

3.4.2. Superficie del ensayo

El ensayo tuvo una superficie total de 729.6 m², siendo las dimensiones del área del terreno de 64 metros de largo y por 11.4 metros de ancho. Se dividió en 39 unidades experimentales, cada unidad experimental fue de 4 m de largo por 3 m de ancho, manteniendo también un camino entre repeticiones de 1.20 m y un camino entre tratamientos de 1.0 m.

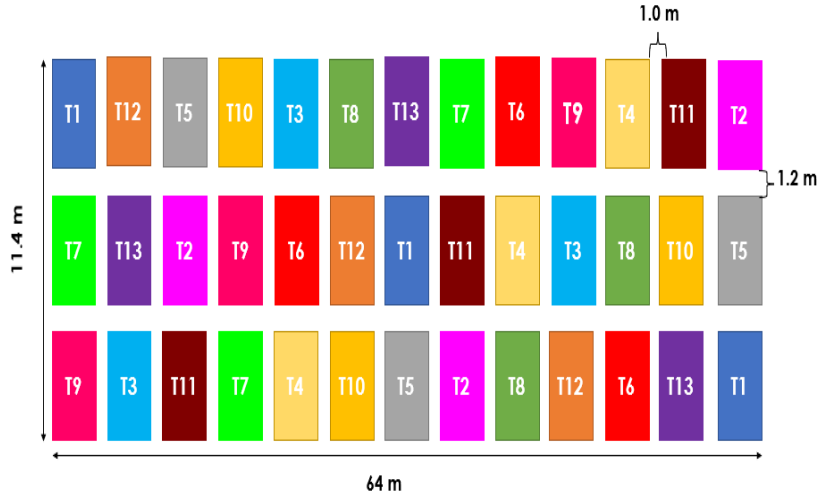


Figura 5. Superficie del ensayo

3.4.3. Caracterización del ensayo

El ensayo se realizó en condiciones de campo abierto, en donde se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con trece tratamientos y tres repeticiones, dando un total de 39 unidades experimentales. Cada tratamiento constó de 21 plantas, de las cuales 6 fueron tomadas en cuenta para la toma de datos.

Tabla 3. Caracterización del ensayo

Datos del experimento	Dimensiones
Número de tratamientos	13
Número de repeticiones	3
Número de unidades experimentales	39
Largo de la parcela	4
Ancho de la parcela	3
Área total de la parcela	12 m ²
Largo total del ensayo	64 m
Ancho total del ensayo	11.4 m
Distancia entre hileras	0.90 cm
Número de hileras por parcela	3
Distancia entre plantas	0.50 cm
Número de plantas por hilera	7
Número total de plantas por parcela	21
Distancia entre repetición	1.20 m
Distancia entre parcelas	1.0 m
Área total del ensayo	729.6 m ²
Número de plantas en el ensayo	819

3.4.4. Descripción de los tratamientos

Los tratamientos se describen en la Tabla 4.

Tabla 4. Descripción de los tratamientos

TRATAMIENTOS	DESCRIPCIÓN	DOSIS
T1	Complejo de hongos: <i>Beauveria bassiana</i> y <i>Beauveria brongniartii</i> aplicando cada 7 días.	1 cc/L – 2 cc/L
T2	Complejo de hongos: <i>Beauveria bassiana</i> y <i>Beauveria brongniartii</i> aplicando cada 15 días.	1 cc/L – 2 cc/L
T3	Complejo de bacterias: <i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>Kurstaki</i> y <i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>Aizawai</i> aplicando cada 7 días.	1 cc/L – 2 cc/L
T4	Complejo de bacterias: <i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>Kurstaki</i> / <i>Bacillus. Thuringiensis</i> var. <i>Aizawai</i> aplicando cada 15 días.	1 cc/L – 2 cc/L
T5	Hongo entomopatógeno: <i>Beauveria bassiana</i> aplicando cada 7 días.	1 cc/L – 2 cc/L
T6	Hongo entomopatógeno: <i>Beauveria bassiana</i> aplicando cada 15 días.	1 cc/L – 2 cc/L
T7	Hongo entomopatógeno: <i>Beauveria brongniartii</i> aplicando cada 7 días.	1 cc/L – 2 cc/L
T8	Hongo entomopatógeno: <i>Beauveria brongniartii</i> aplicando cada 15 días.	1 cc/L – 2 cc/L
T9	Bacteria entomopatógena: <i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>Kurstaki</i> aplicando cada 7 días.	1 cc/L – 2 cc/L
T10	Bacteria entomopatógena: <i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>Kurstaki</i> aplicando cada 15 días.	1 cc/L – 2 cc/L
T11	Bacteria entomopatógena: <i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>Aizawai</i> aplicando cada 7 días.	1 cc/L – 2 cc/L
T12	Bacteria entomopatógena: <i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>Aizawai</i> aplicando cada 15 días.	1 cc/L – 2 cc/L
T13	Químico: clorpirifós aplicando cada vez que exista la presencia de <i>Spodoptera frugiperda</i> .	1 cc/L

Nota: 1 cc/L (1 a 3 meses del cultivo) – 2 cc/L (3 meses en adelante del cultivo)

3.4.5. Población y muestra

La muestra estuvo constituida por la parcela neta, la misma que comprende seis plantas por unidad experimental, con un total de 234 plantas a evaluar en cada muestreo, en las variables de respuesta.

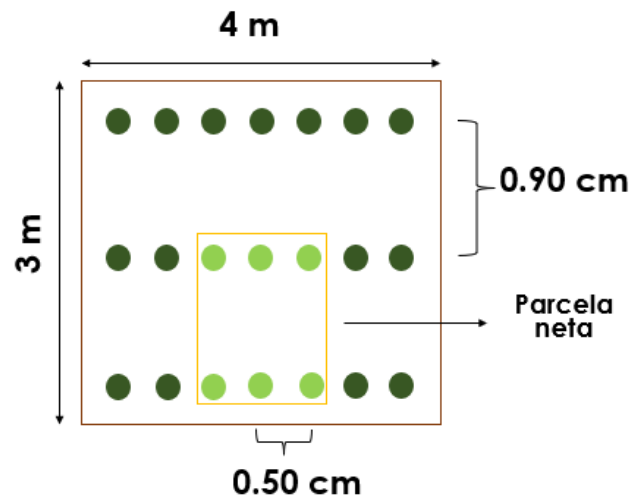


Figura 6. Población y muestra

3.4.6. Instrumentos de la investigación

3.4.6.1. Manejo de la investigación

3.4.6.1.1. Preparación del suelo

El suelo donde se implementó el cultivo contaba con cultivos anteriores y se encontraba arado, para lo cual se procedió a desinfectar con cal agrícola y dejar actuar por 20 días antes de la siembra para que esta no interfiera o afecte a los tratamientos. Además, se realizó una abonada previa con humus de lombriz para mantener al cultivo en condiciones homogéneas y poder brindar un suelo óptimo para el desarrollo de este.

3.4.6.1.2. Abonada

En este proceso de igual manera se aplicó humus de lombriz a lo largo de los 6 meses del cultivo, el intervalo de aplicación fue cada mes y medio, teniendo en cuenta que se debe aplicar sin que toque el tallo de la planta y alrededor de esta.

3.4.6.1.3. Delimitación de la parcela

Las parcelas que delimitaron con la ayuda de un decámetro, estacas y piola de color blanco para que pueda ser más vistosa.

3.4.6.1.4. Surcado y siembra

Con la ayuda del decámetro y estacas se realizó los surcos con una distancia entre sí de 0.90 cm y una vez realizado esto, se procedió a medir nuevamente para ubicar el lugar en donde sembrar de 0.50 cm, la siembra consistió en colocar 3 semillas por cada hoyo.

3.4.6.1.5. Aplicación de los tratamientos

Los tratamientos se aplicaron con tres bombas de fumigar, una de ellas para hongos entomopatógenos, otra para las bacterias entomopatógenos y una más para químico, cada vez que se colocaba un tratamiento distinto se procedía a enjuagar muy bien con agua para evitar residuos del anterior tratamiento, para la dosificación se utilizó 3 copas dosificadoras y de igual manera se procedía a enjuagar después de un tratamiento diferente. La aplicación de estos microorganismos entomopatógenos se realizó en la tarde, manteniendo en cuenta que debe ser una tarde fresca sin presencia fuerte del sol, ya que afecta en el desempeño de los estos microorganismos.

3.4.6.1.6. Deshierbe

Esta práctica se realizó de manera manual con la ayuda de un azadón sin utilizar aplicación de químicos para controlar la maleza, ya que esta puede afectar a los tratamientos, una vez que la planta alcanzó una altura considerable se dejó de realizar, debido a que estas ya no podían causar un retraso en el crecimiento de la planta u otro tipo de afectación en el desarrollo.

3.4.6.1.7. Aporque

Se realizó una vez durante todo el tiempo del cultivo, tiene un doble propósito, de eliminar malezas y ayuda a mejorar el desarrollo de la planta. El proceso consiste en acumular tierra en la base del tallo con la ayuda de un azadón.

3.4.6.1.8. Cosecha

La cosecha se realizó dos veces ya que algunas mazorcas aún no se encontraban listas. La manera en que se identificó las mazorcas de cada tratamiento fue en un costal y con un papel distintivo que incluía en nombre del tratamiento.

3.4.7. Manejo de las variables

3.4.7.1. Variables independientes

3.4.7.1.1. Bioinsecticidas

Esta variable fue cuidadosamente manejada ya que implica el cuidado de los microorganismos y por ende la efectividad de estos frente a *Spodoptera frugiperda*, para lo cual se mantuvo a estos evitando la presencia de luz directa, manteniéndolos en lugares frescos y libres de humedad, a una temperatura ambiente. La dosificación fue de 1 cc/L para el cultivo de 1 a 3 meses y 2 cc/L a partir de 3 meses en adelante, según la recomendación del laboratorio.

3.4.7.1.2. Frecuencia de aplicación

La aplicación se realizó cada 7 y 15 días.

3.4.7.2. Variables dependientes

3.4.7.2.1. Incidencia de *Spodoptera frugiperda*

Se realizó por medio de una observación detallada de cada una de las plantas de cada tratamiento con un monitoreo cada 8 días, en este caso se tomó datos, pero al final no resultaron significativos o importantes para la investigación, para lo cual no se los tomó en cuenta. Para las mazorcas en la cosecha, se realizó un conteo de todas las mazorcas afectadas por *Spodoptera frugiperda* por cada tratamiento.

3.4.7.2.2. Desarrollo: altura de la planta

Esta variable fue tomada cada 15 días después de la emergencia y se realizó hasta que el cultivo dejó de crecer para luego realizar su proceso de floración. Con la ayuda de un metro se tomó la altura de 6 plantas ubicadas en el centro de cada parcela, situándolo sobre las raíces nodales o coronarias hasta que se palpe con el tacto el final del tallo en el caso de un cultivo en periodo de desarrollo vegetativo, y para el caso en donde el cultivo ya encontraba en periodo de floración desde las raíces nodales hasta el inicio de la inflorescencia masculina.

TÉCNICA UTILIZADA PARA MEDIR ALTURA

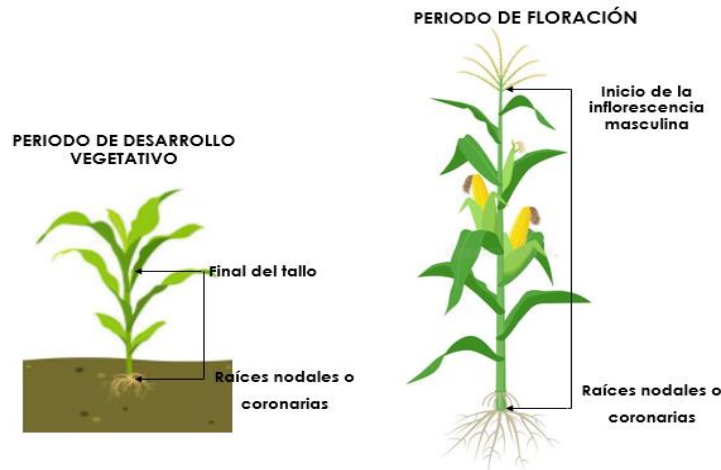


Figura 7. Técnica utilizada para medir la altura de la planta

3.4.7.2.3. Rendimiento: Rendimiento total

Debido a que todas las mazorcas por cada uno de los tratamientos se los etiquetó con un papel distintivo en un costal, se procedió a pesar cada uno con la ayuda de una balanza en Kg.

3.4.7.2.4. Rendimiento: Peso de 6 mazorcas

En este caso se tomó en cuenta 6 mazorcas ya que por cada tratamiento este fue aquel número que mantenían mazorcas homogéneas, es decir que se tomó en cuenta dependiendo del tratamiento, mazorcas que mantenían un tamaño similar dentro del mismo.

3.4.7.2.5. Rendimiento: número de granos en 6 mazorcas

Para obtener los valores de esta variable se tomó en cuenta las 6 mazorcas anteriormente mencionadas, en donde grano por grano fue contabilizado y utilizando un marcador para tachar los granos que ya fueron contados, posteriormente se realizó un promedio de las 6 mazorcas por tratamiento.

3.4.7.2.6. Rendimiento: peso de 100 granos

Según Drouet (2018), afirma que para esta variable es necesario tomar en cuenta 100 granos de maíz para obtener este valor. Estas semillas se obtuvieron de una o dos mazorcas de las 6 anteriormente mencionadas al azar, dependiendo de cada tratamiento, posteriormente se realizó un promedio de cada tratamiento.

3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

En este ensayo se efectuó un análisis de varianza (ADEVA), de acuerdo con el diseño experimental planteado, pruebas de significación de Tukey al 5%, para diferenciar entre microorganismos entomopatógenos y frecuencias de aplicación, considerando un análisis de tratamiento factorial, excluyendo al testigo químico, como se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5. Esquema de análisis de varianza excluyendo al testigo

Fuentes de variación	Fórmulas	Grados de libertad
Total		35
Microorganismos	(f-1)	5
Frecuencia	(fr - 1)	1
Tratamientos	(f-1) (fr-1)	5
Bloques	(b-1)	2
Error	(t-1) (r-1)	22

Posteriormente se realizó un ANAVAR para un diseño en bloques al azar incluyendo al testigo y se usó la prueba de media de Dunnett a un nivel de significación del 5 %. El esquema de análisis de varianza se detalla en la Tabla 6.

Tabla 6. Esquema de análisis de varianza incluyendo al testigo

Fuentes de variación	Fórmulas	Grados de libertad
Total		38
Tratamientos	(t-1)	12
Bloques	(r-1)	2
Error	(t-1) (r-1)	24

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

4.1.1. Altura de la planta a partir de 15 días hasta 90 días después de la emergencia

4.1.1.1. Análisis de varianza para altura de la planta a partir de 15 días hasta 90 días después de la emergencia, excluyendo al testigo

En el análisis de varianza para la variable altura de la planta a partir de 15 días hasta 90 días después de la emergencia, excluyendo al testigo (Tabla 7), se observa que no hubo diferencias estadísticas para el tratamiento, así como para microorganismos aplicados, sin embargo, para frecuencia presentó diferencias significativas a los 45, 60, 75, 90 dde.

Los datos de medias de crecimiento fueron adecuados en este período de tiempo, pasando de una altura de la planta de 7.97 cm a los 15 dde a 150.25 cm a los 90 dde; con coeficientes de variación aceptables para este ensayo en campo.

Tabla 7. Análisis de varianza para altura de la planta a partir de 15 días hasta 90 días después de la emergencia, excluyendo al testigo

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	VALOR P					
		15 dde	30 dde	45 dde	60 dde	75 dde	90 dde
FRECUENCIA	1	0.88ns	0.20ns	0.02*	0.04*	0.04*	0.03*
MICROORGANISMOS	5	0.22ns	0.81ns	0.64ns	0.82ns	0.78ns	0.88ns
TRATAMIENTO	5	0.31ns	0.78ns	0.61ns	0.84ns	0.63ns	0.52ns
BLOQUES	2	>0.05ns	>0.05ns	>0.05ns	>0.05ns	>0.05ns	>0.05ns
ERROR	22						
TOTAL	35						
MEDIA (cm)		7.97	14.09	24.75	38.67	75.92	150.25
CV (%)		14.77	20.67	21.95	28.2	31.31	22.07

Legenda: dde= Días después de la emergencia; CV= Coeficiente de variación; *=Significativamente diferentes; MICROORGANISMOS; Microorganismos entomopatógenos; ns= No significativo.

4.1.1.2. Prueba de Tukey para altura de la planta a partir de 15 días hasta 90 días después de la emergencia, excluyendo al testigo, respecto a la frecuencia

Para la prueba de Tukey (Tabla 8), para altura de planta a partir de 15 días hasta 90 días después de la emergencia, excluyendo al testigo, respecto a la frecuencia, se observa que la altura varía con relación a la frecuencia de aplicación, a los 45 dde se muestra una altura media de 26.95 cm con una frecuencia de 15 días de aplicación, mientras que para la misma fecha se muestra una media de 22.56 cm con relación a la aplicación cada 7 días, de igual manera sucede a los 60 dde, 75 dde, 90 dde, con una media de 42.49 cm, 84.36 cm, 162.89 cm, con aplicaciones a los 15 días y 34.84 cm, 67.48 cm, 137.62 cm, con aplicaciones a los 7 días respectivamente. Demostrando así que la mejor frecuencia en desarrollo de las plantas es la aplicación de microorganismos entomopatógenos cada 15 días.

Tabla 8. Prueba de Tukey para altura de la planta a partir de 15 días hasta 90 días después de la emergencia, excluyendo al testigo, respecto a la frecuencia

FRECUENCIA	Días después de la emergencia (dde)			
	45 dde	60 dde	75 dde	90 dde
15 días	26.95 A	42.49 A	84.36 A	162.89 A
7 días	22.56 B	34.84 B	67.48 B	137.62 B

Leyenda: dde= Días después de la emergencia.

4.1.1.3. Análisis de varianza para altura de la planta a partir de 15 días hasta 90 días después de la emergencia, incluyendo al testigo

En el análisis de varianza para la variable altura de la planta a partir de 15 días hasta 90 días después de la emergencia, incluyendo al testigo (Tabla 9), se observa que no hubo diferencias estadísticas, por tratamiento de las seis tomas de altura realizadas, pasando de una altura en promedio de 8.02 cm a los 15 dde a 149.41 cm a los 90 dde, con coeficientes de variación aceptables para este ensayo en campo.

Tabla 9. Análisis de varianza para altura de la planta a partir de 15 días hasta 90 días después de la emergencia, incluyendo al testigo

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	VALOR P					
		15 dde	30 dde	45 dde	60 dde	75 dde	90 dde
TRATAMIENTO	12	0.25ns	0.91ns	0.45ns	0.74ns	0.58ns	0.52ns
BLOQUES	2	>0.05ns	>0.05ns	>0.05ns	>0.05ns	>0.05ns	>0.05ns
ERROR	24						
TOTAL	38						
MEDIA (cm)		8.02	14.1	24.76	38.56	75.11	149.41
CV (%)		14.22	20.3	21.5	27.7	31.26	21.73

Leyenda: dde= Días después de la emergencia; CV= Coeficiente de variación; ns= No significativo.

Para la altura de la planta a partir de 15 días hasta 90 días después de la emergencia, en donde existe una diferencia estadística significativa a partir de los 45 a 90 dde, respecto a la frecuencia de aplicación dentro de los tratamientos biológicos, logrando establecer que al realizar aplicaciones cada 15 días existe un mayor crecimiento que a los 7 días de aplicación, pudiendo deberse a lo que manifiesta Shafi *et al.* (2017), *Bacillus subtilis*, promueve el crecimiento y el rendimiento de diferentes cultivos, además de mejorar la capacidad de absorción de nutrientes, lo que resulta en plantas más vigorosas, destacando también lo mencionado por Barra (2020), dentro de los mecanismos por parte de los microorganismos entomopatógenos que directamente promueven el crecimiento es la producción de fitohormonas como es el caso de *Penicillium* aislado de la raíz de pepino en la producción de hormonas vegetales, se confirmó que el hongo puede producir giberelinas y ácido indolacético en medios líquidos, solubilización de nutrientes, aumento en la disponibilidad de nutrientes y de manera indirecta la disminución de los efectos negativos causados por plagas y enfermedades estos microorganismos entomopatógenos y endófitos han mejorado parámetros como la altura de la planta, biomasa vegetal (tallos, hojas, raíces, frutos y semillas) entre otros parámetros, en cultivos como: maíz, tomate, algodón, soya, habas, poroto, pimiento dulce, por lo tanto probablemente debido a esto puede deberse el mayor crecimiento de las plantas de maíz. No concordando con González & Rugama (2016) por medio de su investigación se logra obtener que el tratamiento de *Beauveria bassiana* con intervalo de una semana o 7 días mantiene el promedio más bajo en la altura del cultivo de chiltoma o pimiento.

4.1.2. Rendimiento total (Kg)

4.1.2.1. Análisis de varianza para rendimiento total (Kg), excluyendo al testigo

En el análisis de varianza para la variable rendimiento total (kg), excluyendo al testigo (Tabla 10), se observa que no hubo diferencias estadísticas para microorganismos aplicados, frecuencia y tratamiento con una media de 17.80 Kg, con coeficiente de variación de 9.68 % siendo aceptable para este ensayo en campo.

Tabla 10. Análisis de varianza para rendimiento total (Kg), excluyendo al testigo

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	VALOR P
FRECUENCIA	1	0.14ns
MICROORGANISMOS	5	0.95ns
TRATAMIENTO	5	0.58ns
BLOQUES	2	>0.05ns
ERROR	22	
TOTAL	35	
MEDIA (kg)		17.8
CV (%)		9.68

Leyenda: CV= Coeficiente de variación; MICROORGANISMOS; Microorganismos entomopatógenos; ns= No significativo.

4.1.2.2. Análisis de varianza para rendimiento total (Kg), incluyendo al testigo

En el análisis de varianza para la variable rendimiento total (Kg), incluyendo al testigo (Tabla 11), se observa que no existió diferencias estadísticas para tratamiento con una media de 17.81 Kg, con coeficiente de variación de 9.78 % siendo aceptable para este ensayo en campo.

Tabla 11. Análisis de varianza para rendimiento total (Kg), incluyendo al testigo

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	VALOR P
TRATAMIENTO	12	0.83ns
BLOQUES	2	>0.05ns
ERROR	24	
TOTAL	38	
MEDIA (kg)		17.81
CV (%)		9.78

Leyenda: CV= Coeficiente de variación; ns= No significativo.

Según los datos obtenidos en este ensayo para el rendimiento total (Kg), no existe diferencia estadística, probablemente debido a que al realizar un manejo adecuado del cultivo, aplicando todos los insumos necesarios a los tratamientos, los bioinsecticidas no actúan sobre esta variable, además, es necesario mencionar que se mantiene una media de 17.8 Kg no concordando con Ávila (2021), quien asegura que dentro de sus tratamientos biocontroladores a base de microorganismos entomopatógenos, encuentra diferencias estadísticas entre los tratamientos, demostrando que el mejor tratamiento es *Bacillus thuringiensis* más *Beauveria bassiana* con una media de 23.90 Kg, estos datos se pueden corroborar con Alves et al. (2022), quien indica que al aplicar *Bacillus subtilis* en el cultivo de maíz dio lugar a un aumento en el brote vegetal, raíz y por ende en el rendimiento, pudiendo deberse a lo que afirma Vielma (2020), los microorganismos entomopatógenos endófitos tienen la capacidad de solubilizar el fosfato, mejorar la absorción de fósforo (P),

fijación de nitrógeno, producción de sideróforos y hormonas vegetales, tal como auxina, etileno, abscisinas, giberelinas y ácido indolacético; elementos que resultan imprescindibles para la regulación del crecimiento y rendimiento de las plantas.

4.1.3. Peso de 6 mazorcas (kg)

4.1.3.1. Análisis de varianza para peso de 6 mazorcas (kg), excluyendo al testigo

En el análisis de varianza para la variable peso de 6 mazorcas (kg), excluyendo al testigo (Tabla 12), se observa que no hubo diferencias estadísticas para tratamiento ni para microorganismos aplicados, solamente presentó diferencias en la frecuencia de aplicación, manteniendo una media de 1.04 Kg y un coeficiente de variación de 10.88 % siendo aceptable para este ensayo en campo.

Tabla 12. Análisis de varianza para peso de 6 mazorcas (kg), excluyendo al testigo

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	VALOR P
FRECUENCIA	1	0.01*
MICROORGANISMOS	5	0.78ns
TRATAMIENTO	5	0.40ns
BLOQUES	2	>0.05ns
ERROR	22	
TOTAL	35	
MEDIA (kg)		1.04
CV (%)		10.88

Leyenda: CV= Coeficiente de variación; *=Significativamente diferentes; MICROORGANISMOS; Microorganismos entomopatógenos; ns= No significativo.

4.1.3.2. Prueba de Tukey para peso de 6 mazorcas (kg), excluyendo al testigo, respecto a la frecuencia

En la prueba de Tukey para el peso de 6 mazorcas (Kg), excluyendo al testigo, respecto a la frecuencia varía con relación a la frecuencia de aplicación (Tabla 13), cuando se aplicaba a los 15 días, el peso tiene una media de 1.09 Kg y en el caso de aplicaciones cada 7 días se mantiene una media de 0.99 Kg. Demostrando así que la mejor frecuencia en rendimiento de las plantas es la aplicación de microorganismos entomopatógenos cada 15 días.

Tabla 13. Prueba de Tukey para peso de 6 mazorcas (kg), excluyendo al testigo, respecto a la frecuencia

FRECUENCIA	PESO DE 6 MAZORCAS (Kg)	GRUPOS HOMOGÉNEOS
15 días	1.09	A
7 días	0.99	B

4.1.3.3. Análisis de varianza para peso de 6 mazorcas (kg), incluyendo al testigo

En el análisis de varianza para la variable peso de 6 mazorcas (Kg), incluyendo al testigo (Tabla 14), se observa que no hubo diferencia significativa de los tratamientos con una media de 1.04 Kg, con coeficiente de variación de 11.44 % siendo aceptable para este ensayo en campo.

Tabla 14. Análisis de varianza para peso de 6 mazorcas (kg), incluyendo al testigo

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	VALOR P
TRATAMIENTO	12	0.35ns
BLOQUES	2	>0.05ns
ERROR	24	
TOTAL	38	
MEDIA (kg)		1.04
CV (%)		11.44

Leyenda: CV= Coeficiente de variación; ns= No significativo.

Existen diferencias estadísticas significativas dentro de esta investigación para peso de 6 mazorcas dentro de los tratamientos biológicos, respecto a la frecuencia de aplicación, demostrando que se obtiene mejores rendimientos en esta variable cuando se aplica cada 15 días, manteniendo una media de 1.09 Kg por cada 6 mazorcas de manera que mantiene un peso de 0.18 kg por mazorca, concordando con Ávila (2021), quien menciona que en su investigación si existen diferencias estadísticas significativas dentro de los tratamientos, en donde el mejor tratamiento fue *Bacillus thuringiensis* más *Beauveria bassiana* con una media de 0.38 Kg por mazorca de 30 mazorcas por tratamiento y con una frecuencia de aplicación cada 15 días, pudiendo deberse a lo que menciona Sánchez (2021), que los microorganismos entomopatógenos endófitos tienen la capacidad de solubilizar los minerales que se encuentran en suelo para la planta, de este modo es posible que exista un mayor peso de mazorcas, además, de que al lograr controlar *Spodoptera frugiperda* se evita el daño a la mazorca por ende existirá más peso.

4.1.4. Peso de 100 granos (g)

4.1.4.1. Análisis de varianza para peso de 100 granos (g), excluyendo al testigo

En el análisis de varianza para la variable peso de 100 granos (g), excluyendo al testigo (Tabla 15), se observa que no hubo diferencias estadísticas para tratamiento, microorganismos aplicados, y frecuencia de aplicación, manteniendo una media de

66.95 g, con coeficiente de variación de 18.09 % siendo aceptable para este ensayo en campo.

Tabla 15. Análisis de varianza para peso de 100 granos (g), excluyendo al testigo

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	VALOR P
FRECUENCIA	1	0.83ns
MICROORGANISMOS	5	0.86ns
TRATAMIENTO	5	0.69ns
BLOQUES	2	>0.05ns
ERROR	22	
TOTAL	35	
MEDIA (g)		66.95
CV (%)		18.09

Leyenda: CV= Coeficiente de variación; MICROORGANISMOS; Microorganismos entomopatógenos; ns= No significativo.

4.1.4.2. Análisis de varianza para peso de 100 granos (g), incluyendo al testigo

En el análisis de varianza para la variable peso de 100 granos (g), incluyendo al testigo (Tabla 16), se observa que no hubo diferencia estadística de los tratamientos con una media de 67.59 g, con coeficiente de variación de 19.28 % siendo aceptable para este ensayo en campo.

Tabla 16. Análisis de varianza para peso de 100 granos (g), incluyendo al testigo

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	VALOR P
TRATAMIENTO	12	0.92ns
BLOQUES	2	>0.05ns
ERROR	24	
TOTAL	38	
MEDIA (gr)		67.59
CV (%)		19.28

Leyenda: CV= Coeficiente de variación; ns= No significativo.

En el peso de 100 granos o semillas no existe ninguna diferencia estadística significativa, entendiendo de este modo que los tratamientos biológicos no influyen en el peso de los granos de la mazorca, es decir que el producto no se verá afectado de manera significativa a pesar de que se brindaron condiciones homogéneas dentro de toda la investigación, concordando con Drouet (2018), quien menciona que en su experimento se pesaron 100 semillas y se obtuvo que las aplicaciones de tratamientos biológicos o microorganismos entomopatógenos no difieren significativamente del tratamiento convencional, aun cuando se obtuvieron promedios inferiores por parte de los tratamientos biológicos, por otro lado según Ezeta (2018), con quien no se coincide, mantiene dentro de su investigación para la variable peso de 1000 granos encuentra diferencias significativas mostrando mayor peso en relación al testigo, pudiendo ser a lo que manifiesta Sánchez (2021), los microorganismos entomopatógenos son promotores del crecimiento en las plantas,

han demostrado ser una herramienta útil en agricultura, porque permiten el incremento directo en el crecimiento y la productividad vegetal, al proveer la disponibilidad de recursos nutritivos para la planta.

4.1.5. Número de granos en 6 mazorcas

4.1.5.1. Análisis de varianza para número de granos en 6 mazorcas, excluyendo al testigo

En el análisis de varianza para la variable número de granos en 6 mazorcas, excluyendo al testigo (Tabla 17), se observa que no hubo diferencia estadística para tratamiento, aplicación de microorganismos y frecuencia manteniendo una media de 166.35 granos, con coeficiente de variación de 5.97 % siendo aceptable para este ensayo en campo.

Tabla 17. Análisis de varianza para número de granos en 6 mazorcas, excluyendo al testigo

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	VALOR P
FRECUENCIA	1	0.81ns
MICROORGANISMOS	5	0.57ns
TRATAMIENTO	5	0.96ns
BLOQUES	2	>0.05ns
ERROR	22	
TOTAL	35	
MEDIA (#)		166.35
CV (%)		5.97

Leyenda: CV= Coeficiente de variación; MICROORGANISMOS; Microorganismos entomopatógenos; ns= No significativo.

4.1.5.2. Análisis de varianza para número de granos en 6 mazorcas, incluyendo al testigo

En el análisis de varianza para la variable número de granos en 6 mazorcas, incluyendo al testigo (Tabla 18), se observa que no hubo diferencia estadística de los tratamientos con una media de 166.39 granos, con coeficiente de variación de 5.77 % siendo aceptable para este ensayo en campo.

Tabla 18. Número de granos en 6 mazorcas, incluyendo al testigo

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	VALOR P
TRATAMIENTO	12	0.93ns
BLOQUES	2	>0.05ns
ERROR	24	
TOTAL	38	
MEDIA (#)		166.39
CV (%)		5.77

Leyenda: CV= Coeficiente de variación; ns= No significativo.

En esta variable según los resultados se concluye que no hay significancia, indicando que los tratamientos biológicos y el testigo químico no afectan al rendimiento del cultivo manteniendo una media de 166.3 granos, pudiendo deberse a que dentro de los tratamientos se mantuvo condiciones de suelo homogéneas, aunque se toma en cuenta la variedad utilizada dentro de esta investigación, es importante conocer que el número de granos se ve afectado por la genética del cultivo, polinización por parte de insectos e inclusive por la fertilización que se brinda, deduciendo así que en esta variable no se considera que la aplicación de microorganismos entomopatógenos influyan en el aumento o disminución de número de granos, estando en desacuerdo con el estudio de Nadhir (2020), en donde encuentra diferencias dentro de los tratamientos biológicos obteniendo una media de 756 granos, aunque la investigación planteó estudiar el efecto del control del gusano cogollero, se puede considerar que hubo un efecto en el número total de granos por mazorca, como base del rendimiento, en este sentido se puede asumir que indirectamente si tuvo efecto en esta variable, de esta manera pudiendo deducir que la aplicación de microorganismos ayuda a obtener mayor número de granos o rendimiento del cultivo de maíz, pudiendo deberse a lo que manifiesta Zambrano (2021), en donde alude que los microorganismos entomopatógenos endófitos tienen la capacidad de incrementar la disponibilidad de elementos nutritivos para la planta, es probable que sea esta la razón para que existan diferencias estadísticas en esta variable.

4.1.6. Incidencia de *Spodoptera frugiperda* en mazorcas (%)

4.1.6.1. Análisis de varianza para incidencia de *Spodoptera frugiperda* en mazorcas (%), excluyendo al testigo

En el análisis de varianza para la variable incidencia de *Spodoptera frugiperda* en mazorcas (%), excluyendo al testigo (Tabla 19), se observa que existe diferencia estadística para tratamiento, aplicación de microorganismos y frecuencia de aplicación manteniendo una media de 61.04 %, con coeficiente de variación de 6.36% siendo aceptable para este ensayo en campo.

Tabla 19. Análisis de varianza para incidencia de *Spodoptera frugiperda* en mazorcas (%), excluyendo al testigo

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	VALOR P
FRECUENCIA	1	0.00*
MICROORGANISMO	5	0.00*
TRATAMIENTO	5	0.00*
BLOQUES	2	>0.05ns
ERROR	22	
TOTAL	35	
MEDIA (%)		61.04
CV (%)		6.36

Leyenda: CV= Coeficiente de variación; *=Significativamente diferentes; MICROORGANISMOS; Microorganismos entomopatógenos

4.1.6.2. Prueba de Tukey para incidencia de *Spodoptera frugiperda* en mazorcas (%), excluyendo al testigo, respecto a la frecuencia

En la prueba de Tukey para incidencia de *Spodoptera frugiperda* en mazorcas, excluyendo al testigo, respecto a la frecuencia (Tabla 20), se puede observar que existen diez grupos homogéneos, de los cuales el mejor grupo es el H perteneciente al tratamiento 1 (Complejo de hongos *Beauveria bassiana* y *Beauveria brongniartii* cada 7 días), con un promedio de 39.68 % de incidencia de *Spodoptera frugiperda*, seguido por el grupo GH por parte del tratamiento 5 (Hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* cada 7 días), con un promedio de 44.44 % de incidencia de *Spodoptera frugiperda* y el peor tratamiento es el 12 (Bacteria entomopatógena *Bacillus thuringiensis* var. *Aizawai* cada 15 días) perteneciente al grupo A con un promedio de 83.33 % de incidencia de *Spodoptera frugiperda*.

Tabla 20. Prueba de Tukey para incidencia de *Spodoptera frugiperda* en mazorcas (%), excluyendo al testigo, respecto a la frecuencia

TRATAMIENTO	MEDIA (%)	GRUPOS HOMOGÉNEOS
1	39.68	A
5	44.44	AB
2	50	ABC
8	52.38	BCD
3	54.76	BCD
7	60.31	CDE
9	62.69	DEF
4	67.46	EFG
6	69.84	EFG
10	72.22	FGH
11	75.39	GH
12	83.33	H

4.1.6.3. Análisis de varianza para incidencia de *Spodoptera frugiperda* en mazorcas (%), incluyendo al testigo

En el análisis de varianza para la variable incidencia de *Spodoptera frugiperda* en mazorcas, incluyendo al testigo (Tabla 21), se observa que existe una diferencia

estadística de los tratamientos manteniendo una media de 57.02 %, con coeficiente de variación de 7.21 % siendo aceptable para este ensayo en campo.

Tabla 21. Análisis de varianza para incidencia de *Spodoptera frugiperda* en mazorcas (%), incluyendo al testigo

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	VALOR P
TRATAMIENTO	12	0.00*
BLOQUES	2	>0.05ns
ERROR	24	
TOTAL	38	
MEDIA (%)		57.02
CV (%)		7.21

Leyenda: CV= Coeficiente de variación; *=Significativamente diferentes.

4.1.6.4. Comparaciones múltiples de Dunnett para la incidencia de *Spodoptera frugiperda* en mazorcas (%), incluyendo al testigo, respecto al tratamiento

Para las comparaciones múltiples de Dunnett para la incidencia de *Spodoptera frugiperda* en mazorcas, incluyendo al testigo, respecto al tratamiento (Tabla 22), resulta que el mejor tratamiento es decir con bajo porcentaje de incidencia de *Spodoptera frugiperda* en mazorcas, es el 13 (químico) con una media de 8,72 %, seguido por el tratamiento 1 complejo de hongos *Beauveria bassiana* y *Beauveria brongniartii* con una aplicación cada 7 días, con una media de 39,68 %, indicando que el químico es el que brinda mayor control a la plaga. Entre los tratamientos alternativos con microorganismos entomopatógenos, el mejor fue el tratamiento uno, el cual brinda un buen manejo de *Spodoptera frugiperda*.

Tabla 22. Comparaciones múltiples de Dunnett para la incidencia de *Spodoptera frugiperda* en mazorcas (%), incluyendo al testigo, respecto al tratamiento

TRATAMIENTO	MEDIA (%)	LÍM INF	DIFE	LÍM SUP
1	39,68	20,90	30,95*	41,01
2	50,00	31,21	41,27*	51,32
3	54,76	35,97	46,03*	56,08
4	67,46	48,67	58,73*	68,78
5	44,44	25,66	35,72*	45,77
6	69,84	51,05	61,11*	71,16
7	60,31	41,53	51,59*	61,64
8	52,38	33,59	43,65*	53,70
9	62,69	43,91	53,97*	64,02
10	72,22	53,43	63,49*	73,54
11	75,39	56,61	66,67*	76,72
12	83,33	64,55	74,60*	84,66
13	8,72			

Leyenda: LÍM INF= Límite inferior; DIFE= Diferencia; LÍM SUP= Límite superior.

En la incidencia de *Spodoptera frugiperda* en mazorcas, excluyendo al testigo manifiesta una diferencia estadística significativa respecto al tratamiento, obteniendo que el mejor tratamiento es el 1 (Complejo de hongos *Beauveria*

bassiana y *Beauveria brongniartii*) con una frecuencia de aplicación cada 7 días, aunque mantiene 39.98 % de incidencia por parte de *Spodoptera frugiperda* demostrando que resulta más eficiente utilizar el complejo de hongos, por el contrario cuando se incluye al testigo existe una diferencia estadística significativa respecto al tratamiento, en donde se obtiene que el mejor tratamiento es el T3 o químico con un 8.72 % de incidencia, entendiendo de este modo existe un mayor manejo de *Spodoptera frugiperda* por parte del químico frente al tratamiento biológico, aunque ya depende del objetivo planteado al obtener productos agrícolas, ya sean libres o no de químicos. Coincidiendo con Castillo & Rodríguez (2021), quienes aseguran que el manejo convencional o químico resulta de mejor y rápido control frente a los tratamientos biológicos, cualquiera de los tratamientos ya sea convencional o biológico logra controlar la plaga mencionada manteniendo una frecuencia de aplicación cada 7 días. Concluyendo que el tratamiento químico y biológico permite tener un buen control frente a las plagas, de igual manera se coincide con Moreno (2023), quien en su investigación concluyó que ya sea la frecuencia de aplicación a los 7 o 15 días esta permite mantener una baja población de *Pseudoplusia includens* en el cultivo de pepino, pero dentro del mejor tratamiento se considera a *Bacillus thuringiensis* para el manejo de *Pseudoplusia includens* en el cultivo de pepino con aplicaciones cada 7 días.

4.1.7. Análisis Costo Beneficio de los tratamientos en estudio con un precio de 15 dólares el qq de 45 kg de maíz

En la tabla 23, se mostró los resultados detallados del costo beneficio por cada uno de los tratamientos evaluados, como también una estimación de producción qq por hectárea y el índice de costo beneficio, el cual T13 (Químico - clorpirifós), fue el que menor pérdida obtuvo con un resultado de 0.13 dólares siendo este valor el más bajo, por otra parte, el T1 (Complejo de hongos: *Beauveria bassiana* y *Beauveria brongniartii* aplicando cada 7 días.), generó una pérdida mayor de 0.30 dólares. Por lo tanto, ninguno de los tratamientos es factible, debido a su elevado costo y baja producción del cultivo para este ensayo.

Tabla 23. Análisis Costo Beneficio de los tratamientos en estudio con un precio de 15 dólares el qq de 45 kg de maíz

TRATAMIENTO	Costo de producción \$	qq de 45/ kgHa ⁻¹	Precio qq	Valor de venta \$	Utilidad \$	Costo beneficio \$	Costo Directo \$
T1	2158.73	101.00	15.00	1515.00	-643.73	0.70	-0.30
T2	2106.73	111.00	15.00	1665.00	-441.73	0.79	-0.21
T3	2108.73	108.00	15.00	1620.00	-488.73	0.77	-0.23
T4	1986.73	112.00	15.00	1680.00	-306.73	0.85	-0.15
T5	2148.73	108.00	15.00	1620.00	-528.73	0.75	-0.25
T6	2021.73	110.00	15.00	1650.00	-371.73	0.82	-0.18
T7	2134.73	102.00	15.00	1530.00	-604.73	0.72	-0.28
T8	2132.73	118.00	15.00	1770.00	-362.73	0.83	-0.17
T9	2168.73	113.00	15.00	1695.00	-473.73	0.78	-0.22
T10	2001.73	107.00	15.00	1605.00	-396.73	0.80	-0.20
T11	2126.73	109.00	15.00	1635.00	-491.73	0.77	-0.23
T12	2139.73	115.00	15.00	1725.00	-414.73	0.81	-0.19
T13	1897.73	110.00	15.00	1650.00	-247.73	0.87	-0.13

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- La mejor alternativa para el manejo de *Spodoptera frugiperda* es el tratamiento 13 (químico - clorpirifós), pero si se toma en cuenta una alternativa de control biológico, el tratamiento 1 (complejo de hongos *Beauveria bassiana* y *Beauveria brongniartii* con frecuencia de aplicación cada 7 días) mostró los mejores resultados.
- La frecuencia efectiva para el manejo de *Spodoptera frugiperda* es mantener una aplicación cada 7 días.
- Los tratamientos con baja incidencia de *Spodoptera frugiperda* en mazorcas, es el 13 (químico - clorpirifós) con una media de 8,72 % de incidencia, seguido por el tratamiento 1 complejo de hongos *Beauveria bassiana* y *Beauveria brongniartii* con una aplicación cada 7 días, con una media de 39,68 % de incidencia.
- En el caso del desarrollo; altura de planta y rendimiento; peso de 6 mazorcas se observa que únicamente se muestra diferencias estadísticas con el factor frecuencia, de ello, se logró determinar que existe un mayor crecimiento y peso con aplicaciones cada 15 días, a nivel de rendimiento; rendimiento total, peso de 100 granos, número de granos en 6 mazorcas, no afecta ni beneficia a estas variables.
- El análisis del índice Costo Beneficio demuestra que el tratamiento T13 (Químico - clorpirifós), obtuvo una pérdida de 0.13 dólares, siendo este valor el más bajo, por otra parte, el T1 (Complejo de hongos: *Beauveria bassiana* y *Beauveria brongniartii* aplicando cada 7 días.), generó una pérdida mayor de 0.30 dólares.

5.2. RECOMENDACIONES

- Según los resultados obtenidos en esta investigación se recomienda emplear complejo de hongos *Beauveria bassiana* y *Beauveria brongniartii* con frecuencia de aplicación cada 7 días para el manejo de *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz (*Zea mays*).
- Basándose en esta investigación se recomienda utilizar microorganismos entomopatógenos con una frecuencia de aplicación cada 15 días para incrementar altura de planta y peso de 6 mazorcas en el cultivo de maíz.
- Se recomienda realizar investigaciones con los tratamientos estudiados en otros cultivos de importancia económica de la zona.
- No se recomienda aplicar estos bioinsecticidas ya que no generan ingresos económicos.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alves, L., Wisoczynski, D., Ferreira, G., Bueno, G., & Sussumu, L. (2022). *SCIELO*. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342021000300383&script=sci_arttext
- Ávila, M. (2021). *UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR*. Obtenido de <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/AVILA%20ABRIL%20MARIA%20MONSERRATE.pdf>
- Barra, L. (2020). *Dirección de Bibliotecas Universidad de Concepción*. Obtenido de http://repositorio.udec.cl/bitstream/11594/547/1/Tesis_Beauveria_bassiana_en_dofita_agente_de_promoci%c3%b3n_de_crecimiento_vegetal_y_de_biocontrol.Image.Marked.pdf
- Castillo, I., & Rodríguez, E. (2021). *Zamorano*. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/7045>
- Caviedes, M., Carvajal, F., & Zambrano, J. (2022). *Dialnet*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8437236>
- Deras, H. (2020). *IICA*. Obtenido de <https://repositorio.iica.int/handle/11324/11893>
- Drouet, A. (2018). *Revista Científica y Tecnológica UPSE Vol. 5, N° 1*. Obtenido de 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: <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/7811/1/UPSE-RCT-2018-Vol.5-No.1-007.pdf>
- Estrada, M. (2021). *Revista Científica Agroecosistemas*. Obtenido de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/469>
- González, M., & Rugama, G. (2016). *Repositorio UNA*. Obtenido de <https://repositorio.una.edu.ni/3441/1/tnh10g643f.pdf>

- Grijalba, E., Hurst, M., Ibarra, J., Jurat, J., & Jackson, T. (2018). AGROSAVIA . Obtenido de <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/34070>
- Huarte, C., & Pedrini , N. (2019). *SEDICI* . Obtenido de Producción y caracterización ultraestructural de microesclerocios del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* para el control biológico de insectos plaga en cultivos y granos almacenados:
http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/95014/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Monzón, C. (2021). *CATIE*. Obtenido de <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/10698>
- Mora, L., & Paulo, L. (2019). *Universidad Técnica Estatal de Quevedo*. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/items/129c54d3-6d5f-431c-9908-972fdca2b579>
- Pinos, D., & Hernández, P. (2019). *Boletín SEEA*. Obtenido de Modo de acción de las proteínas insecticidas de *Bacillus thuringiensis*:
<https://higieneambiental.com/productos-biocidas-y-equipos/modo-de-accion-del-insecticida-biologico-bacillus-thuringiensis>
- Rojas, I. (2023). *Repositorio de la Universidad Politécnica Amazónica*. Obtenido de https://repositorio.upa.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12897/251/Tesis_Rojas_Ramos_Izai.pdf?sequence=6&isAllowed=y
- Sánchez, A. (2021). *Universidad Técnica de Babahoyo*. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/9301/E-UTB-FACIAG-ING%20AGROP-000140.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sánchez, E., Castañeda, M., Baez, A., & Morales, Y. (2021). *BUAP*. Obtenido de <https://repositorioinstitucional.buap.mx/server/api/core/bitstreams/45db2504-347a-49a6-8ede-ccb773a94/content>
- Shafi, J., Tian, H., & Ji, M. (2017). *SCIELO - REVISTA MEXICANA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS*. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342021000300383&script=sci_arttext

- Utetra , A., & Jiménez , K. (2021). *Revista Universidad y Sociedad*. Obtenido de https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&as_ylo=2018&as_yhi=2023&q=+Revalorizaci%C3%B3n+de+la+chicha+de+ma%C3%ADz+en+la+cocina+%C3%A9tnica+del+pueblo+Salasaka.+Tungurahua%2C+Ecuador&btnG=
- Vielma, A. (2020). *Universidad de Tarapacá*. Obtenido de <http://sb.uta.cl/CargadorTesis/TesisDigitalesARI/79068-Vielma%20Alexandra.pdf>
- Zambrano, Á. (2021). *Repositorio ESPAM*. Obtenido de <https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1440/1/TTA16D.pdf>
- Zambrano, C., & Arias, M. (2021). *SCIELO*. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S221836202021000400143&script=sci_arttex
- Zambrano, J., & Caviedes, M. (2022). *INIAP*. Obtenido de <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5886>

VII. ANEXOS

Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del tic



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI

FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE AGROPECUARIA

ACTA

DE LA SUSTENTACIÓN ORAL DE LA PREDEFENSA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

ESTUDIANTE: Mejía Quisanchala Dayana Joselin		CÉDULA DE IDENTIDAD: 0402110399	
PERIODO ACADÉMICO: 2023B		DOCENTE TUTOR: MSC. PAUL SANTIAGO ORTIZ TIRADO	
PRESIDENTE TRIBUNAL PhD SEGUNDO RAMIRO MORA QUIJISMAL		DOCENTE: MSC. JACOME SARCHI GUILLERMO ALEXANDER	
TEMA DEL TIC: "Evaluación de bioinsecticidas para el control de gusano cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>) en el cultivo de maíz (<i>Zea mays</i> L.) en el Centro Experimental San Francisco, cantón Huaca, provincia del Carchi"			

No.	CATEGORÍA	Evaluación cuantitativa	OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES
1	PROBLEMA - OBJETIVOS	7.50	
2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	7.50	
3	METODOLOGÍA	7.50	Describir la metodología utilizada en campo, principalmente describir la dosificación de aplicación de los microorganismos en los tratamientos
4	RESULTADOS	7.50	Incluir costos de producción, presentar los resultados adecuadamente
5	DISCUSIÓN	7.50	
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	7.50	Mejorar las recomendaciones con relación a los resultados obtenidos
7	DEFENSA, ARGUMENTACIÓN Y VOCABULARIO PROFESIONAL	7.50	Mejorar la presentación ante el tribunal
8	FORMATO, ORGANIZACIÓN Y CALIDAD DE LA INFORMACIÓN	7.50	Revisar ortografía y signos de puntuación en el formato establecido

Obteniendo una nota de: **7.50** Por lo tanto, **APRUEBA** : debiendo el o los investigadores acatar el siguiente artículo:

Art. 36.- De los estudiantes que aprueban el informe final del TIC con observaciones.- Los estudiantes tendrán el plazo de 10 días para proceder a corregir su informe final del TIC de conformidad a las observaciones y recomendaciones realizadas por los miembros del Tribunal de sustentación de la pre-defensa.

Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el **miércoles, 24 de enero de 2024**



PHD SEGUNDO RAMIRO MORA QUIJISMAL
PRESIDENTE TRIBUNAL



MSC. PAUL SANTIAGO ORTIZ TIRADO
DOCENTE TUTOR



MSC. JACOME SARCHI GUILLERMO ALEXANDER
DOCENTE

Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE CENTER**

ABSTRACT- EVALUATION SHEET				
NAME: Dayana Joselin Mejía Quistanchala				
DATE: 5 de febrero de 2024				
"Evaluación de bioinsecticidas para el control de gusano cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>) en el cultivo de maíz (<i>Zea mays</i> L.) en el Centro Experimental San Francisco, cantón Huaca, provincia del Carchi."				
MARKS AWARDED		QUANTITATIVE AND QUALITATIVE		
VOCABULARY AND WORD USE	Use new learnt vocabulary and precise words related to the topic	Use a little new vocabulary and some appropriate words related to the topic	Use basic vocabulary and simplistic words related to the topic	Limited vocabulary and inadequate words related to the topic
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1 Vera Játiva, 5 Edwin Andrés, 5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
WRITING COHESION	Clear and logical progression of ideas and supporting paragraphs.	Adequate progression of ideas and supporting paragraphs.	Some progression of ideas and supporting paragraphs.	Inadequate ideas and supporting paragraphs.
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
ARGUMENT	The message has been communicated very well and identify the type of text	The message has been communicated appropriately and identify the type of text	Some of the message has been communicated and the type of text is little confusing	The message hasn't been communicated and the type of text is inadequate
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
CREATIVITY	Outstanding flow of ideas and events	Good flow of ideas and events	Average flow of ideas and events	Poor flow of ideas and events
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
SCIENTIFIC SUSTAINABILITY	Reasonable, specific and supportable opinion or thesis statement	Minor errors when supporting the thesis statement	Some errors when supporting the thesis statement	Lots of errors when supporting the thesis statement
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
TOTAL/AVERAGE	9 - 10: EXCELLENT 7 - 8,9: GOOD 5 - 6,9: AVERAGE 0 - 4,9: LIMITED	TOTAL 9		



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL
CARCHI FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE
CENTER**

Informe sobre el Abstract de Artículo Científico o Investigación.

Autor: Dayana Joselin Mejía Quistanchala

Fecha de recepción del abstract: 5 de febrero de 2024

Fecha de entrega del informe: 5 de febrero de 2024

El presente informe validará la traducción del idioma español al inglés si alcanza un porcentaje de: 9 – 10 Excelente.

Si la traducción no está dentro de los parámetros de 9 – 10, el autor deberá realizar las observaciones presentadas en el ABSTRACT, para su posterior presentación y aprobación.

Observaciones:

Después de realizar la revisión del presente abstract, éste presenta una apropiada traducción sobre el tema planteado en el idioma Inglés. Según los rubrics de evaluación de la traducción en Inglés, ésta alcanza un valor de 9, por lo cual se valida dicho trabajo.

Atentamente



Ing. Edison Peñafiel Arcos MSc
Coordinador del CIDEN

Anexo 3. Fotografías



Figura 8. Delimitación de la parcela



Figura 9. Surcado



Figura 10. Identificación con rótulos por parcela



Figura 11. Monitoreo y toma de datos



Figura 12. Aplicación de tratamientos



Figura 13. Aplicación de humus



Figura 14. Daño causado por *Spodoptera frugiperda*



Figura 15. Aporque



Figura 16. Medición de altura en cultivo en periodo de desarrollo vegetativo



Figura 17. Medición de altura en cultivo en periodo de floración



Figura 18. Revisión del cultivo



Figura 19. Mazorcas del cultivo



Figura 20. Presencia de *Spodoptera frugiperda* en mazorcas



Figura 21. Cosecha



Figura 22. Identificación de rendimientos



Figura 23. Pesaje de rendimientos



Figura 24. Observación y selección de mazorcas



Figura 25. Mazorcas homogéneas de cada parcela (6 mazorcas)

Anexo 4. Ficha técnica de los hongos entomopatógenos aplicados



Beauveria bassiana & B. brongiarthii

Acción Fitosanitaria

Es un bioinsumo entomopatógeno, neutralizador biótica y abiótica fitoestimulativa, con principios activados en la presencia de plagas aéreas. Contiene metabolitos y moléculas de atenuación, de desarticulación parasítica, de hongos entomopatógenos como *Beauveria bassiana*, *B. brongiarthii*. Su formulación contiene sustancias aisladas de todos los procesos de infección de los agentes entomopatógenos. Poseen bioactivos de virulencia continua entomopatógena (BVCE), importantes en cada estadio de la plaga, por medio de estructuras de infección entomofungales o por principios activos de síntesis direccionada originaria de la generalidad del patosistema artrópoda.

Incompatibilidades:

Es un elemento importante como Bioestrategia para la aplicación de programas de manejo integrado de plagas (MIP) y manejo integrado de cultivos (MIC), juntos o en rotación con plaguicidas de la más diversa naturaleza (botánica, química, ecológica, bacteriana, fungal, viral).

Dosificación:

Cultivo de maíz

Cultivo pequeño: 1 cc/1 Lt de agua (1 a 3 meses de edad del cultivo)

Cultivo grande: 2 cc/1 Lt de agua (3 meses en adelante)

Plagas:

Diasivos de Plagas insectiles en su más amplio espectro.

Ingredientes Activos y Concentraciones del NEXUS®:

Células vivaslog 9.0 ml L⁻¹

Anexo 5. Ficha técnica de las bacterias entomopatógenas aplicadas



Bacillus thuringiensis var. Kurstaki & B. thuringiensis var Aisawai

ACCIÓN FITOSANITARIA

Bioinsecticida a base de cepas seleccionadas de *Bacillus thuringiensis var. Kurstaki* y *B. thuringiensis var. Aizawai* donde el complejo deltoatóxico, es encapsulado en células bacterianas, que actúan sobre larvas de lepidópteros, con reducidos efectos colaterales en reguladores naturales de plagas cualquiera que sea su género (parasitoides o predadores), insectos benéficos como abejas, abejorros. Son cepas caracterizadas por su alta capacidad de virulencia, intervienen efectivamente sobre la plaga por medio de afecciones estomacales provocando parálisis estomacales, septicemia y dilución de membranas.

NATURALEZA

Es un elemento importante como Bioestrategia para la aplicación de programas de manejo integrado de plagas (MIP) y manejo integrado de cultivos (MIC), juntos o en rotación con plaguicidas de la más diversa naturaleza. A pesar de que una de las principales ventajas de la formulación es la de que el ingrediente activo contiene por igual células vivas y principios activos, extraídos por síntesis. Se recomienda hacer pruebas de compatibilidad y distanciamientos en la aplicación de principios activos de origen bactericida insecticida.

Dosificación:

Cultivo de maíz

Cultivo pequeño: 1 cc/1 Lt de agua (1 a 3 meses de edad del cultivo)

Cultivo grande: 2 cc/1 Lt de agua (3 meses en adelante)

Categoría Toxicológica:

Verde

Plagas y Enfermedades:

Plagas lepidóptera en su más amplio espectro.

Ingredientes Activos y Concentraciones:

Unidades Internacionales de Potencia500 (UI) mg⁻¹.

PROGRAMA MIC CON EL BDELDTATURINGEN®

El programa de control de plagas debe tratarse integralmente el cultivo (MIC), especialmente por el desfase productivo (DP) que sufre el cultivo. De tal forma que en la aplicación de productos participen activamente en la regulación metabólica del hospedero.

Categoría Toxicológica IV