



UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CUENCA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE AGRONOMÍA

**EFICIENCIA DE TRES BIOINSECTICIDAS PARA EL
CONTROL DE GUSANO COGOLLERO
(SPODOPTERA FRUGIPERDA) EN MAÍZ, LA
TRONCAL**

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO**

AUTOR: ROGGER JHIMSON MAYAGUARI MONTESDEOCA

**DIRECTOR: ING. WASHINGTON FILAMIR COMBOZA
QUIJANO, MSc.**

LA TRONCAL - ECUADOR

2026

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE AGRONOMÍA

EFICIENCIA DE TRES BIOINSECTICIDAS PARA EL CONTROL DE
GUSANO COGOLLERO (SPODOPTERA FRUGIPERDA) EN MAÍZ,
LA TRONCAL

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO**

AUTOR: ROGGER JHIMSON MAYAGUARI MONTESDEOCA

**DIRECTOR: ING. WASHINGTON FILAMIR COMBOZA
QUIJANO, MSc.**

LA TRONCAL - ECUADOR

2026

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO

La Troncal, 30 de septiembre del 2026

Asunto: Aprobación de Trabajo de Titulación

Ing. Luis Merino Jaramillo, MSc.

Responsable de Titulación

Universidad Católica de Cuenca, Carrera de Agronomía Extensión San Pablo de La Troncal.

De mi consideración:

Con un atento y cordial saludo me dirijo a usted para desearle éxitos en sus funciones diarias.

El suscrito tutor del trabajo de titulación, certifica que el trabajo titulado **“Eficiencia de tres bioinsecticidas para el control de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en maíz, La Troncal”**, desarrollado por el estudiante: **Rogger Jhimson Mayaguari Montesdeoca**, con número de cédula 0942105354. Ha sido guiado, revisado periódicamente y cumple con las normas estatutarias establecidas por la Universidad Católica de Cuenca.

Particular que pongo en su conocimiento para los fines legales consiguientes.

Sin otro particular me suscribo de usted.

Atentamente,



Ing. Washington Comboza Q, MSc.
DOCENTE TUTOR

www.ucacue.edu.ec

Cuenca: Av. de las Américas y Tarqui. ☎ Tel: 2830751, 2824365, 2826563. Azogues: Campus Universitario "Luis Cordero El Grande", (Frente al Terminal Terrestre).
☎ Tel: 593 (7) 2241 - 613, 2243-444, 2245-205, 2241-587. Cañar: Calle Antonio Avila Clavijo. ☎ Tel: 072235268, 072235870. San Pablo de la Troncal: Cda. Universitaria
km.72 Quinceava Este y Primera Sur ☎ Tel: 2424110. Macas: Av. Cap. José Villanueva s/n ☎ Tel: 2700393, 2700392



Universidad
Católica
de Cuenca

DECLARATORIA DE AUTORÍA Y RESPONSABILIDAD

Declaratoria de Autoría y Responsabilidad

Yo, **Rogger Jhimson Mayaguari Montesdeoca** portador(a) de la cédula de ciudadanía N° **0942105354**.
Declaro ser el autor de la obra: "**Eficiencia de tres bioinsecticidas para el control de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en maíz, La Troncal**", sobre la cual me hago responsable sobre las opiniones, versiones e ideas expresadas. Declaro que la misma ha sido elaborada respetando los derechos de propiedad intelectual de terceros y eximo a la Universidad Católica de Cuenca sobre cualquier reclamación que pudiera existir al respecto. Declaro finalmente que mi obra ha sido realizada cumpliendo con todos los requisitos legales, éticos y bioéticos de investigación, que la misma no incumple con la normativa nacional e internacional en el área específica de investigación, sobre la que también me responsabilizo y eximo a la Universidad Católica de Cuenca de toda reclamación al respecto.

La Troncal, **05 de octubre del 2026**

F:*Rogger Mayaguari*.....

Rogger Jhimson Mayaguari Montesdeoca

C.I. 0942105354

AGRADECIMIENTOS

Expreso mi más sincero agradecimiento al Ing. Washington Filamir Comboza Quijano, docente de la Universidad Católica de Cuenca, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Extensión la Troncal, por su orientación, acompañamiento y valiosos conocimientos compartidos durante el desarrollo de la presente investigación. Su asesoramiento y disposición fueron fundamentales para guiar el desarrollo de este trabajo y contribuir al cumplimiento de los objetivos planteados.

Agradezco de manera especial a mis padres, por su apoyo incondicional, confianza y motivación constante durante todo este proceso. Su respaldo y acompañamiento fueron fundamentales para mantenerme firme y continuar con dedicación hasta la culminación de esta investigación.

Finalmente, agradezco a todas aquellas personas que, de manera directa o indirecta, contribuyeron con su apoyo durante este proceso académico. A cada uno de ellos, mi sincero agradecimiento.

DEDICATORIA

Primeramente, dedico este logro a Dios, por ser mi guía y mi fortaleza a lo largo de este camino, por darme sabiduría para afrontar cada desafío, paciencia para superar las dificultades y perseverancia para no desistir cuando el camino se hizo difícil. A Él le agradezco por permitirme llegar hasta este momento y culminar una meta que representa una etapa muy importante en mi vida.

A mi padre, Jaime Mayaguari, por ser un ejemplo de esfuerzo, dedicación y perseverancia. Gracias por cada sacrificio que hiciste por mí, incluso aquellos que quizás nunca llegué a ver, y por brindarme siempre tu apoyo para seguir adelante. Tus palabras, tus enseñanzas y la confianza que has depositado en mí han sido fundamentales para llegar hasta este momento. Este logro también es tuyo, porque en cada paso que he dado llevo conmigo todo lo que me has enseñado. Gracias por ser mi padre y por acompañarme durante este camino.

A mi madre, Flora Montesdeoca, por ser uno de los pilares fundamentales de mi vida y por acompañarme con amor, paciencia y sacrificio durante cada etapa de mi formación. Gracias por creer siempre en mí, por tus consejos, por tus palabras de aliento y por estar a mi lado en los momentos más difíciles. Tu amor y tu fortaleza han sido una fuente de inspiración para seguir adelante y alcanzar cada una de mis metas. Este logro lleva una parte de ti, porque sin tu amor y tu apoyo, llegar hasta aquí no habría sido lo mismo. Te agradezco de todo corazón por ser mi mamá, mi apoyo incondicional y mi inspiración para seguir adelante.

RESUMEN

El cultivo de maíz (*Zea mays* L.) enfrenta pérdidas económicas ocasionadas por *Spodoptera frugiperda*, cuyo control depende del uso intensivo de insecticidas organosintéticos que generan impactos negativos sobre el equilibrio ecológico y la salud humana, evidenciando la necesidad de alternativas de manejo más sostenibles. Ante esta problemática, la presente investigación tuvo como objetivos: Determinar la eficiencia de tres bioinsecticidas sobre la reducción poblacional de *S. frugiperda* y el rendimiento del cultivo. Analizar la rentabilidad económica de los tratamientos evaluados. Se empleó un (DBCA) con cuatro repeticiones y cuatro tratamientos: T1 jabón potásico (1 L ha^{-1}), T2 Prontius IO (1 L ha^{-1}), T3 Micos Plag (100 g ha^{-1}) y T4 testigo. Las variables evaluadas fueron nivel poblacional, severidad del daño mediante la escala de Davis, porcentaje de incidencia y rendimiento por hectárea, analizadas estadísticamente con la prueba de Tukey al 5% en el software Statistix 9.0. Los resultados indicaron que las variables evaluadas no presentaron diferencias estadísticas entre los bioinsecticidas y el testigo. El rendimiento registró una media general de $6.246,1 \text{ kg ha}^{-1}$, manteniéndose dentro del rango productivo del híbrido ADV 9139. El análisis económico determinó que T4 obtuvo la mayor relación beneficio-coste (1,25), mientras que T2 resultó no rentable (0,84). En conclusión, los bioinsecticidas tuvieron la misma eficiencia, bajo las condiciones del estudio, por lo que se recomienda evaluar estos bioinsecticidas en combinación con liberaciones de enemigos naturales y bajo distintas condiciones edafoclimáticas para determinar su potencial real en programas de manejo integrado de plagas.

Palabras claves: Bioinsecticidas, *Spodoptera frugiperda*, rentabilidad, maíz.

ABSTRACT

Maize (*Zea mays* L.) production faces economic losses caused by *Spodoptera frugiperda*, whose management relies heavily on the use of synthetic insecticides, which negatively affect ecological balance and human health and highlight the need for more sustainable management alternatives. In response to this problem, this study aimed to determine the efficacy of three bioinsecticides in reducing *S. frugiperda* populations and their effects on crop yield, and to analyze the economic profitability of the treatments evaluated. A Randomized Complete Block Design (RCBD) was used, with four replications and four treatments: T1, potassium soap (1 L ha^{-1}); T2, Prontius IO (1 L ha^{-1}); T3, Micos Plag (100 g ha^{-1}); and T4, untreated control. The variables evaluated were population density, damage severity using the Davis scale, incidence rate, and yield per hectare. The data were statistically analyzed using Tukey's test at the 5% significance level with Statistix 9.0 software. The results indicated that none of the evaluated variables showed statistically significant differences between the bioinsecticide treatments and the untreated control. Mean yield was $6,246.1 \text{ kg ha}^{-1}$, remaining within the yield range of the ADV 9139 hybrid. The economic analysis showed that T4 achieved the highest benefit-cost ratio (1.25), whereas T2 was not profitable, with a benefit-cost ratio of 0.84. In conclusion, under the conditions of this study, the bioinsecticides showed the same efficacy. Therefore, further studies are recommended to evaluate these bioinsecticides in combination with releases of natural enemies and under different edaphoclimatic conditions to determine their actual potential for integrated pest management programs.

Keywords: Bioinsecticides; *Spodoptera frugiperda*; profitability; maize.

ÍNDICE

CERTIFICACIÓN	III
DECLARATORIA DE AUTORÍA Y RESPONSABILIDAD	IV
AGRADECIMIENTOS	V
DEDICATORIA	VI
RESUMEN.....	VII
ABSTRACT	VIII
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO	3
2.1 Antecedentes de la investigación	3
2.2 Definición teórica de los términos claves	4
2.2.1 Cultivo de maíz	4
2.2.2 Taxonomía	5
2.2.3 Ciclo fenológico	5
2.2.4 Plagas.....	6
2.2.5 Gusano cogollero (Spodoptera frugiperda)	6
2.2.6 Daños.....	6
2.2.7 Etapas del ciclo biológico del gusano cogollero	7
2.3 Manejo y control	9
2.3.1 Monitoreo e identificación temprana.....	9
2.3.2 Control biológico, químico y manejo integrado de plagas	9
2.3.3 Bioinsecticidas.....	10

3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	12
3.1 Localización.....	12
3.2 Diseño del experimento.....	12
3.3 Tratamientos evaluados	13
3.4 Variables del estudio	13
3.4.1 Variable independiente.....	13
3.4.2 Variables dependientes y métodos de medición	13
3.5 Análisis estadístico	15
3.6 Desarrollo del experimento.....	15
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	18
4.1 Nivel poblacional de <i>Spodoptera frugiperda</i>	18
4.2 Severidad del daño.....	19
4.3 Porcentaje de incidencia (%).....	21
4.4 Rendimiento por hectárea (Kg ha ⁻¹)	23
4.5 Rentabilidad económica	24
5. CONCLUSIONES	26
6. RECOMENDACIONES	27
7. BIBLIOGRAFÍA	28

1. INTRODUCCIÓN

El cultivo de maíz (*Zea mays* L.), reconocido a nivel mundial por su importancia económica y social, enfrenta una problemática significativa que afecta el rendimiento y productividad; entre los principales factores se encuentra el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) (Martínez, 2021). En Ecuador es considerado la principal plaga que afecta al cultivo de maíz en todas las regiones productoras del país, causando pérdidas hasta el 70% de la producción en casos severos de infestación (Zurita *et al.*, 2024). En la Troncal esta plaga polífaga causa severas pérdidas económicas si no se controla oportunamente, atacando principalmente el cogollo de las plantas en sus estadios larvales, aunque también puede afectar otras estructuras vegetativas como hojas, tallos y mazorcas (Chimweta *et al.*, 2020).

Con el propósito de mitigar los daños ocasionados por esta plaga, los productores realizan múltiples aplicaciones de insecticidas organosintéticos durante el ciclo fenológico del cultivo, sin embargo, el uso intensivo de estos compuestos, caracterizados por su alta toxicidad, genera efectos adversos sobre el equilibrio ecológico, deja residuos químicos persistentes en los productos agrícolas y aumenta el riesgo de intoxicaciones en especies benéficas y en el ser humano (López *et al.*, 2022).

Ante esta situación, se hace necesario implementar estrategias de manejo sostenible que permitan controlar la plaga sin comprometer la salud humana ni el equilibrio del ecosistema agrícola, una alternativa es el uso de bioinsecticidas, no obstante, en la zona de estudio existe desconocimiento sobre el uso de los mismos, esta carencia de datos locales genera incertidumbre entre los productores respecto

a la viabilidad técnica y económica de adoptar estas alternativas biológicas, manteniéndolos dependientes de los insecticidas químicos convencionales a pesar de sus efectos adversos (Mayaguari, 2026).

Frente a esta problemática surge una pregunta clave que fundamenta esta investigación: ¿En qué medida la aplicación de tres bioinsecticidas reduce la incidencia del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz (*Zea mays*), bajo las condiciones edafoclimáticas del cantón La Troncal?

En este contexto, el uso de bioinsecticidas se plantea como una alternativa sostenible y ambientalmente responsable frente a los insecticidas químicos convencionales. Diversas investigaciones han demostrado que los bioinsecticidas, elaborados a partir de extractos de plantas y hongos entomopatógenos, son altamente eficaces en el manejo de *Spodoptera frugiperda*, ya que inhiben su alimentación y provocan la muerte por inanición de las larvas (Prieto, 2024).

Además de sus beneficios ecológicos, el uso de estos productos representa una alternativa económicamente viable, pues disminuye la dependencia de pesticidas sintéticos de alto costo y promueve la sostenibilidad de los sistemas agrícolas (Ayala, 2024).

En este sentido, la investigación se orienta a los siguientes objetivos; Determinar la eficacia de tres bioinsecticidas sobre la reducción de la población de *Spodoptera frugiperda* y el rendimiento del cultivo y analizar la rentabilidad económica de los tres tratamientos aplicados en el cultivo de maíz en el cantón La Troncal, recinto Colonia 10 de agosto.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

El gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) ha sido objeto de numerosas investigaciones en Ecuador debido a su importancia económica como plaga del cultivo de maíz:

Gaibor et al. (2023) realizaron un estudio en Mocache, provincia de Los Ríos, Ecuador, durante la época seca, evaluando la efectividad temporal de tres bioinsecticidas sobre la incidencia de *S. frugiperda* en el híbrido de maíz INIAP H601, este estudio demostró que la efectividad de los bioinsecticidas varía en el tiempo, lo cual es fundamental para establecer calendarios de aplicación apropiados.

López et al. (2022) en un estudio reciente evaluaron el efecto insecticida de extractos y aceites esenciales de *Eucalyptus globulus*, *Jatropha curcas*, *Petiveria alliacea*, *Ricinus communis* y *Ruta graveolens* sobre larvas de *S. frugiperda*, los tratamientos se aplicaron a concentraciones de 5, 10 y 15 mL·L⁻¹ de agua mediante bioensayos de aspersion y pruebas de elección, utilizando larvas en segundo y tercer estadio, los resultados demostraron que el aceite de *J. curcas* alcanzó la mayor mortalidad larval (33,7%), seguido del hidrolato de *P. alliacea* (26,2%) a una concentración de 15 mL·L⁻¹. Asimismo, las larvas alimentadas con hojas tratadas con hidrolatos de *P. alliacea* y *R. graveolens* mostraron una inhibición alimentaria entre 71% y 76%, además de una reducción significativa en el peso corporal.

Ayala (2024) destaca que el uso de extractos vegetales representa una alternativa ecológica y sostenible para el manejo de *S. frugiperda*, en su estudio, el

autor analizó la eficacia de diferentes compuestos botánicos y concluyó que estos pueden ser altamente efectivos, especialmente cuando se aplican durante las fases fenológicas tempranas del maíz. Entre los extractos evaluados, el de neem (*Azadirachta indica*) sobresale por su acción insecticida, repelente y reguladora del crecimiento, atribuida a la azadiractina, sustancia que interfiere en la alimentación, el desarrollo y la reproducción de las larvas.

Amaro et al. (2022), realizaron un estudio donde se evaluó el aislado *Metarhizium anisopliae* ICIPe 41 bajo condiciones de laboratorio y campo para el control sostenible del gusano cogollero, los resultados de laboratorio demostraron una mortalidad acumulada del 97.5% en huevos y larvas neonatas de *S. frugiperda*, evidenciando el alto potencial de este hongo para controlar los estadios tempranos de la plaga.

Luna et al. (2024) evaluaron el efecto insecticida de extractos de hojas y tallos de *Argemone ochroleuca* frente a plagas como *Sitophilos zeamais* (Coleoptera: Curculionidae), *Galleria mellonella* (Lepidoptera: Pyralidae) y *Xyleborus ferrugineus* (Coleoptera), los resultados obtenidos tras nueve horas de contacto, registró que el extracto metanólico de las hojas mostró una mortalidad del 100 %, seguido del extracto diclorometano de los tallos, con una mortalidad de hasta el 93 %, mostrando potencial insecticida de los extractos de *A. ochroleuca*.

2.2 Definición teórica de los términos claves

2.2.1 Cultivo de maíz

El maíz (*Zea mays* L.) es una especie de planta gramínea originaria de Mesoamérica, cuyo cultivo se inició hace aproximadamente doce mil años en el Eje

Neovolcánico de México y se propagó por el resto del continente americano mucho antes de la llegada de los europeos, quienes a su vez lo llevaron a Europa en el siglo XVI, actualmente es el cereal con el mayor volumen de producción a nivel mundial, seguido por el trigo y el arroz (Kogut, 2025).

2.2.2 Taxonomía

Categoría Taxonómica	Descripción
Nombre común	Maíz
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Poales
Familia	Poaceae
Subfamilia	Panicoideae
Tribu	Maydeae
Género	Zea
Especie:	<i>Zea mays</i> L

Fuente: (Agencia Canadiense de Inspección de Alimentos (ACIA), 2021).

2.2.3 Ciclo fenológico

Según Yáñez et al. (2024) el ciclo de vida del maíz se divide en dos fases principales:

- **Fase vegetativa:** V0: Emergencia V1-Vn: Desarrollo vegetativo (cada número indica el número de hojas completamente desarrolladas y VT: Floración masculina.
- **Fase reproductiva:** R1: Aparición de estigmas (estilos), R2: Ampollamiento, R3: Estado lechoso, R4: Estado pastoso, R5: Estado dentado y R6: Madurez fisiológica.

La duración del ciclo completo varía según el genotipo y las condiciones ambientales, oscilando generalmente entre 90 y 180 días desde la siembra hasta la cosecha en variedades comerciales modernas (Yáñez et al., 2024).

2.2.4 Plagas

El cultivo de maíz enfrenta diversas plagas a lo largo de su ciclo de crecimiento, muchas de las cuales afectan tanto el suelo como el follaje, generando además pérdidas económicas significativas para los agricultores, entre las principales plagas se encuentra el gusano cogollero, que provoca daños considerables (Sagrisa, 2025).

2.2.5 Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*)

El gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) es una plaga que ataca principalmente el cogollo del maíz y puede afectar a la planta desde la etapa de plántula hasta su madurez, provocando daños que en ocasiones pueden llegar a reducir hasta un 50% la producción (Lezaun, 2025).

2.2.6 Daños

En el cogollo de la planta, durante todos los estadios larvarios, provoca pérdida de área foliar, lo que reduce el potencial de rendimiento del maíz, como gusano trazador del tallo, a partir del estadio L3, puede disminuir la densidad de población del cultivo en más del 50%, dependiendo de la incidencia de la plaga, en la mazorca, durante la etapa reproductiva, las larvas perforan y dañan directamente los granos, ocasionando pérdida de rendimiento y generando un foco de infestación (López & Domínguez, 2023).

2.2.7 Etapas del ciclo biológico del gusano cogollero

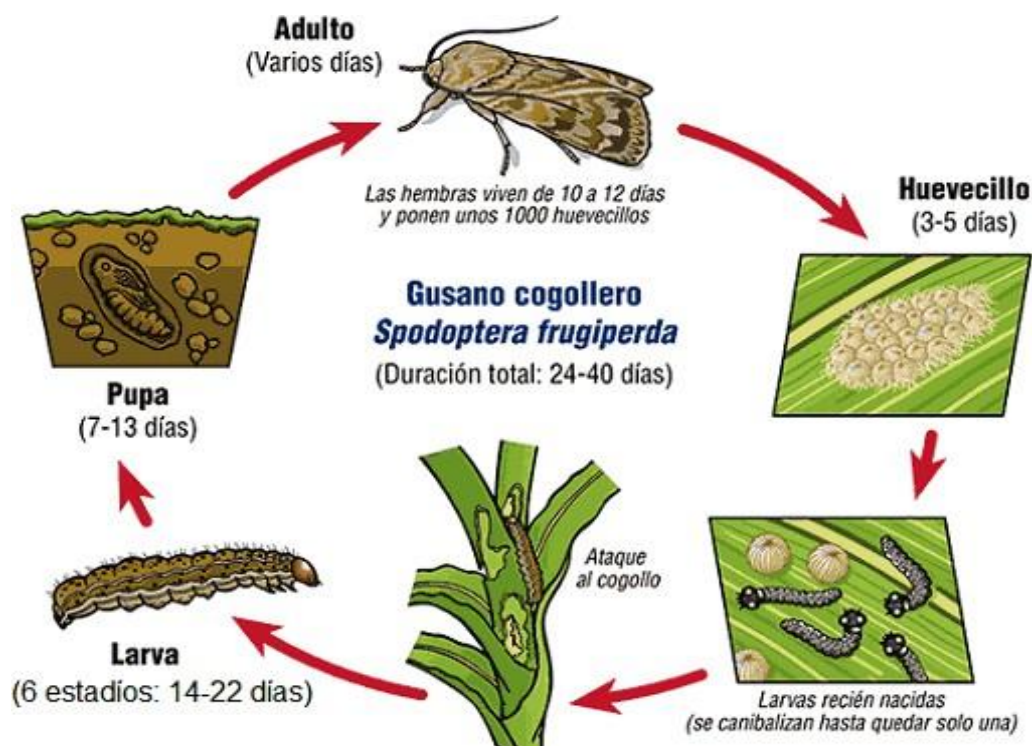


Figura 1. Ciclo biológico de *S. frugiperda* duración de cada etapa.

Fuente; (Proain Tecnología Agrícola, 2020).

Una hembra de *Spodoptera frugiperda* puede depositar entre 600 y 1,500 huevos a lo largo de su vida, organizados en masas compactas de aproximadamente 100 a 150 huevos cada una, estos huevos son colocados sobre la planta hospedante que servirá de alimento a las larvas, aunque durante explosiones poblacionales también pueden encontrarse en postes, paredes, alambrados y otros lugares (Porres & Cuxil, 2024).

En cultivos de maíz, sin importar el estado fenológico de la planta, los huevos suelen depositarse sobre las hojas, principalmente en la parte media de la planta, prefiriendo el envés y la zona basal de las hojas, tras la eclosión, las larvas permanecen agrupadas en la parte baja de la planta, refugiándose entre las hojas por aproximadamente tres días. Su primer alimento es el corion de los huevos;

posteriormente, si la planta hospedante no resulta adecuada, las larvas se desplazan mediante hilos de seda en busca de alimento, las larvas jóvenes se alimentan principalmente durante el día, mientras que en los últimos estadios su actividad se concentra mayormente durante la noche (Lezaun, 2025).

El desarrollo larval tiene una duración promedio de 14 a 22 días, durante los cuales la larva atraviesa usualmente seis o siete instares, durante este periodo, las larvas experimentan mudas como resultado de cambios hormonales que generan variaciones en su tamaño, comportamiento y morfología (Delgado, 2025).

Para completar su desarrollo, las larvas consumen en promedio 179,7 cm² de hojas de maíz, dejando de alimentarse poco antes de alcanzar el último estadio larval, son difíciles de detectar hasta que alcanzan entre 20 y 25 mm de longitud, momento en el que los daños que provocan en las hojas ya son evidentes (García & Nazareno, 2023).

En los primeros instares, las larvas presentan color verde con manchas y líneas negras dorsales; posteriormente, su coloración cambia a verde o canela brillante, con tres líneas dorsales blancas amarillentas, el octavo segmento abdominal muestra cuatro pináculos negros formando un cuadrado sobre un fondo claro, las suturas no alcanzan el triángulo vertical, y las mandíbulas presentan el primer y segundo diente más desarrollados, también presentan una sutura epicraneana en forma de “Y” invertida de color amarillo (Porres & Cuxil, 2024).

El estadio de prepupa dura aproximadamente dos días, para pupar, las larvas se entierran en el suelo a una profundidad de 3 a 5 cm, donde construyen una cámara pupal, donde permanecen entre 7 y 13 días antes de emerger como adultos, que son mariposas de tamaño medio, color gris oscuro, nocturnas y

atraídas fácilmente por la luz (Lezaun, 2025).

2.3 Manejo y control

2.3.1 Monitoreo e identificación temprana

El monitoreo debe iniciarse después de la emergencia de las plantas y continuar hasta que alcancen la madurez fisiológica, ya que *Spodoptera frugiperda* puede atacar en cualquier etapa del cultivo (Mohan et al., 2022).

El muestreo es una práctica para detectar la plaga tiempo, las polillas deben ser monitoreadas utilizando diferentes métodos de captura y si se encuentran polillas adultas, debe tomar muestras de larvas y masas de huevos. Los gusanos cogolleros causan daños a los cultivos durante la etapa larvaria, una práctica habitual es examinar 10 plantas en 10 ubicaciones dentro de un campo o 20 plantas en 5 ubicaciones y se debe aumentar la cantidad de plantas si la infestación está menos establecida (Deiss & Edgington, 2025).

2.3.2 Control biológico, químico y manejo integrado de plagas

En el control biológico, se emplea la liberación de parasitoides como la avispa *Trichogramma pretiosum*, que parasita los huevos de la plaga, así como el uso de bioinsecticidas basados en *Bacillus thuringiensis* (Bt), baculovirus y hongos entomopatógenos, por ejemplo *Metarhizium anisopliae* (Prieto, 2024).

La eficacia del control químico está relacionada con el comportamiento de las larvas, ya que se alimentan en el interior de los cogollos de maíz, lo que dificulta alcanzar el objetivo mediante aplicaciones de pulverización, especialmente cuando la eficacia depende de la acción por contacto. (Berg & Plessis, 2022).

El manejo integrado de plagas (MIP) es un enfoque fundamental a largo plazo que busca minimizar el daño y controlar niveles de infestación en lugar de erradicar todas las poblaciones de plagas (Cherlinka, 2025).

2.3.3 Bioinsecticidas

Los bioinsecticidas están compuestos por microorganismos o metabolitos secundarios derivados de las plantas, que tienen propiedades insecticidas e insectostáticas para controlar insectos que representan plagas en cultivos agrícolas de relevancia económica (Manzanarez et al., 2025).

Jabón potásico. - El jabón potásico es un insecticida natural muy eficaz para el control de diversas plagas en las plantas, está compuesto por Oleato potásico 36% y materias inertes (aceite de oliva y otros) 64% y se recomienda especialmente su uso en mezcla con productos fitosanitarios, ya que potencia su eficacia al reblandecer el exoesqueleto de quitina o el caparazón blando de los insectos, lo que permite una mayor penetración y efectividad del tratamiento (Pasca, 2024).

Modo de acción. - Actúa de forma mecánica, ya que el jabón rompe la capa protectora externa de los insectos, dañando su exoesqueleto y provocando su muerte por asfixia al impedirles respirar, no causa daño a otros insectos benéficos, como las abejas o sus depredadores naturales, los cuales son igualmente importantes en el control natural de la plaga (INIA, 2023).

Dosis. - Varía entre una dilución del 1 % al 3 % en agua, equivalente a 10, 20 y 30 mililitros de jabón potásico por litro de agua, para garantizar su efectividad en el control de la plaga (Rodríguez, 2023).

Prontius IO. – Es un insecticida hecho con extracto de *Argemone mexicana*, presenta actividad insecticida debido a la presencia de alcaloides isoquinolínicos (protopina, berberina y sanguinarina) que provocan aletargamiento y muerte pocas horas después de la ingestión, además de actuar como repelente contra hormigas, gorgojo del maíz, palomilla del maíz y larvas de *Spodoptera frugiperda* (Delgado et al., 2023).

Dosis y aplicación. - Aplicar por aspersión, cuando el cultivo se encuentre en desarrollo vegetativo, con un ataque de la plaga entre 4.4 y 5.02 insectos por planta, realice tres aplicaciones del producto con un intervalo de 5 días, a dosis de $0.5 - 1 \text{ L ha}^{-1}$ (Purcallas, 2024).

Micos Plag. – Este producto es un insecticida biológico formulado para proteger las raíces de los cultivos contra nematodos e insectos plaga, además de actuar frente a esporas que afectan el sistema radicular, su composición incluye *Paecilomyces lilacinus* (20%), *Metarhizium anisopliae* (20%) y *Beauveria bassiana* (20%), hongos entomopatógenos que actúan de manera efectiva contra diversas plagas del suelo, la dosis varía según el cultivo: $100 - 200 \text{ g ha}^{-1}$ o bien 1,5 g por litro de agua en aplicaciones dirigidas (Bastilla, 2025).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización

El presente trabajo de investigación se realizó en la Colonia 10 de Agosto cantón la Troncal ubicada a altitud de 117 msnm, el área de estudio se encuentra entre las coordenadas UTM 682787.01 m E y 9725038.26 m S, con una latitud de -2.486620° y longitud de -79.356028° presenta un clima tropical megatérmico húmedo, caracterizado por una precipitación media anual de 1.584,6 mm, una temperatura promedio de 23°C y una humedad relativa de 88,89 %.

3.2 Diseño del experimento

Se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar, con cuatro tratamientos y cuatro bloques, obteniendo un total de 16 unidades experimentales.

El modelo matemático utilizado fue: $Y_{ij} =$

$$\mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

- Y_{ij} : corresponde al valor observado de la variable respuesta en el tratamiento i y el bloque j .
- μ : representa la media general del experimento.
- τ_i : corresponde al efecto del tratamiento i .
- β_j representa el efecto del bloque j .
- ε_{ij} corresponde al error experimental.

3.3 Tratamientos evaluados

Los tratamientos evaluados en esta investigación fueron:

- T1: Jabón potásico (1 L ha^{-1})
- T2: Prontius IO (extracto de Argemone mexicana) (1 L ha^{-1})
- T3: Micos Plag (*Paecilomyces lilacinus*, *Metarhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana*), (100 g ha^{-1}).
- T4: Testigo

3.4 Variables del estudio

3.4.1 Variable independiente

- *Tipo de bioinsecticida utilizado en el control de Spodoptera frugiperda.*

3.4.2 Variables dependientes y métodos de medición

- **Nivel poblacional de *Spodoptera frugiperda***

Se evaluó mediante observación directa en el cultivo, iniciando el monitoreo a los diez días después de la emergencia de las plantas y repitiéndolo cada diez días antes y después de la aplicación de los tratamientos, para ello, se realizó el conteo del número de larvas presentes en cada planta, considerando la totalidad de las plantas en cada unidad experimental.

Para calcular el nivel poblacional de *Spodoptera frugiperda* se aplicó la siguiente fórmula:

$$\text{Nivel poblacional (larvas/planta)} = \frac{\text{Número total de larvas encontradas}}{\text{Número de plantas evaluadas}}$$

Severidad del daño

La variable severidad del daño en las plantas, se evaluó mediante la escala de Davis en evaluaciones realizadas a los 10, 20, 30, 40 y 50 días del cultivo, antes y después de la aplicación de los tratamientos.

La escala cuenta con 9 niveles de daño:

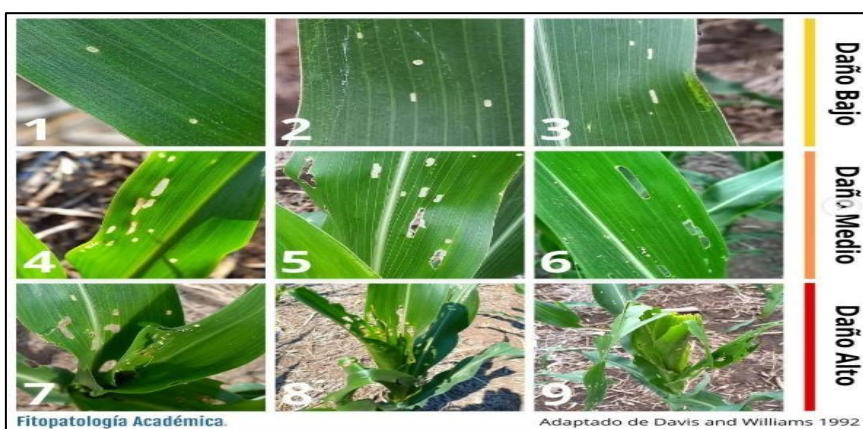


Figura 2. Escala de daño de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en maíz.

0-1: Sin presencia de daño o pocas hojas con lesiones de forma y tamaño similar a una cabeza de alfiler. Daño de larvas L1.

2-3-4: Lesiones circulares pequeñas (1 a 1,5 mm de diámetro) o levemente alargadas tipo "ventanita" de 1 a 3 cm de largo. Se observa un raspado sin orificio. Daño de larvas L2 a L3.

5-6: Orificios alargados de diversos tamaños (mayores a 3 cm de longitud) y otros más pequeños. Se comienza a observar daño en cogollo. Daño de larvas L4 a L5.

7-8-9: Destrucción notoria del cogollo en diversos grados. Muchas lesiones de todas las formas y tamaños en la mayoría de las hojas. Presencia de tapón de aserrín (heces) en el interior del cogollo. Daño de larvas L6 (Davis, 1992).

Porcentaje de incidencia

El porcentaje de incidencia de *Spodoptera frugiperda* se determinó mediante observación directa en la totalidad de las plantas de cada parcela experimental, evaluadas antes y después de cada aplicación de los tratamientos. Para su cálculo se aplicó la siguiente fórmula:

$$\text{incidencia \%} = \frac{\text{Número de plantas afectadas}}{\text{Número de plantas evaluadas}} \times 100$$

Rendimiento por hectárea (Kg ha⁻¹)

El rendimiento se determinó con la cosecha del grano obtenida de cada área útil de las parcelas experimentales y se expresó en kg ha⁻¹.

3.5 Análisis estadístico

Los datos obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA) y posteriormente las medias de los tratamientos fueron comparadas mediante la prueba de Tukey al 5% utilizando el software estadístico Statistix versión 9.0.

3.6 Desarrollo del experimento

El desarrollo del experimento se estructuró en actividades secuenciales que garantizan su reproducibilidad, presentadas de manera ordenada:

- a) Preparación del suelo:** La preparación del suelo se realizó mediante la limpieza del terreno, eliminando los elementos no deseados, y la aplicación de un herbicida preemergente para el control inicial de malezas.
- b) Trazado de parcelas:** Las parcelas experimentales tuvieron dimensiones

de 5 x 5 m, equivalentes a 25 m² por parcela, con una separación de 1 metro entre ellas. Para su delimitación se utilizaron flexómetro, combo, estacas, piola. El ensayo se estableció en un área total de 25 × 25 m, dando un total de 625 m².

- c) **Desinfección de semillas:** Las semillas se desinfectaron con Vitavax 300 (Carboxin+Captan) a razón de 2 g kg⁻¹ de semilla.
- d) **Siembra:** Se realizó siembra directa colocando 2 semillas por hueco.
- e) **Fertilización:** La fertilización se realizó de manera edáfica, incorporando 1 qq ha⁻¹ de 8-20.20 al momento de siembra, 1 qq ha⁻¹ de yaraMila y 6 qq ha⁻¹ de urea, distribuidos a los 15 y 35 días después de la siembra y 1 qq ha⁻¹ muriato de potasio a los 45 días.
- f) **Control de malezas:** Esta labor se realizó manualmente cada vez que fuese necesario.
- g) **Riego:** Esta actividad se realizó antes de efectuar la siembra y posteriormente tomando en cuenta las condiciones climáticas.
- h) **Aplicación de los bioinsecticidas:** Los tratamientos fueron aplicados mediante aspersión, para cada aplicación se prepararon 4 L de solución, ajustando las dosis proporcionalmente al volumen utilizado: T1, jabón potásico, 20 mL en 4 L de agua; T2, Prontius IO (extracto de *Argemone mexicana*), 20 mL en 4 L de agua; y T3, Micos Plag (*Paecilomyces lilacinus*, *Metarhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana*), 2 g en 4 L de agua. La aplicación de los bioinsecticidas se realizó cada diez días después de la emergencia de las plantas.

- i) **Cosecha:** La cosecha se realizó manualmente, cuando las plantas alcanzaron su madurez fisiológica.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Nivel poblacional de *Spodoptera frugiperda*

Tabla 1. Efecto de los bioinsecticidas sobre el nivel poblacional de *Spodoptera frugiperda* en distintos días del cultivo.

Tratamientos	Nivel poblacional de <i>Spodoptera frugiperda</i> Días del cultivo				
	10	20	30	40	50
T1: Jabón potásico (1 L ha ⁻¹)	0	2,48 a	6,21 a	3,36 a	2,27 a
T2: Prontius IO (extracto de Argemone mexicana) (1 L ha ⁻¹)	0	3,97 a	7,11 a	4,23 a	2,80 a
T3: Micos Plag (<i>Paecilomyces lilacinus</i> , <i>Metarhizium anisopliae</i> y <i>Beauveria bassiana</i>), (100 g ha ⁻¹).	0	2,92 a	4,47 a	4,05 a	2,02 a
T4: Testigo	0	2,93 a	4,70 a	4,93 a	2,48 a
Media general	0	3,07	5,62	4,14	2,39
Significancia		NS	NS	NS	NS

Promedios con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$). NS: No significativo.

Fuente: Mayaguari, 2026.

El análisis estadístico del nivel poblacional de *Spodoptera frugiperda* a los 10, 20, 30, 40 y 50 días no registró diferencias significativas, mostrando un comportamiento similar entre los tratamientos y el control ($p > 0.05$). Sin embargo, se observó que el nivel poblacional alcanzó su valor máximo a los 30 días, con un rango de 4,47–7,11 larvas por planta, disminuyendo posteriormente a los 40 y 50 días, este comportamiento muestra una dinámica poblacional característica de la plaga, con mayor actividad durante las etapas vegetativas tempranas del cultivo de maíz.

El comportamiento del testigo, que presentó niveles poblacionales similares a los tratamientos, podría explicarse por la presencia de enemigos naturales en el cultivo, ya que durante las evaluaciones se observó la presencia de parasitoides como *Telenomus sp.* y depredadores como las mariquitas y crisopas, los cuales pudieron contribuir a la regulación natural de las poblaciones de *Spodoptera*

frugiperda.

En este sentido Gaibor et al. (2023) reportan que programas de liberación de *Telenomus remus* han alcanzado niveles de parasitismo de huevecillos cercanos al 90 %, asimismo, mencionan que entre los depredadores más representativos se encuentran las catarinas *Coleomegilla maculata*, *Cycloneda sanguinea* e *Hippodamia convergens*, así como las crisopas *Chrysoperla spp.*, cuya actividad depredadora sobre larvas de *S. frugiperda* puede incrementar sus poblaciones hasta en un 40 %.

Asimismo, Maldonado et al. (2015) indican que, aunque el uso de bioinsecticidas puede ser efectivo en el control de *Spodoptera frugiperda*, su eficacia depende en gran medida de las condiciones ambientales y del estadio larval al momento de la aplicación, lo que podría contribuir a la similitud observada entre los tratamientos y el testigo en el presente estudio.

4.2 Severidad del daño

Tabla 2. Niveles de daño de *Spodoptera frugiperda* evaluados mediante la escala de Davis en diferentes tratamientos y días del cultivo

Tratamientos	Severidad del daño (escala DAVIS)				
	Días del cultivo				
	10	20	30	40	50
T1: Jabón potásico (1 L ha ⁻¹)	Sin daño	Daño bajo y medio	Daño bajo y medio	Daño bajo y medio	Daño bajo
T2: Prontius IO (extracto de Argemone mexicana) (1 L ha ⁻¹)	Sin daño	Daño bajo y medio	Daño bajo y medio	Daño bajo y medio	Daño bajo
T3: Micos Plag (<i>Paecilomyces lilacinus</i> , <i>Metarhizium anisopliae</i> y <i>Beauveria bassiana</i>), (100 g ha ⁻¹).	Sin daño	Daño bajo	Daño bajo y medio	Daño bajo y medio	Daño bajo
T4: Testigo	Sin daño	Daño bajo	Daño bajo y medio	Daño bajo Y medio	Daño bajo

Fuente: Mayaguari 2026.

Los resultados evidencian que, previo a la aplicación de los tratamientos (10 días después de la emergencia), no se registró presencia de daño en las plantas evaluadas, lo cual puede atribuirse a la ausencia o baja actividad inicial de la plaga en etapas tempranas del cultivo, sin embargo, posterior a la aplicación, a los 20 días, T3 (Micos Plag) y T4 (testigo) presentaron daño bajo, mientras que T1 (jabón potásico) y T2 (Prontius IO) registraron niveles de daño bajo a medio, evidenciando un incremento leve en el daño foliar en comparación con el testigo, este comportamiento puede explicarse por el establecimiento progresivo de la plaga en el cultivo y por la presencia de larvas en estadios tempranos, que comienzan a generar lesiones visibles en el follaje.

A los 30 y 40 días se observó un incremento en la severidad, alcanzando niveles de daño bajo a medio en los tratamientos y el control, este comportamiento coincide con las etapas vegetativas más susceptibles del cultivo de maíz, en las cuales *Spodoptera frugiperda* presenta una mayor actividad alimenticia y un rápido desarrollo larval. En este contexto, los resultados obtenidos concuerdan con lo reportado por Ávila et al. (2023), quienes señalan que *S. frugiperda* puede estar presente durante gran parte del ciclo del cultivo, siendo el daño significativamente más severo en estadios tempranos, cuando las plantas presentan menor edad y, por tanto, una mayor vulnerabilidad al ataque del insecto.

Posteriormente, a los 50 días, el daño disminuyó nuevamente a niveles bajos en todos los tratamientos y el control, mostrando una reducción generalizada de la plaga.

Según la escala de Davis (1992) el nivel daño bajo corresponde aproximadamente a valores entre 0 y 3 en la escala de Davis, lo que indica la

presencia de lesiones pequeñas tipo cabeza de alfiler o ventanitas de 1 a 1,5 mm de diámetro, asociadas al daño provocado por larvas en estadios tempranos (L1–L3) y el nivel daño medio se ubica en el rango de 4 a 5, caracterizado por la presencia de lesiones levemente alargadas y raspados sin perforación, consistentes con la actividad de larvas en estadios intermedios (L3–L4).

Los resultados obtenidos permiten inferir que la baja severidad del daño registrada no responde a la acción directa de los tratamientos evaluados, sino a factores ecológicos inherentes al agroecosistema, entre los que destaca la presencia de control biológico natural. En concordancia con estos hallazgos, Núñez et al. (2025) evaluaron el efecto de biosurfactantes en el control de *Spodoptera frugiperda* mediante la escala de daño de Davis, y concluyeron que las condiciones ambientales y el sistema de riego constituyeron factores determinantes en la expresión del daño foliar.

4.3 Porcentaje de incidencia (%)

Tabla 3. Porcentaje de incidencia (%) de *Spodoptera frugiperda* por tratamiento y días de evaluación en el cultivo de maíz.

Tratamientos	Porcentaje de incidencia (%)				
	Días del cultivo				
	10	20	30	40	50
T1: Jabón potásico (1 L ha ⁻¹)	0	4,23 a	6,41 a	4,72 a	1,19 a
T2: Prontius IO (extracto de Argemone mexicana) (1 L ha ⁻¹)	0	3,97 a	7,11 a	4,23 a	1,62 a
T3: Micos Plag (<i>Paecilomyces lilacinus</i> , <i>Metarhizium anisopliae</i> y <i>Beauveria bassiana</i>), (100 g ha ⁻¹).	0	2,92 a	4,47 a	4,05 a	1,35 a
T4: Testigo	0	2,93 a	4,70 a	4,93	2,25 a
Media general	0	3,51	5,67	4,48	1,60
Significancia	NS	NS	NS	NS	NS

Promedios con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0,05$). NS: No significativo.

Fuente: Mayaguari, 2026.

El análisis estadístico de la incidencia del daño (%) a los 10, 20, 30, 40 y 50 días fue igual respecto al control ($p > 0.05$). Los 10 días, al periodo previo a la aplicación de los tratamientos, todos los tratamientos, incluido el testigo, presentan valores de 0%, lo que indica condiciones iniciales homogéneas del estudio. Posterior a la aplicación (20–50 días), se evidencia valores similares del % de incidencia en todos los tratamientos y el control.

En conjunto, los resultados indican que, bajo las condiciones del ensayo, ninguno de los tratamientos presentó diferencias estadísticamente significativas respecto al testigo en la incidencia de *Spodoptera frugiperda*, lo que sugiere una eficacia limitada en el contexto agroecológico estudiado. No obstante, la baja incidencia general registrada podría atribuirse a la acción de enemigos naturales presentes en el cultivo, dado que durante las evaluaciones se observó la presencia de parasitoides del género *Telenomus* sp., así como depredadores de las familias *Coccinellidae* y *Chrysopidae*.

Este hallazgo concuerda con lo reportado por Kumar et al. (2022), quienes destacan que *S. frugiperda* es regulada por una amplia diversidad de enemigos naturales: entre los parasitoides de huevos sobresalen *Telenomus remus*, *Trichogramma* spp. y *Habrobracon hebetor*, capaces de reducir las poblaciones hasta en un 90%; los parasitoides larvales incluyen *Cotesia marginiventris*, *Chelonus insularis*, *Meteorus laphygmae*, *Pristomerus spinator* y *Archytas marmoratus*; mientras que entre los depredadores se reportan *Chrysoperla carnea*, *Orius insidiosus*, *Cycloneda sanguinea*, *Coccinella septempunctata* y *Zelus* spp., todos contribuyendo a la regulación natural de la plaga en el cultivo de maíz.

4.4 Rendimiento por hectárea (Kg ha⁻¹)

Tabla 4. Resultados promedios del rendimiento (kg ha⁻¹)

Tratamientos	Medias
T1: Jabón potásico (1 L ha ⁻¹)	6350,4 a
T2: Prontius IO (extracto de Argemone mexicana) (1 L ha ⁻¹)	5633,7 a
T3: Micos Plag (<i>Paecilomyces lilacinus</i> , <i>Metarhizium anisopliae</i> y <i>Beauveria bassiana</i>), (100 g ha ⁻¹).	6368,5 a
T4: Testigo	6631,6 a
Media general	6246,1 kg ha ⁻¹
Significancia	NS

Promedios con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$). NS: No significativo, Fuente: Mayaguari, 2026.

El análisis estadístico del rendimiento por hectárea no registró diferencias entre los tratamientos evaluados ($p > 0,05$); sin embargo, se observaron variaciones numéricas en los valores de rendimiento.

El T4 (Testigo) presentó el mayor rendimiento con 6.631,6 kg ha⁻¹, seguido del T3 (Micos Plag, 100 g ha⁻¹) con 6.368,5 kg ha⁻¹ y T1 (Jabón potásico 1 L ha⁻¹) con 6.350,4 kg ha⁻¹, mientras que T2 (Prontius IO 1 L ha⁻¹) registró el valor más bajo con 5.633,7 kg ha⁻¹. Sin embargo, aunque numéricamente hay variaciones, estas no son suficientemente significativas para afirmar que un tratamiento fue superior desde el punto de vista estadístico.

Por lo tanto, la ficha técnica del híbrido de maíz ADV 9139, indica que este híbrido presenta un amplio rango de adaptación, alcanzando rendimientos aproximados desde 5.800 kg ha⁻¹ hasta 11.100 kg ha⁻¹ (Farmagro, 2020). En este sentido, los valores registrados se ubicaron dentro del rango de rendimiento reportado para el híbrido ADV 9139 por la fuente consultada

Además, estos resultados podrían estar relacionados con una presencia moderada de *Spodoptera frugiperda* durante el ciclo del cultivo Chisonga, et al. (2023) señalan que el efecto del cogollero sobre la producción depende de la intensidad del daño foliar y del estado fenológico en el que ocurre la infestación, por lo que no siempre se reflejan pérdidas significativas en el rendimiento.

4.5 Rentabilidad económica

Tabla 5. Análisis económico de los tratamientos evaluados: rendimiento, ingresos, costos variables y relación beneficio-coste

Tratamientos	Rendimiento promedio kg ha ⁻¹	Ingreso bruto	Costos que varían /Tratamiento \$/Ha	Total beneficios neto	Relación Beneficio Costo RB/C
T1	6350,4	2413,15	1136,50	1276,65	1,12
T2	5633,7	2140,81	1166,50	974,31	0,84
T3	6368,5	2420,03	1166,50	1253,53	1,07
T4	6631,6	2520,01	1121,50	1398,51	1,25

Fuente: Mayaguari, 2026.

De acuerdo con el criterio de Hayes (2026), la relación beneficio/coste muestra la pérdida o ganancia por cada unidad invertida, considerando que valores mayores a uno indican ganancia económica, igual a uno, los beneficios son iguales a los costos y valores menores que uno indican pérdida.

En este estudio el análisis económico de los tratamientos evaluados muestran que T4 presenta la mayor relación beneficio/coste con 1,25, lo que indica que por cada dólar invertido se obtiene una ganancia de \$1,25, siendo el tratamiento más rentable, seguido de T1 con 1,12 y T3 con 1,07 cuyos valores superiores a uno confirman su viabilidad económica, aunque con márgenes de rentabilidad menores respecto a T4. No obstante, T2 presenta una relación beneficio/coste de 0,84, valor inferior a uno, lo que indica que los ingresos

generados son insuficientes para cubrir los costos de producción, generando pérdidas y evidenciando que no es viable bajo las condiciones del estudio.

5. CONCLUSIONES

El nivel poblacional, la severidad del daño y la incidencia de *Spodoptera frugiperda* no detectaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos y el testigo, bajo las condiciones del estudio, de igual manera, el rendimiento no presentó diferencias entre tratamientos, no obstante, los promedios obtenidos se mantuvieron dentro del rango productivo establecido para el híbrido ADV 9139, lo que refleja un comportamiento productivo adecuado del cultivo independientemente del bioinsecticida aplicado.

El tratamiento testigo presentó el mayor valor del indicador económico utilizado, debido principalmente a sus menores costos variables y al mayor rendimiento numérico registrado.

6. RECOMENDACIONES

Se recomienda evaluar el uso de bioinsecticidas en combinación con la liberación masiva de enemigos naturales, particularmente parasitoides del género *Telenomus sp.* y depredadores pertenecientes a las familias Coccinellidae y Chrysopidae, debido a que esta integración podría potenciar la eficacia de los bioinsecticidas dentro de un programa estructurado de manejo integrado de plagas.

Asimismo, se sugiere replicar el ensayo bajo diversas condiciones edafoclimáticas, en distintas épocas de siembra, diferentes dosis y considerando diferentes estadios larvales de *Spodoptera frugiperda*.

7. BIBLIOGRAFÍA

Agencia Canadiense de Inspección de Alimentos (ACIA). (2021). *La biología de Zea mays L. (maíz)*. <https://inspection.canada.ca/en/plant-varieties/plants-novel-traits/applicants/directive-94-08/biology-documents/zea-mays-maize#a25>

Amaro, L., Parraguire, C., Romero, O., Rivera, J., & Sánchez, P. (2022). Evaluación de mortalidad de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*). *Manejo de Agroeco sistemas*, 1-7.

Ávila, D., Cervantes, F., Rodríguez, G., Gámez, J., García, G., & Mendoza, M. (2023). Daño y dinámica poblacional del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en líneas élite de maíz. *Agronomía Mesoamericana*, 34(3). <https://doi.org/10.15517/am.2023.53809>

Ayala, N. F. (2024). *Extractos botánicos como medida de control para el gusano cogollero del maíz (Spodoptera frugiperda)*. <https://dspace.utb.edu.ec/server/api/core/bitstreams/d217fda9-48f2-4359-baa7e9a6e1e4c7aa/content>

Cambiagro. (2023). *¿Qué insecticida controla el gusano cogollero en maíz?* <https://blog.cambiagro.com/proteccion-y-bioestimulacion/control-del-gusano-cogollero-spodoptera-frugiperda-en-el-cultivo-de-maiz/#~:text=sea%20m%C3%A1s%20f%C3%A1cil,Emamectin%20benzoato,resistencia%20>

cruzada%20con%20otros%20productos.

Chimweta, Nyakudya, W., & Jimu, L. (2020). Daños causados por el gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (JE Smith)] en el maíz: opciones de gestión para pequeños agricultores que practican cultivos de recesión por inundaciones. *International Journal of Pest Management* 66 (2): 142-54. .

Chisonga, C., Chipabika, G., Sohati, P. H., & Harrison, R. D. (2023). *Comprender el impacto del daño foliar causado por la oruga cogollera del maíz (Spodoptera frugiperda JE Smith) en el rendimiento del maíz.* <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10259777/?com#sec014>

Davis, F. M., Ng, S. S., & Williams, W. P. (1992). *Escalas visuales de evaluación para la selección de maíz en etapa de cogollo por resistencia al gusano cogollero.* Mississippi Agricultural and Forestry Experiment Station, Boletín Técnico N.º 186, 1–9.

Delgado, A. (2025). Gusano cogollero una amenaza para el maíz que puede causar hasta un 70 de pérdidas. <https://elproductor.com/2025/03/ecuador/>

Farmagro. (2020). ADV9139. <https://www.farmagro.com/uploads/fichas/882127277a646c29b38a6c4cf81b28099ed8f695e0873e280c.pdf>

Fernández, R. G., Rodríguez, S. R., Pérez, J. J., & Avilés, C. M. (2023). Variation over time of bioinsecticides effect on *Spodoptera frugiperda* incidence in corn (*Zea mays*) in dry season in Mocache, los Ríos, Ecuador. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 26(1), 1- 14.

Fervalle. (2025). *Bioinsecticidas*. <https://www.fervalle.com/bioinsecticidas/#:~:text=C2%BFQu%C3%A9%20son%20los%20bioinsecticidas%20agr%C3%AAdcolas,fundamental%20en%20pr%C3%A1cticas%20agr%C3%ADcolas%20sostenibles.>

Garcia, A., & Nazareno, G. (2023). “Sistema web y móvil para el reconocimiento del gusano cogollero en la producción de maíz (*Zea mays* L.) mediante visión por computadora. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/QUIROZ%20GARC%C3%8DA%20ALEXI%20LEONIDAS.pdf#:~:text=de%2035%20mm.%20El%20per%C3%ADodo%20larvario%20dura,antes%20de%20llegar%20al%20%C3%BAltimo%20estadio%20larvario>

Gaibor Fernández, R., Rodríguez Rodríguez, S., Guevara Avilés, C. M., Reyes-Pérez, J. J., & Plaza-Zambrano, P. (2023). Variation over time of bioinsecticides effect on *Spodoptera frugiperda* incidence in corn (*Zea mays* L) in dry season in Mocache, Los Ríos, Ecuador. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 26(1), 033. <https://doi.org/10.56369/tsaes.3958>

- Hayes, A. (2026). *Relación beneficio-costo (RBC): Fórmula, cálculo y ejemplo explicados*. <https://www.investopedia.com/terms/b/bcr.asp>
- INIA. (2023). *Jabón potásico*. <https://biblioteca.inia.cl/server/api/core/bitstreams/449cecb6b87246b48c5482dd54e3c4b3/content>
- Kogut, P. (2025). *Cultivo del maíz: Consejos para tener una buena cosecha*. <https://eos.com/es/blog/cultivo-del-maiz/>
- Lezaun, J. (2025). *Gusano cogollero*. [https://croplifela.org/es/plagas/listado de plagas/gusano cogollero](https://croplifela.org/es/plagas/listado-de-plagas/gusano-cogollero)
- López, J., Chirinos, D., Ponce, W., Solórzano, R., & Alarcón, J. (2022). Actividad insecticida de formulados botánicos sobre el gusano cogollero, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Revista Colombiana de Entomología* 48 (1): e11739. <https://doi.org/10.25100/socolen.v48i1.11739>.
- Maldonado, M. B., Reyes, N. G., & Hernández, I. C. (2015). *Productos biológicos para el control de Spodoptera frugiperda (Lepidoptera: Noctuidae)*. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-04882015000200009&script=sci_abstract&tlng=es
- Martínez, M. (2021). Principales enfermedades del maíz (*Zea mays*, L.) en Ecuador. *Revista Científica Agro-ecosistemas*, 9(2), 53 -59.

- Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). (2024). *Ficha cultivo de maíz duro seco (zea mays L)*. <https://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/maiz>
- Mohan, R., Gowda, B., & Gadratagi, B.-G. (2022). Manejo sostenible de la oruga cogollera invasora, *Spodoptera frugiperda*. *Agronomía*, 12(9). <https://doi.org/10.3390/agronomy12092150>
- Núñez, H., Góngora, C., Barroso, H. J., Wong, A., & Ruiz, E. (2025). Efecto de biosurfactantes en el control del gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* Smith en cultivo de maíz. *V Simposio Internacional de Parasitología Agrícola*, 29. <https://doi.org/10.53897/RevAIA.25.29.27>
- Pasca, J. M. (2024). *Jabón Potásico: El insecticida natural y polivalente para el control eficaz de plagas*. <https://agrالياjardin.com/jabon-potasico-un-insecticida-polivalente/>
- Porres, V., & Cuxil, D. (2024). *Gusano cogollero del maíz: qué es y sus características*. <https://blog.cambiagro.com/maiz/plagas-del-maiz/gusano-cogollero-del-maiz/>
- Prieto, F. (2024). *Introducción al control biológico del gusano cogollero*. <https://futur-crop.com/control-biologico-del-gusano-cogollero/>

PROAIN TECNOLOGÍA AGRÍCOLA. (2020). *Ciclo biológico del gusano cogollero*.

[https://proain.com/blogs/notas tecnicas/ciclo biologico del gusano cogollero](https://proain.com/blogs/notas-tecnicas/ciclo-biologico-del-gusano-cogollero)

AfmBOor88xGdnXQqlqZcQgUMim0TDsKFtiHhXc9YicF8 GI26uQC9x

Sagrisa. (2025). *Las principales plagas de las que debe proteger su cultivo de maíz*.

[https://sagrisa.com/blog/agricola/las principales plagas de las que debe proteger su cultivo de maiz.](https://sagrisa.com/blog/agricola/las-principales-plagas-de-las-que-debe-proteger-su-cultivo-de-maiz)

Trejo, A. H., Hernández, E. O., Santillán, J. L., & RíosVelasco, C. (2015). Insectos benéficos asociados al control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.). *Agro Productividad*, 11(1).

Vélez, M., Betancourt, C., & Mendoza, J. (2021). Evaluación de diferentes momentos de aplicación de insecticida metomil 90% para el control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz. *Cienc Tecn UTEQ* (2021) 14(2), 33-4.

Yáñez, C., Zambrano, J., & Caicedo., M. (2024). Guía de producción de maíz para pequeños agricultores y agricultoras. *Quito, Ecuador. INIAP, Programa de Maíz, 28p, (Guía No 96)*.



Universidad
Católica
de Cuenca

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

CÓDIGO: F – DB – 30
VERSION: 01
FECHA: 2021-04-15
Página 1 de 1

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Yo, **Rogger Jhimson Mayaguari Montesdeoca** portador(a) de la cédula de ciudadanía N° **0942105354**.
En calidad de autor/a y titular de los derechos patrimoniales del proyecto de titulación **"Eficiencia de tres bioinsecticidas para el control de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en maíz, La Troncal"** de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconozco a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos y no comerciales. Autorizo además a la Universidad Católica de Cuenca, para que realice la publicación de éste proyecto de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

La Troncal, **05 de octubre del 2026**

F: *Rogger Mayaguari*

Rogger Jhimson Mayaguari Montesdeoca

C.I. 0942105354