



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

**TRABAJO DE TITULACIÓN COMO REQUISITO PREVIO PARA LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

**EFFECTO DE LOS MICROORGANISMOS DE MONTAÑA
EN EL CONTROL DE TRIPS FRANKLINIELLA
OCCIDENTALIS EN EL CULTIVO DE CACAO**

AUTOR

LLANGARI FREIRE JOSÉ DAVID

TUTOR

ING. COLON EUSEBIO CRUZ ROMERO, M.Sc.

MILAGRO, ECUADOR

2026



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA INGENIERÍA AGRONÓMICA

APROBACIÓN DEL TUTOR

El suscrito, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: “EFECTO DE LOS MICROORGANISMOS DE MONTAÑA EN EL CONTROL DE TRIPS FRANKLINIELLA OCCIDENTALIS EN EL CULTIVO DE CACAO ” realizado por el estudiante LLANGARI FREIRE JOSÉ DAVID; con cédula de identidad N° 0955726716 de la carrera INGENIERÍA AGRONÓMICA, Ciudad Universitaria Milagro, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos y legales exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto, se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

ING. COLON EUSEBIO CRUZ ROMERO, M.Sc..
Tutor

Milagro, 28 de enero del 2026



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA AGRONOMÍA

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: “EFECTO DE LOS MICROORGANISMOS DE MONTAÑA EN EL CONTROL DE TRIPS FRANKLINIELLA OCCIDENTALIS EN EL CULTIVO DE CACAO”, realizado por el estudiante LLANGARI FREIRE JOSÉ DAVID, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

ING. MARTILLO GARCÍA JUAN JAVIER, M.Sc.
PRESIDENTE

Ph.D GAVILANEZ LUNA FREDDY.
EXAMINADOR PRINCIPAL

ING. FLORES CADENA CRISTIAN, M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

Milagro, 28 de enero del 2026

DEDICATORIA

El presente trabajo va dedicado a toda mi familia, en especial a mis padres, porque gracias a ellos y a su gran esfuerzo, puedo dar este paso tan importante en mi vida; y a quienes día a día a base de consejos me dan fuerzas para continuar por el camino correcto y seguir cumpliendo mis metas.

Así mismo, quiero dedicar este logro a mis maestros, quienes impartieron sus sabios conocimientos a cada uno de nosotros para enfrentarnos a la vida y demostrar nuestro profesionalismo.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a las autoridades de la Universidad Agraria del Ecuador, por permitirme terminar mis estudios en esta prestigiosa institución; a los docentes de la facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad, por haber compartido sus conocimientos, experiencias y servir de guía en toda mi carrera universitaria.

Expreso mi agradecimiento a los tutores encargados de orientarme en la ejecución de este proyecto de titulación, a mis amistades más cercanas y familiares.

Autorización de Autoría Intelectual

Yo, LLANGARI FREIRE JOSÉ DAVID, en calidad de autor del proyecto realizado, sobre “EFECTO DE LOS MICROORGANISMOS DE MONTAÑA EN EL CONTROL DE TRIPS FRANKLINIELLA OCCIDENTALIS EN EL CULTIVO DE CACAO”, por la presente autorizo a la UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autor me correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Milagro, 28 de enero del 2026

LLANGARI FREIRÉ JOSÉ DAVID
C.I 0955726716

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de los microorganismos de montaña en el control de trips y en el rendimiento del cultivo de cacao. El estudio se desarrolló bajo un Diseño en Bloques Completos al Azar, con cuatro tratamientos y cinco repeticiones, totalizando 20 unidades experimentales. Antes de la aplicación de los tratamientos se registraron diferencias estadísticamente significativas en la población del insecto, destacándose el tratamiento T4 con la mayor incidencia (22.00 individuos por árbol), mientras que T1, T2 y T3 presentaron poblaciones inferiores, permitiendo establecer una línea base confiable para la evaluación posterior. La comparación de las diferentes dosis de microorganismos de montaña evidenció un efecto positivo y estadísticamente significativo sobre las variables sanitarias y productivas evaluadas. Se observó una respuesta progresiva en el número de flores sanas, mazorcas sanas y diámetro de mazorca desde el testigo absoluto hasta la dosis más alta (T3 = 1000 cc/planta), con bajos coeficientes de variación que respaldan la confiabilidad de los resultados. El rendimiento mostró un incremento sostenido, destacándose el tratamiento T3 con el mayor valor productivo (1346.00 kg/ha). El análisis económico indicó que el tratamiento T3 alcanzó la mayor relación beneficio/costo (3.51), seguido de T2 (3.12) y T1 (2.80), mientras que el testigo absoluto presentó la menor rentabilidad (1.92). La aplicación de microorganismos de montaña, especialmente a dosis altas, constituye una alternativa agronómica y económicamente viable para mejorar la sanidad, productividad y sostenibilidad del cultivo de cacao.

Palabras clave: Cacao, mazorca, plaga, sostenibilidad, trips.

ABSTRACT

This research aimed to evaluate the effect of mountain microorganisms on thrips control and cacao crop yield. The study was conducted using a Randomized Complete Block Design with four treatments and five replicates, totaling 20 experimental units. Before treatment application, statistically significant differences were observed in the insect population, with treatment T4 showing the highest incidence (22,000 individuals per tree), while T1, T2, and T3 presented lower populations, establishing a reliable baseline for subsequent evaluation. Comparison of the different doses of mountain microorganisms revealed a positive and statistically significant effect on the evaluated health and production variables. A progressive response was observed in the number of healthy flowers, healthy pods, and pod diameter from the control to the highest dose (T3 = 1000 cc/plant), with low coefficients of variation supporting the reliability of the results. Yields showed a sustained increase, with treatment T3 achieving the highest yield (1346.00 kg/ha). Economic analysis indicated that treatment T3 had the highest benefit-cost ratio (3.51), followed by T2 (3.12) and T1 (2.80), while the control group showed the lowest profitability (1.92). The application of mountain microorganisms, especially at high doses, represents an agronomically and economically viable alternative for improving the health, productivity, and sustainability of cacao cultivation.

Keywords: Cacao, pod, pest, sustainability, thrips.

ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN.....	12
1.1 Antecedentes del problema.....	12
1.2 Planteamiento y formulación del problema.....	13
1.3 Justificación de la investigación.....	13
1.4 Delimitación de la investigación.....	13
1.5 Objetivo general.....	14
1.6 Objetivos específicos	14
1.7 Hipótesis o idea a defender.....	14
2. MARCO TEÓRICO.....	15
2.1 Estado del arte.....	15
2.2 Bases científicas y teóricas de la temática.....	18
2.3 Marco legal.....	23
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	24
3.1 Enfoque de la investigación.....	24
3.2 Metodología.....	24
4. RESULTADOS.....	29
5. DISCUSIÓN.....	33
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	35
BIBLIOGRAFÍA	37
ANEXOS.....	40
APÉNDICES.....	45

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo N° 1: Tabla 1. Descripción de los tratamientos experimentales	25
Anexo N° 2: Tabla 2. Características de las parcelas experimentales	26
Anexo N° 3: Tabla 3. Esquema de análisis de varianza	28
Anexo N° 4: Tabla 4. Incidencia de insecto	29
Anexo N° 5: Tabla 5. Flores sanas	30
Anexo N° 6: Tabla 6. Mazorcas sanas	30
Anexo N° 7: Tabla 7. Diámetro de mazorca	31
Anexo N° 8: Tabla 8. Rendimiento	32
Anexo N° 9: Tabla 9. Análisis b/c	32
Anexo N° 10: Figura 1. Croquis del estudio	40
Anexo N° 11: Figura 2. Vista satelital zona de estudio	40
Anexo N° 12: Figura 3. Microorganismos de montaña	41
Anexo N° 13: Figura 4. Inspección de insectos en el cultivo	42
Anexo N° 15: Figura 5. Colocación de carteles	42
Anexo N° 16: Figura 6. Aplicación de enmiendas	43
Anexo N° 17: Figura 7. Conteo de insectos	43
Anexo N° 18: Figura 8. Preparación de bomba de mochila	44

ÍNDICE DE APÉNDICES

Apéndices N° 1: Tabla 8. Rendimiento	31
Apéndices N° 2: Tabla 9. Análisis economico	32
Apéndices N° 3: Tabla 10. Análisis estadístico Trips	45
Apéndices N° 4: Tabla 11. Análisis estadístico Flores sanas	46
Apéndices N° 5: Tabla 12. Análisis estadístico mazorcas	47
Apéndices N° 6: Tabla 13. Análisis estadístico diámetro mazorca (cm).....	48
Apéndices N° 7: Tabla 14. Análisis estadístico rendimiento (kg/ha).....	49

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes del problema

El cultivo de cacao constituye una actividad de gran relevancia económica, especialmente en regiones de clima tropical. Sin embargo, los agroecosistemas cacaoteros albergan una amplia variedad de insectos que pueden generar diversos tipos de afectaciones a las plantas. De igual manera, en estos sistemas se encuentran insectos benéficos que desempeñan roles fundamentales, tales como la polinización, así como organismos predadores y parasitoides que contribuyen al control natural de especies perjudiciales. Dependiendo del sistema de manejo implementado, ciertos insectos pueden comportarse como plagas y ocasionar daños significativos en las plantaciones de cacao. A pesar de ello, la información disponible sobre la diversidad entomológica y la dinámica poblacional de estos organismos en los distintos sistemas de producción de cacao aún es limitada (Campuzano, 2016).

El género *Frankliniella* se caracteriza por presentar una de las mayores biodiversidades a nivel mundial y una amplia distribución geográfica. Dentro de este género se han establecido diversos grupos de especies. Entre los primeros grupos descritos se encuentra el grupo *tritici*, definido por la presencia de un ensanchamiento del pedicelo; además, se reconocen los grupos de especies *intonsa*, *minuta*, *tenuicornis* y *tritici*, dentro de los cuales se identifican diferentes series de especímenes (Rodríguez, 2015).

Al referirse de manera general al orden Thysanoptera, es necesario señalar que está conformado por aproximadamente 5.600 especies; sin embargo, en la presente investigación se otorga especial relevancia a *Frankliniella occidentalis*, debido principalmente a su importancia como plaga y como vector de virus en numerosos cultivos, entre ellos el cacao, las flores y las hortalizas (Goldarazena, 2015).

La elaboración de insecticidas a partir de recursos naturales, basada en los sistemas de defensa química que las plantas han desarrollado a lo largo de su evolución, representa una opción favorable desde una perspectiva ambiental. La aplicación de insumos de origen vegetal presenta la ventaja de no introducir compuestos extraños al ecosistema, además de facilitar su degradación natural en el ambiente, tal como sucede con los extractos obtenidos del neem (Coloma, 2017).

Es importante señalar que, en numerosas áreas productoras de cacao, los agricultores no implementan prácticas agronómicas apropiadas, especialmente en lo referente a la nutrición del cultivo, la periodicidad del riego y el seguimiento fitosanitario, situación que repercute directamente en una reducida productividad.

1.2 Planteamiento y formulación del problema

1.2.1 Planteamiento del problema

La utilización de insecticidas de síntesis química para el control de las plagas que inciden en el cultivo de cacao ha provocado efectos adversos sobre la biodiversidad en las áreas productoras del cantón Milagro, provincia del Guayas. Ante este escenario, se vuelve necesario promover el uso de microorganismos que actúen como agentes de control biológico, limitando el daño causado por los insectos en las plantaciones cacaoteras. Esta alternativa constituye un aporte significativo para mejorar la sostenibilidad del sistema productivo y generar beneficios directos para los productores de cacao.

1.2.2 Formulación del problema

¿Cuál fue el efecto de la aplicación de los microorganismos para el control de trips (*Frankliniella occidentalis*) en el cultivo de cacao?

1.3 Justificación de la investigación

La ausencia de prácticas técnicas adecuadas y el limitado conocimiento sobre las plagas que afectan a los cultivos hacen necesarias decisiones urgentes relacionadas con el uso racional de productos químicos, tanto en nuevos proyectos agrícolas como en aquellos sistemas productivos donde se requiera introducir modificaciones en el manejo del cultivo. Las ninfas y los insectos adultos se alimentan principalmente del envés de las hojas, así como de brotes, flores y frutos, provocando la aparición de manchas cloróticas en el follaje, que posteriormente derivan en una coloración plateada, el secamiento y la caída de las hojas. Este insecto incide de manera directa en el cultivo de cacao, lo que resalta la importancia de implementar medidas de control biológico, como el aprovechamiento de trips depredadores, considerando su reproducción, liberación y establecimiento en el campo para lograr un control sostenido. La aplicación de estos métodos no genera afectaciones sobre la fauna benéfica presente, lo que permite mantener un ambiente equilibrado y saludable.

1.4 Delimitación de la investigación

La delimitación de la investigación se estableció bajo las siguientes condiciones: en cuanto al espacio, se llevó en los campos de la Ciudad Universitaria Milagro, ubicado en el Cantón Milagro, Provincia del Guayas; en cuanto al tiempo, el estudio tuvo una duración de seis meses, desarrollándose desde junio de 2025 hasta noviembre de 2025; y en cuanto a la población, los beneficiarios directos fueron los productores de cacao.

1.5 Objetivo general

Evaluar el efecto de microorganismos en el control de trips *Frankliniella occidentalis* en el cultivo de cacao de la Universidad Agraria del Ecuador sede Milagro.

1.6 Objetivos específicos

- Determinar la incidencia del insecto en el cultivo de cacao.
- Comparar la eficacia en diferentes dosis de microorganismos de montaña en el cultivo de cacao.
- Calcular la rentabilidad de los tratamientos en función beneficio/costo.

1.7 Hipótesis o idea a defender

Una de las dosis de microorganismos de montaña controló la presencia del trips (*Frankliniella occidentalis*) en el cultivo de cacao de la Universidad Agraria del Ecuador sede Milagro.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Estado del arte

En el contexto ecuatoriano, el trips (*Frankliniella occidentalis*) es reconocido como una plaga cuarentenaria de alta importancia económica, especialmente en la producción de rosas, donde provoca alteraciones morfológicas, variaciones en la pigmentación y una reducción significativa de la calidad comercial del producto. Su elevada capacidad reproductiva, junto con el desarrollo progresivo de resistencia a productos fitosanitarios, dificulta su control mediante estrategias convencionales. Ante esta problemática, se han promovido enfoques sostenibles dentro del manejo integrado de plagas, priorizando el uso de organismos benéficos. En este sentido, un estudio evaluó la efectividad del ácaro *Amblyseius swirskii* y del nematodo *Steinernema feltiae* en el control del trips, comparando un sistema basado en control biológico con un esquema de manejo químico. Los resultados mostraron una menor incidencia de daño y mayores niveles de rendimiento en el sistema convencional; no obstante, el manejo biológico se posicionó como una opción ambientalmente viable, con posibilidades de mejora para aumentar su eficiencia en el control de esta plaga (Sánchez , 2022).

En una investigación adicional se analizó la efectividad de tres insecticidas biológicos formulados a partir de hongos entomopatógenos (*Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* e *Isaria fumosorosea*) para el control de *Frankliniella occidentalis* en el cultivo de macadamia (*Macadamia integrifolia*). El estudio se llevó a cabo en la finca Plantaciones Altamira, donde se evaluaron tres niveles de dosificación (baja, intermedia y alta) para cada producto, considerando variables como el porcentaje de eficacia en el control, la densidad de trips por inflorescencia y el cuajado de frutos. Los resultados evidenciaron que *Beauveria bassiana*, aplicada a una dosis de 2,10 L/ha, alcanzó el mayor porcentaje de control global, mientras que *Isaria fumosorosea*, en su dosis más baja, destacó por presentar el menor costo y un control aceptable de la población de trips. Aunque no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos, los hallazgos confirmaron que los bioinsecticidas representan una alternativa sostenible y eficaz para el manejo de esta plaga, sin afectar negativamente a los insectos polinizadores (Calderón , 2025).

Se evaluó la acción de extractos de origen vegetal en el control de *Frankliniella occidentalis* en condiciones de laboratorio, con el objetivo de explorar opciones sostenibles que sustituyan el uso de agroquímicos convencionales. Para ello, se utilizaron extractos de *Conium maculatum* (cicuta) y *Nicotiana glauca* (falso tabaco) a concentraciones del 25 % y 50 %, bajo un diseño completamente al azar que incluyó seis tratamientos con seis repeticiones. Los resultados indicaron que el tratamiento con cicuta al 50 % presentó el mayor nivel de eficacia, alcanzando un porcentaje de control del 38,9 %, seguido por el extracto de falso tabaco al 50 %, con un 24,8 %. En conclusión, el extracto de *C. maculatum* aplicado al 50 % demostró ser el más eficiente en la reducción de la población de trips, consolidándose como una alternativa ambientalmente favorable para el manejo de esta plaga (Chuya , 2022).

En un estudio llevado a cabo en el recinto Morocho, cantón Vinces, provincia de Los Ríos, se analizó la influencia de distintas dosis de microorganismos de montaña sobre el control de *Moniliophthora roreri* en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.). La investigación se desarrolló bajo un diseño de bloques completos al azar, considerando cinco tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos correspondientes a T3 (3 L) y T4 (4 L) presentaron mayor efectividad en la disminución de la incidencia y severidad de la moniliasis, además de generar incrementos en el rendimiento del cultivo. Los hallazgos demostraron que la aplicación de microorganismos de montaña representa una alternativa biológica viable y sostenible frente a los esquemas de manejo químico tradicional en la producción de cacao (Arriaga, 2024).

Se evaluó la influencia de los microorganismos de montaña (MM) sobre la germinación y el crecimiento inicial de plántulas de pepino (*Cucumis sativus* L.), considerándolos como una alternativa sostenible a las prácticas convencionales empleadas en semilleros. Para ello, se ensayaron diferentes mezclas de sustratos, con y sin la adición de MM, en concentraciones del 10 % y 20 %. Los resultados no evidenciaron diferencias estadísticamente significativas en el porcentaje de germinación; sin embargo, la aplicación de MM favoreció variables relacionadas con el desarrollo vegetativo, como la altura de las plántulas y el número de hojas. Estos resultados ponen de manifiesto el potencial de los microorganismos de montaña como bioestimulantes de origen natural, capaces de impulsar el

crecimiento vegetal y contribuir al fortalecimiento de sistemas agrícolas sostenibles (Medina et al., 2023).

El uso reiterado de fertilizantes sintéticos en la agricultura tradicional ha provocado consecuencias desfavorables sobre el entorno natural, la salud humana y la estructura y fertilidad del suelo, impulsando la necesidad de implementar modelos de producción más sostenibles. En este contexto, los microorganismos de montaña (MM) se perfilan como una alternativa eficaz para promover el balance microbiológico del suelo, optimizar sus propiedades físico-químicas y estimular el crecimiento vegetal. Estudios realizados a nivel de vivero, como los desarrollados en *Ochroma pyramidale*, evidencian que, aunque no siempre se detectan diferencias estadísticas significativas, la inclusión de MM genera mejoras cuantitativas en variables asociadas al desarrollo radicular y de la parte aérea, además de una elevada diversidad microbiana, resaltando la presencia de *Trichoderma* sp. Desde el punto de vista económico, los MM activados presentan una mayor relación costo-beneficio, consolidándose como una opción sostenible frente a los sistemas convencionales de fertilización (Morán y Menéndez, 2022).

Una investigación realizada en Mocache, Ecuador, evaluó la aplicación de microorganismos nativos mediante un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), que incluyó seis tratamientos y tres repeticiones: T1 (control), T2 (Cuprofix de origen químico), T3 (mezcla de mucílago y melaza), T4 (sustrato enriquecido con microorganismos nativos, melaza, agua y vaina de cacao infectada), T5 (sustrato con microorganismos nativos, melaza, agua, vaina de cacao infectada y mucílago) y T6 (mucílago, melaza y vaina de cacao con escarcha). El análisis estadístico se efectuó mediante Modelos Lineales Generales (GLM), complementado con la comparación de medias a través de la prueba de Tukey ($p < 0,05$). Los resultados mostraron que el tratamiento T5 registró los menores niveles de incidencia de *Moniliophthora roreri* a los 30, 60 y 90 días, con valores de 20,42 %, 20,84 % y 14,89 %, respectivamente. Respecto a la severidad interna, se obtuvieron valores de 2,00, 2,37 y 2,50 en los mismos intervalos de evaluación, mientras que la severidad externa presentó su menor nivel en el tratamiento T6 a los 60 días (3,13). Desde el punto de vista productivo, el tratamiento T5 alcanzó el mayor rendimiento, con 410,11 kg ha⁻¹ año⁻¹ (Bastidas et al., 2025).

2.2 Bases científicas y teóricas de la temática

2.2.1 *Taxonomía del cultivo de cacao*

Según (Colli et al., 2024) la clasificación taxonómica del cultivo de cacao es la siguiente:

Reino: Plantae
División: Magnoliophyta
Clase: Magnoliopsida
Orden: Malvales
Familia: Malvaceae
Género: Theobroma
Especie: Theobroma cacao.

2.2.2 Características generales del cacao

En términos generales, el cacao es una especie perenne caracterizada por un crecimiento vegetativo continuo. Habitualmente, entre los 8 y 12 meses de edad, la planta desarrolla su primer molinillo u horqueta, ubicado a una altura aproximada de 80 a 120 cm. En esta etapa se forma un primer piso estructural compuesto por tres a seis ramas primarias, que constituyen la base arquitectónica del árbol, siendo más frecuente la presencia de pisos conformados por cinco ramas principales (Toramo et al., 2020).

El cacao tiene su origen principalmente en las selvas tropicales de América Central y América del Sur, y su nombre científico, Theobroma cacao, proviene del griego y significa “alimento de los dioses”. Este cultivo se adapta de manera óptima a zonas de clima ecuatorial, donde predominan lluvias abundantes a lo largo del año y temperaturas relativamente constantes, que fluctúan entre 25 y 28 °C. La producción de frutos suele iniciarse entre los 4 y 5 años después de la siembra, alcanzando su máximo potencial productivo entre los 8 y 10 años, en función de las condiciones edafoclimáticas y del material genético empleado (Paredes et al., 2025).

Los frutos del cacao presentan una textura leñosa y una morfología similar a una vaina alargada, desarrollándose tanto en el tronco como en las ramas principales del árbol. Dependiendo del tipo de cacao, la coloración externa del fruto puede variar entre tonos amarillos, verdes, blancos o rojizos, los cuales se intensifican a medida que el fruto alcanza la madurez fisiológica. Su tamaño oscila entre 10 y 32 cm de longitud y entre 7 y 10 cm de diámetro, con un peso que varía de 200 g hasta 1 kg. En su interior alberga entre 20 y 60 semillas dispuestas en

filas, recubiertas por un mucílago de consistencia gelatinosa y sabor dulce, conocido comúnmente como pulpa. Las semillas presentan una coloración marrón oscura y un sabor característico. Tras la maduración del fruto, se procede a la cosecha, extracción de las semillas, fermentación para la remoción del mucílago y posterior secado del grano (Oliva et al., 2021).

2.2.3 Características morfológicas del cacao

El cacao es una especie arbórea de porte bajo y follaje persistente que, bajo condiciones de cultivo, alcanza generalmente alturas comprendidas entre 4 y 7 m, aunque en ambientes naturales puede sobrepasar los 20 m. Se caracteriza por presentar una copa amplia, densa y de inserción baja. Sus hojas son de gran tamaño, dispuestas de forma alterna y con hábito colgante; tienen una morfología elíptica a oblonga, con longitudes que varían entre 20 y 35 cm y anchos de 4 a 15 cm, ápice prolongado, textura ligeramente coriácea y bordes lisos. La superficie adaxial muestra una coloración verde intensa, mientras que la cara abaxial es de tono más claro. El tronco está recubierto por una corteza de color marrón oscuro, delgada, con aspecto rugoso y fisurado (Bustamante et al., 2022).

2.2.3.1. Raíz

Cuando el cacao se propaga por semilla, desarrolla una raíz principal de tipo pivotante que puede alcanzar hasta 2 m de profundidad, acompañada de numerosas raíces secundarias, concentradas mayoritariamente en los primeros 30 cm del suelo. En contraste, las plantas obtenidas por propagación clonal carecen de una raíz pivotante; en su lugar, presentan varias raíces principales con diámetros superiores a 5 mm, que crecen cerca de la superficie y forman una masa radicular compacta que asegura la fijación de la planta. Asimismo, se desarrollan raíces laterales superficiales que pueden extenderse hasta 5 m de longitud, de las cuales aproximadamente el 78 % se localiza entre 0 y 20 cm de profundidad, con diámetros entre 1 y 5 mm. Por esta razón, se recomienda no dejar expuesta la base del tronco de los árboles (López et al., 2021).

2.2.3.2. Flores y polinización

Las flores del cacao son hermafroditas, ya que presentan simultáneamente estructuras reproductivas masculinas y femeninas. La polinización en esta especie es de tipo entomófila y depende casi exclusivamente de la actividad de insectos. La antesis floral comienza con la apertura parcial del botón durante la tarde,

alcanzando su apertura total en las primeras horas de la mañana del día siguiente. En el cacao, la autopolinización ocurre con baja frecuencia debido a la disposición anatómica de los estambres, ubicados en posición opuesta al pistilo, así como a la presencia de una sustancia viscosa que limita el contacto directo entre los órganos reproductivos. En consecuencia, el proceso de polinización está condicionado principalmente por insectos, entre los cuales sobresalen especies de pequeñas moscas del género *Forcipomyia*, que desempeñan un papel predominante, acompañadas por otros insectos en menor proporción (Rivera et al., 2022).

Estas moscas presentan la capacidad de desplazarse entre plantas a distancias cercanas a los 60 m y manifiestan mayor actividad durante el periodo diurno, especialmente a partir de las 8:00 a. m. Adicionalmente, se ha documentado la participación de áfidos y de diversas especies de hormigas, tales como *Crematogaster* sp. y *Ectatomma tuberculatum*, las cuales contribuyen de manera complementaria al proceso de polinización (Lim et al., 2025).

2.2.4 Duración del ciclo productivo

El cacao presenta un ciclo biológico que puede extenderse por más de un siglo; sin embargo, desde el punto de vista productivo y económico, su vida útil suele limitarse a aproximadamente 40 años. La relación entre edad del cultivo y nivel de producción no es uniforme en todas las regiones, debido a la influencia de factores edáficos, climáticos, genéticos, de manejo agronómico y de condiciones socioeconómicas, como la fluctuación de precios. No obstante, puede establecerse una tendencia general en el comportamiento productivo del cultivo: la etapa productiva se inicia aproximadamente entre los 2 y 4 años de edad, aumentando de manera progresiva hasta alcanzar su punto máximo entre los 8 y 10 años. Posteriormente, la producción se mantiene estable entre los 11 y 15 años y conserva niveles relativamente constantes durante el periodo comprendido entre los 16 y 30–35 años. A partir de esta fase, el rendimiento comienza a disminuir de forma paulatina entre los 36 y 45 años, presentando una reducción más pronunciada conforme el cultivo alcanza edades entre los 46 y 60 años (Torres et al., 2023).

2.2.5 Trips del cacao

Frankliniella occidentalis es una de las especies más comunes entre aquellas que afectan a cultivos frutales y hortícolas. Los daños en las plantaciones se

producen tanto en el estado larval como en el adulto. Este insecto se alimenta de plantas con flor, succionando sus fluidos. Los síntomas son evidentes en hojas y frutos; los trips perforan las células de las capas superficiales, y al vaciarse, estas se llenan de aire, generando un aspecto gris plateado acompañado de pequeñas puntuaciones negras. Además, es un importante vector de virus que afectan a cucurbitáceas y otras hortalizas (Rodríguez y Coy, 2023).

Algunos estudios señalan que los trips pueden actuar como polinizadores del cacao, aunque de manera poco eficiente. No obstante, cuando se concentran en el follaje, los daños son severos, dando lugar a hojas con apariencia seca o quemada que caen fácilmente. En los frutos, el ataque produce una tonalidad herrumbrosa que dificulta identificar el grado de madurez. Su control se realiza mediante productos químicos como Metasystox cuando se presentan en forma de colonias (Deiss, 2024).

Las colonias de trips afectan tanto el envés de las hojas como los frutos, y su presencia suele asociarse a plantaciones con deficiencias de sombra y problemas nutricionales. En los frutos, el daño se manifiesta como una coloración ladrillo, lo que impide determinar con precisión su estado de maduración (Reitz, 2020).

Las ninfas, reconocibles por una banda rojiza alrededor del abdomen, también atacan las mazorcas, alterando su color natural hacia un tono herrumbre que dificulta la identificación del momento óptimo de cosecha (Liang et al., 2023).

2.2.5.1. Daños en el cultivo

Las hembras realizan la oviposición de forma individual, introduciendo los huevos bajo la epidermis del envés foliar y recubriéndolos con una secreción que, al secarse, genera una película protectora de tonalidad marrón oscura, la cual restringe el intercambio gaseoso. Este proceso ocurre principalmente en la zona basal de las nervaduras primarias, secundarias y terciarias, siendo el limbo foliar menos afectado. Los daños se evidencian mediante la aparición de manchas pardas y síntomas de clorosis, que posteriormente provocan la necrosis y caída de las hojas. Los trips causan afectaciones en las yemas apicales del cultivo (Chul et al., 2023).

Estos insectos chupadores también atacan frutos en etapas intermedias y avanzadas de desarrollo. Aunque las hembras no presentan un sitio específico de

oviposición, suelen ubicarse en los surcos del fruto, que posteriormente quedan cubiertos por una capa de exudados de color ferroso. Esto genera confusión durante la cosecha, ya que dificulta identificar el nivel de madurez, provocando la recolección de frutos inmaduros con almendras inadecuadas para el proceso de beneficio (Durr et al., 2022).

2.2.6 Importancia económica del Thrips en cacao

Los ataques de thrips generan efectos severos en las plantaciones de cacao, debido a que su alimentación sobre el tejido foliar ocasiona síntomas como quemaduras, deformaciones y defoliación prematura. Este daño foliar disminuye de manera significativa la eficiencia fotosintética de la planta, lo que repercute negativamente en su vigor, desarrollo y rendimiento productivo. En infestaciones intensas, también se observa la caída de frutos en estado inmaduro, los cuales no resultan aptos para el procesamiento, ya que las semillas no logran completar adecuadamente el proceso de fermentación como consecuencia de la ausencia de mucílago con contenido azucarado. Por estas razones, los thrips constituyen un factor de alto riesgo para la sostenibilidad y la rentabilidad del cultivo de cacao, al afectar tanto el volumen como la calidad de la producción final (Fan et al., 2023).

2.2.7 Microorganismos de montaña

Los microorganismos de montaña (MM) corresponden a consorcios microbianos benéficos obtenidos de materiales orgánicos en descomposición, como hojarasca, suelo y restos vegetales recolectados en áreas boscosas o montañosas. Al ser multiplicados y aplicados en los sistemas agrícolas, los microorganismos de montaña (MM) contribuyen a mejorar la estructura y fertilidad del suelo, aumentan la disponibilidad de nutrientes y estimulan el desarrollo del sistema radicular. Asimismo, fortalecen la resistencia de los cultivos frente a patógenos, reducen la dependencia de insumos agroquímicos de síntesis y fomentan prácticas agrícolas más sostenibles y en equilibrio con el ambiente (Wang et al., 2024).

Los microorganismos de montaña se emplean en el control biológico de plagas mediante la recuperación del equilibrio microbiano. Estos consorcios colonizan la rizosfera y el follaje, formando una barrera biológica que limita el desarrollo de patógenos y plagas. Algunos de estos microorganismos producen

compuestos naturales con propiedades insecticidas, fungicidas o repelentes, mientras que otros compiten directamente por espacio y nutrientes, reduciendo la población de organismos perjudiciales. De esta forma, los MM constituyen una estrategia de control ecológica y sostenible (Rodríguez et al., 2025).

2.3 Marco legal

Constitución Política de la República del Ecuador

Artículo 10. Del plan de manejo orgánico, el operador deberá desarrollar un plan de manejo orgánico con el que esté de acuerdo el operador y el organismo de certificación, el cual deberá ser presentado al iniciarse la aplicación al régimen de control y ser actualizado anualmente o en base a los cambios del sistema de producción a lo largo del periodo de control. El plan de manejo orgánico deberá llenar los requisitos de producción o de manejo orgánico expuestos en los capítulos aplicables.

EL Art. 23“De la Ley de Aguas, prohíbe toda contaminación de las aguas que afecte a la salud humana o al desarrollo de la flora o de la fauna (Constitución de la República del Ecuador, 2008)

El plan de manejo orgánico deberá incluir: a) Una descripción de prácticas y procedimientos a realizarse y mantenerse, incluyendo la frecuencia con la que se llevarán a cabo. b) Una lista de cada sustancia a ser utilizada como un insumo para producción o manejo, indicando su composición, fuente, localización(es) dónde se usará, y la documentación de disponibilidad comercial, tal como sea pertinente.

Anexo II

Se prohíben las arcillas sintéticas calcinadas Microorganismos para mejorar la condición del suelo. En el caso de aminoácidos, aquellos que no provengan de OGMs y aquellos que no han sido modificados químicamente de su fuente (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca [MAGAP], 2017).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Enfoque de la investigación

3.1.1 Tipo y alcance de la investigación

El estudio correspondió a un enfoque experimental, ya que se analizó de forma controlada la aplicación de distintas dosis de Microorganismos de Montaña con el propósito de controlar la población de trips en el cultivo de cacao. El estudio se basó en la implementación de tratamientos diferenciados, los cuales fueron comparados con un testigo absoluto, lo que permitió evaluar el efecto de cada dosis sobre la dinámica poblacional del insecto, el estado fitosanitario de flores y mazorcas, así como el crecimiento del cultivo. De esta manera, se obtuvo información confiable acerca de la eficacia de los Microorganismos de Montaña como una alternativa sostenible para el manejo del cultivo de cacao.

3.1.2 Diseño de investigación

El presente ensayo se desarrolló bajo un diseño experimental, en el que se analizaron cuatro tratamientos con cinco repeticiones cada uno, conformando en total 16 unidades experimentales.

3.2 Metodología

3.2.1 Variables

3.2.1.1. Variable independiente

Microorganismos de montaña y cultivo de cacao.

3.2.1.2. Variables dependientes

- **Incidencia del insecto:** Se efectuó el conteo de trips en los árboles previamente seleccionados y debidamente marcados, con el fin de realizar un seguimiento continuo de la población del insecto.
- **Número de flores sanas :** Esta variable se determinó mediante el conteo de flores que no presentaron signos visibles de daño causados por trips, como necrosis, deformaciones o aborto floral. Las evaluaciones se realizaron en los árboles seleccionados para el estudio, considerando únicamente flores viables.
- **Número de mazorcas sanas:** Se cuantificó mediante el conteo de frutos que no evidenciaron síntomas de daño atribuibles a *Frankliniella*

occidentalis. Esta variable sirvió como indicador del efecto indirecto del control de trips sobre el cuajado de frutos y la productividad del cultivo de cacao.

- **Diámetro de la mazorca:** El diámetro del fruto se midió con un calibrador o cinta métrica, tomando la medición en la parte media de la mazorca en sentido transversal. Esta variable permitió analizar el impacto del manejo fitosanitario con Microorganismos de Montaña en el desarrollo físico del fruto, siendo un indicador del crecimiento y la calidad de la mazorca.
- **Rendimiento:** Se determinó al finalizar el ciclo de cosecha. Para ello, se recolectaron y pesaron todas las mazorcas obtenidas por parcela. Posteriormente, las semillas fueron extraídas, fermentadas y secadas, con el fin de obtener el peso del cacao seco expresado en kilogramos.
- **Estudio económico:** El análisis económico se realizó mediante la relación beneficio/costo. Para su cálculo, se utilizaron los datos de rendimiento de cada tratamiento, así como los costos de producción y mantenimiento por hectárea.

3.2.3 Tratamientos

El ensayo se condujo mediante cuatro tratamientos y cinco repeticiones, lo que dio lugar a un total de 16 parcelas experimentales. Los tratamientos consistieron en la aplicación de tres niveles de Microorganismos de Montaña (500, 750 y 1000 cc por planta), además de un tratamiento testigo sin aplicación. Las aplicaciones se realizaron a los 15, 30 y 45 días, con la finalidad de determinar la influencia de los Microorganismos de Montaña en el control de *Frankliniella occidentalis* y en el crecimiento del cultivo de cacao, en contraste con las condiciones naturales observadas en el testigo.

Tabla 1.

Descripción de los tratamientos experimentales

Nº	Tratamiento	Dosis	Aplicaciones (Días)
1	Microorganismos de montaña	500 cc/ planta	15-30-45
2	Microorganismos de montaña	750 cc/ planta	15-30-45
3	Microorganismos de montaña	1000 cc/ planta	15-30-45
4	Testigo Absoluto		0

Elaborado por: El Autor, 2026

3.2.4 Diseño experimental

Tabla 2.
Características de las parcelas experimentales

Descripción	Unidad
Número de tratamientos	4
Número de repeticiones	5
Número de unidades experimentales	20
Ancho de la parcela	3 m
Longitud de la parcela	3 m
Distancia entre repeticiones	3 m
Área total de la unidad experimental	9 m ²
Área útil de la unidad experimental	3 m ²
Área total del ensayo	180 m ²
Área útil del ensayo	60 m ²

Elaborado por: El Autor, 2026

3.2.5 Recolección de datos

3.2.5.1. Recursos

- **Materiales y herramientas:** Machete, semillas, cintas, estacas, letreros, alambre, tanque, balde, bomba, botas, guantes, productos fertilizantes, balanza, dosificadores, agua, pala. Además de computadoras, proyector, borrador, lápiz, libreta, mapas, cámaras fotográficas, etc.
- **Recurso bibliográfico:** Informes, artículos de revistas, folletos, libros, documentos de sitio web y tesis de grado.
- **Material experimental:** Cultivo de cacao establecido, microorganismos de montaña.
- **Recursos humanos:** Tesista, tutor, encargado de la finca en estudio.

3.2.5.2. Métodos y técnicas

3.2.5.2.1. Métodos

- **Método inductivo:** Este método permitió observar los resultados obtenidos con la finalidad de cumplir los objetivos específicos e hipótesis planteada.

- **Método deductivo:** Parte de los datos generales aceptados como valederos, para deducir por medio del razonamiento lógico, varias suposiciones, es decir; parte de verdades previamente establecidas como principios generales.
- **Método sintético:** Mediante este método se logró establecer y relacionar los resultados para construir la discusión, conclusiones relacionadas bajo la perspectiva de totalidad de la investigación.

3.2.5.2.2. Técnicas

Las labores culturales que se realizaron son las siguientes:

- **Delimitación de los tratamientos:** La delimitación de tratamientos consistió en establecer claramente las áreas del cultivo de cacao donde se aplicaron las distintas dosis.
- **Riego:** Se controló la frecuencia y cantidad de riego para mantener condiciones similares entre tratamientos y evitar que la disponibilidad de agua interfiriera en los resultados del experimento.
- **Fertilización:** Mediante un análisis de suelo y análisis foliar se diagnosticó la dosis de cada fertilizante a emplear en el cultivo de cacao con la finalidad de aplicar lo que necesita el cultivo y así evitar gastos innecesarios de insumos.
- **Cosecha:** La cosecha se realizó en forma manual separando las mazorcas de cada tratamiento teniendo en cuenta que este factor es muy importante para la toma de datos, cabe recalcar que esta labor se realizó cuando las mazorcas alcanzaron a su punto de madurez.
- **Toma de datos:** La recolección de datos se efectuó en las etapas críticas del desarrollo del cacao, principalmente durante la cosecha. Se evaluaron características físicas del fruto como longitud y diámetro.

3.2.6 Análisis estadístico

3.2.7.1. Análisis funcional

Los datos fueron evaluados estadísticamente mediante el análisis de varianza y prueba de Tukey, para determinar el mejor tratamiento. Se valoraron

cuatro tratamientos, mediante cinco repeticiones, obteniendo un ensayo de 20 unidades experimentales.

Tabla 3.

Esquema de análisis de varianza

Fuente de Variación	Grados de libertad
Tratamientos ($t - 1$)	3
Repeticiones ($r - 1$)	4
Error experimental	12
Total	19

Elaborado por: El Autor, 2026

3.2.7.2. Hipótesis estadística

Ho: Ninguna de las dosis de microorganismos de montaña controlo la presencia del trips (*Frankliniella occidentalis*) en el cultivo de cacao.

Ha: Al menos una de las dosis de microorganismos de montaña controlo la presencia del trips (*Frankliniella occidentalis*) en el cultivo de cacao.

4. RESULTADOS

4.1 Determinación de la incidencia del insecto en el cultivo de cacao.

4.1.1 Incidencia del insecto

Se realizó un conteo inicial de la población de trips en las parcelas previamente establecidas. En la Tabla 4 se registró un coeficiente de variación de 12.26 %. El tratamiento T4 presentó la mayor densidad poblacional de trips, con un promedio de 22.50 individuos por árbol, mostrando diferencias estadísticas significativas en relación con los demás tratamientos. En contraste, los tratamientos T1 (500 cc/planta), T2 (750 cc/planta) y T3 (1000 cc/planta) alcanzaron promedios de 12.80; 10.80 y 14.80 trips por árbol.

Tabla 4.

Trips (ind./árbol)

TRATAMIENTOS	Medias	Nivel de significancia	
T2 (750 cc/ planta)	10.80	a	
T1 (500 cc/ planta)	12.80	a	b
T3 (1000 cc/ planta)	14.80		b
T4 (Testigo Absoluto)	22.00		c

Coeficiente de variación (%) 12.26

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

Elaborado por: El Autor, 2026

4.2 Comparación de la eficacia en diferentes dosis de microorganismos de montaña en el cultivo de cacao.

4.2.1 Flores sanas (n°)

La variable número de flores sanas presentó un ajuste estadístico muy elevado, evidenciado por un coeficiente de variación bajo ($CV = 2.68 \%$). El T4 (testigo absoluto) registró el menor promedio, con 117.60 flores sanas, seguido por T1 (500 cc/planta) con 150.00 flores. Los tratamientos T2 (750 cc/planta) y T3 (1000 cc/planta) mostraron incrementos graduales, alcanzando valores de 167.00 y 184.00 flores sanas, respectivamente. La prueba de Tukey clasificó a los tratamientos en grupos estadísticos diferentes, demostrando un efecto positivo del aumento de la dosis sobre esta variable.

Tabla 5.**Flores sanas (n°)**

TRATAMIENTOS	Medias	Nivel de significancia
T4 (Testigo Absoluto)	117.60	a
T1 (500 cc/ planta)	150.00	b
T2 (750 cc/ planta)	167.00	c
T3 (1000 cc/ planta)	184.00	d
Coeficiente de variación (%) 2.68		
<i>Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)</i>		
Elaborado por: El Autor, 2026		

4.2.2 Mazorca sanas (n)

El menor promedio correspondió al tratamiento T4 (testigo absoluto), con 12.80 mazorcas sanas, seguido de T1 (500 cc/planta) con 18.60. Los tratamientos T2 (750 cc/planta) y T3 (1000 cc/planta) alcanzaron valores superiores de 22.00 y 26.00 mazorcas sanas, respectivamente. La prueba de comparación de medias de Tukey evidenció diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, demostrando que el aumento en la dosis influyó de forma positiva y significativa en la sanidad de las mazorcas.

Tabla 6.**Mazorcas sanas (n°)**

TRATAMIENTOS	Medias	Nivel de significancia
T4 (Testigo Absoluto)	12.80	a
T1 (500 cc/ planta)	18.60	b
T2 (750 cc/ planta)	22.00	c
T3 (1000 cc/ planta)	26.00	d
Coeficiente de variación (%) 5.48		
<i>Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)</i>		
Elaborado por: El Autor, 2026		

4.2.1 Diámetro de mazorca (cm)

Los tratamientos influyeron de forma significativa sobre el diámetro de las mazorcas. El menor diámetro promedio se observó en el tratamiento T4 (testigo absoluto), con 7.60 cm. Por el contrario, los tratamientos T1, T2 y T3 presentaron incrementos progresivos, con valores de 8.70; 9.20 y 9.80 cm, respectivamente. La prueba de Tukey permitió diferenciar claramente a los tratamientos en grupos

estadísticos distintos, evidenciando que las dosis más altas favorecieron el desarrollo del fruto.

Tabla 7.

Diámetro de mazorca (cm)

TRATAMIENTOS	Medias	Nivel de significancia
T4 (Testigo Absoluto)	7.60	a
T1 (500 cc/ planta)	8.70	b
T2 (750 cc/ planta)	9.20	c
T3 (1000 cc/ planta)	9.80	d
Coeficiente de variación (%) 1.89		
<i>Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)</i>		
Elaborado por: El Autor, 2026		

4.2.3 Rendimiento (kg/ha)

El análisis del rendimiento mostró un ajuste estadístico excelente, con un coeficiente de variación bajo (CV = 3.08 %). El tratamiento T4 con el menor rendimiento promedio, 646.20 kg/ha. En comparación, el tratamiento T1 (500 cc/planta) alcanzó 988.00 kg/ha, T2 (750 cc/planta) obtuvo 1150.00 kg/ha, y el mayor rendimiento correspondió al tratamiento T3 (1000 cc/planta), con 1346.00 kg/ha. La prueba de Tukey ubicó a cada tratamiento en grupos estadísticos diferentes, demostrando que el aumento de la dosis aplicada generó un incremento significativo.

Tabla 8.

Rendimiento (kg/ha)

TRATAMIENTOS	Medias	Nivel de significancia
T4 (Testigo Absoluto)	646.20	a
T1 (500 cc/ planta)	988.00	b
T2 (750 cc/ planta)	1150.00	c
T3 (1000 cc/ planta)	1346.00	d
Coeficiente de variación (%) 3.08		
<i>Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)</i>		
Elaborado por: El Autor, 2026		

4.3 Cálculo de la rentabilidad de los tratamientos en función beneficio/costo.

4.3.1 Análisis económico (b/c)

El tratamiento T3 alcanzó el mayor rendimiento (1346.00 kg/ha) y presentó la relación beneficio/costo más alto (3.51). El tratamiento T2 registró una relación B/C de 3.12, mientras que T1 mostró un desempeño económico aceptable con un valor de B/C de 2.80. En contraste, el tratamiento T4 presentó el menor rendimiento y la relación beneficio/costo más baja (1.92), lo que refleja una menor rentabilidad, los resultados obtenidos muestran que los tratamientos con mayores rendimientos productivos generaron mejores retornos económicos, destacándose el tratamiento T3 como la alternativa más rentable.

Tabla 9.

Análisis económico (b/c)

Trat.	Rend. kg/ha 7%	Precio Comercial (\$/Kg)	Bien bruto \$	Costo de producción \$	Bien neto \$	Relación b/c
T1	988.00	3.26	3220.88	1150	2070.88	2.80
T2	1150.00	3.26	3749.00	1200	2549.00	3.12
T3	1346.00	3.26	4387.96	1250	3137.96	3.51
T4	646.20	3.26	2106.61	1100	1006.61	1.92

Elaborado por: El Autor, 2026

5. DISCUSIÓN

Previo a la aplicación de los tratamientos, el conteo inicial de trips mostró una variación moderada en la población presente. El tratamiento T4 registró el mayor nivel de infestación inicial, con un promedio de 22.00 individuos por árbol, presentando diferencias estadísticas significativas en comparación con los demás tratamientos. En cambio, los tratamientos T1, T2 y T3 evidenciaron poblaciones inferiores, con promedios de 12.80; 10.80 y 14.80 trips por árbol, respectivamente. Estas diferencias iniciales se encuentran en concordancia con la dinámica poblacional de *Frankliniella occidentalis*, considerada una plaga de alta relevancia económica en Ecuador debido a su elevada tasa reproductiva y su capacidad de desarrollar resistencia a los agroquímicos, lo que dificulta su control mediante métodos convencionales. Investigaciones previas han señalado que, aunque los sistemas químicos pueden generar un control inmediato más marcado, las alternativas biológicas representan opciones sostenibles dentro del manejo integrado de plagas. En este contexto, Sánchez (2022) reportó resultados favorables al evaluar enemigos naturales, destacando su aporte ambiental. De manera similar, Calderón (2025) indicó que la aplicación de bioinsecticidas formulados a base de hongos entomopatógenos permite disminuir las poblaciones de trips sin afectar a los polinizadores, posicionándose como estrategias viables y sostenibles. La variabilidad inicial observada en los tratamientos del presente estudio resalta la necesidad de evaluar alternativas biológicas que contribuyan a un manejo eficiente y ambientalmente responsable de esta plaga.

Los microorganismos de montaña ejercieron un efecto positivo sobre las variables productivas del cultivo de cacao, reflejándose en un incremento del número de flores sanas, mazorcas sanas, diámetro de mazorca y rendimiento (kg/ha), especialmente en las dosis intermedias y altas. Este comportamiento es consistente con estudios previos que resaltan el potencial dentro del manejo sostenible de plagas y enfermedades. En este sentido, Chuya (2022) señaló que la aplicación de extractos vegetales, en particular *Conium maculatum* al 50 %, alcanzó una mayor eficacia en la reducción de poblaciones de *Frankliniella occidentalis*, evidenciando que los insumos de origen biológico pueden disminuir la presión de plagas sin recurrir al uso de agroquímicos. Asimismo, Arriaga (2024) reportó que la aplicación de microorganismos de montaña redujo significativamente la incidencia

y severidad de *Moniliophthora roreri*, además de incrementar el rendimiento del cacao. Estos antecedentes respaldan el mejor desempeño agronómico observado podría estar relacionado con una mayor actividad microbiana en el suelo, el fortalecimiento fisiológico de las plantas y una mayor tolerancia frente a factores bióticos, consolidando a los microorganismos de montaña como una alternativa viable, eficiente y ambientalmente sostenible dentro del manejo integral del cultivo de cacao.

El análisis económico mostró diferencias evidentes en la rentabilidad de los tratamientos evaluados, estrechamente vinculadas a sus niveles de productividad. El tratamiento T3 alcanzó el mayor rendimiento (1346.00 kg/ha) y, en consecuencia, registró la relación beneficio/costo más elevado (3.51), consolidándose como la opción económicamente más eficiente. Por su parte, el tratamiento T2 presentó una rentabilidad favorable, con una relación B/C de 3.12, mientras que el tratamiento T1 mostró un desempeño económico aceptable ($B/C = 2.80$), lo que indica que, a pesar de presentar menores rendimientos, los ingresos obtenidos superaron ampliamente los costos de producción. En contraste, el testigo absoluto (T4) registró el menor rendimiento y la relación beneficio/costo más baja (1.92), reflejando una rentabilidad limitada y una menor eficiencia económica del sistema sin aplicación de microorganismos de montaña. Medina et al. (2023), el uso de microorganismos de montaña, aunque no siempre genera diferencias estadísticas significativas en variables iniciales, sí favorece el desarrollo vegetal y el desempeño productivo, traducándose en mayores beneficios económicos. De igual manera, Morán y Menéndez (2022) destacan que los microorganismos de montaña contribuyen al equilibrio microbiológico del suelo y a la eficiencia productiva, además de presentar una mayor viabilidad económica en comparación con la fertilización convencional.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

La infestación inicial de trips en el cultivo de cacao presentó una variación moderada entre las parcelas, evidenciada por un coeficiente de variación del 12.26 %, lo cual indica una apropiada precisión del experimento. Previo a la aplicación de los tratamientos, se observaron diferencias estadísticas significativas en la población del insecto, destacándose el tratamiento T4 con la mayor incidencia, al registrar un promedio de 22.00 insectos por árbol. Por el contrario, las evaluaciones T1, T2 y T3 mostraron menores niveles poblacionales, lo que permitió establecer una línea base sólida para evaluar posteriormente el impacto de las dosis aplicadas en la reducción de la incidencia de trips en el cultivo de cacao.

La comparación de la eficacia de las distintas dosis de microorganismos de montaña en el cultivo de cacao evidenció un efecto positivo, consistente y estadísticamente significativo del incremento de la dosis sobre las variables productivas y sanitarias analizadas. En las variables flores sanas, mazorcas sanas y diámetro de mazorca se observó una respuesta gradual desde el testigo absoluto (T4) hasta la dosis más alta (T3 = 1000 cc/planta), acompañada de coeficientes de variación bajos que confirman la precisión experimental y la confiabilidad de los resultados obtenidos. El tratamiento T3 con el mayor valor productivo (1346.00 kg/ha), seguido por los tratamientos T2 y T1, mientras que el testigo absoluto registró el menor rendimiento. Estos resultados confirman que la aplicación de microorganismos de montaña, particularmente a una dosis de 1000 cc/planta, constituye una alternativa agronómica eficiente para mejorar la floración, el desarrollo del fruto y el rendimiento del cacao, contribuyendo a sistemas productivos más sostenibles y eficientes.

El análisis de la rentabilidad, basado en la relación beneficio/costo, evidenció diferencias marcadas entre los tratamientos evaluados. El tratamiento T3 se consolidó como la opción económicamente más eficiente, al registrar el mayor rendimiento (1346.00 kg/ha) y la relación B/C más alta (3.51), lo que confirma que un mayor nivel de productividad se traduce en mejores retornos económicos. De manera similar, el tratamiento T2 presentó una relación B/C favorable (3.12), mientras que el tratamiento T1 mostró un desempeño económico aceptable (2.80).

En contraste, el testigo absoluto (T4) alcanzó la menor relación beneficio/costo (1.92), reflejando una rentabilidad limitada. En conjunto, los resultados demuestran que la aplicación de microorganismos de montaña, especialmente en dosis elevadas, incrementa de forma significativa la rentabilidad del sistema productivo.

6.2 Recomendaciones

Emplear dosis de microorganismos de montaña que demostró superior capacidad para reducir la presencia de trips y una mejor respuesta agronómica del cultivo, promoviendo su adopción gradual en las fincas cacaoteras como una alternativa sostenible al manejo convencional, que contribuya a la sanidad del cultivo y a la conservación del agroecosistema.

Realizar monitoreos periódicos previo y posterior a la aplicación de los microorganismos de montaña, con el propósito de evaluar la persistencia de su efecto biocontrolador a lo largo del tiempo y ajustar la frecuencia y el momento de aplicación en función de las etapas fenológicas del cacao.

Reforzar la aplicación de buenas prácticas en la preparación y uso de los microorganismos de montaña, garantizando una adecuada fermentación, correcta dilución y el empleo de equipos de aspersión debidamente calibrados, a fin de asegurar una distribución uniforme del producto sobre el follaje y maximizar su efectividad en el control de *Frankliniella occidentalis*.

BIBLIOGRAFÍA

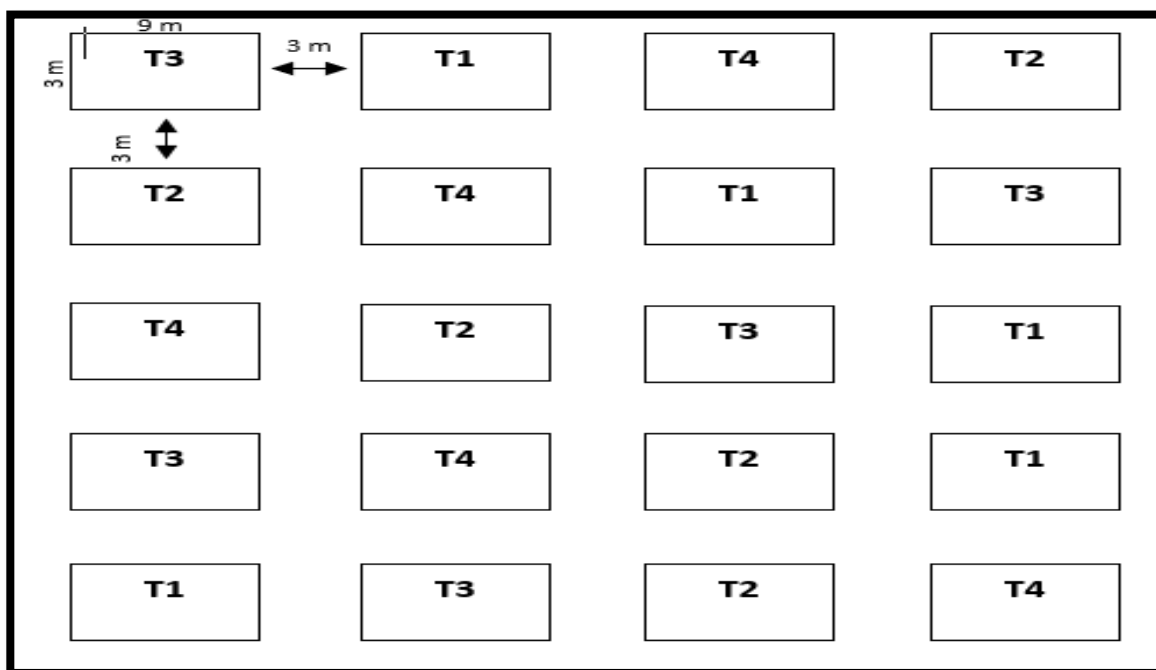
- Arriaga, E. (2024). *Estrategia de biocontrol con microorganismos de montaña en afectaciones de moniliasis (Moniliophthora Roreri) en el cultivo de cacao (Theobroma cacao L.)*. Universidad Estatal Península de Santa Elena. <https://repositorio.upse.edu.ec/server/api/core/bitstreams/37e0614d-0d30-405e-9fbe-240acce3ef27/content>
- Bastidas, V., Paredes, L., y Jácome, G. (2025). Control biológico de moniliosis (Moniliophthora roreri) en cacao nacional (Theobroma cacao L.) mediante microorganismos autóctonos. *Revista Agrotecnológica Amazónica*. <https://doi.org/https://doi.org/10.51252/raa.v5i1.794>
- Bustamante, D., Motilal, L., y Calderón, M. (2022). Diversidad genética y estructura poblacional del cacao fino aromático (Theobroma cacao L.) del norte de Perú reveladas mediante marcadores de polimorfismo de un solo nucleótido (SNP). *Frontiers in Ecology and Evolution*. <https://doi.org/https://doi.org/10.3389/fevo.2022.895056>
- Calderón, M. (2025). *Evaluación de tres insecticidas biológicos para el control de Frankliniella occidentalis Thripidae "trips" en el cultivo de Macadamia integrifolia en finca Plantaciones Altamira, San Francisco Zapotitlán, Suchitepéquez*. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/21423/>
- Campuzano, J. (2016). Inventario de insectos asociados al cultivo de cacao (Theobroma cacao L) en una plantación con sistema monocultivo. Universidad Técnica de Babahoyo. <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/49000/3180/1/E-UTB-FACIAG>
- Chul, Y., Falguni, K., y Yonggyun, K. (2023). Una estrategia de atracción-repulsión para controlar el trips occidental de las flores, Frankliniella occidentalis, mediante feromonas de alarma y agregación. *Journals.plos*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1371/journal.pone.0279646>
- Chuya, K. (2022). *Efecto de extractos vegetales en el control de trips (Frankliniella occidentalis), en condiciones de laboratorio, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi*. Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC). <https://repositorio.utc.edu.ec/items/bd527989-1583-41cf-b9f8-daab004e46c2>
- Colli, M., Richardson, J., Bossa, A., y Pirani, J. (2024). La evidencia filogenética redefine la taxonomía del cacao y sus parientes (Theobroma y Herrania; Malvaceae, Byttnerioideae). *Brittonia*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s12228-024-09783-1>
- Coloma, T. (2017). Elaboración de un Herbicida natural a partir de la pulpa mucilaginoso del cacao (Theobroma cacao). Universidad de Guayaquil. <http://www.eumed.net/rev/delos/29/herbicida-natural-cacao.html>
- Constitución de la República del Ecuador. (2008). <https://www.defensa.gob.ec/>. https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/02/Constitucion-de-la-Republica-del-Ecuador_act_ene-2021.pdf

- Deiss, F. (2024). *Conocimiento y manejo de los trips: una guía completa*. bioprotectionportal: <https://bioprotectionportal.com/es/resources/thrips-overview-pest-control/>
- Durr, T., Stratton, C., y Dosoky, N. (2022). Los fitoquímicos compartidos predicen la eficacia de los aceites esenciales contra el trips occidental de las flores (*Frankliniella occidentalis*) en invernadero. *Chem. Biol. Technol. Agric.* <https://doi.org/https://doi.org/10.1186/s40538-022-00328-w>
- Fan, R., Fan, Z., Sun, Z., Chen, Y., y Gui , F. (2023). Susceptibilidad a insecticidas y actividad enzimática de desintoxicación de *Frankliniella occidentalis* en tres condiciones de hábitat. *Insects*. <https://doi.org/10.3390/insects14070643>
- Goldarazena, A. (2015). Breve definición del grupo y principales caracteres diagnósticos del orden Thysanoptera. *Diversidad Entomológica*. http://sea-entomologia.org/IDE@revista_52.pdf
- Liang, D., Ling, G., Jian, H., y Lian, S. (2023). Trips del género *Megalurothrips* (Thysanoptera: Thripidae): biodiversidad, bioecología y MIP. *Journal of Integrated Pest Management*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1093/jipm/pmad006>
- Lim, S., Baek, I., Hong, S., Lee, Y., Kirubakaran, S., Kim, M., . . . Ahn, E. (2025). Las características florales del cacao están determinadas por la interacción entre la posición de la flor y el genotipo. *Heliyon*. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2025.e42407>
- López, M., Sandoval, A., García, J., y Criollo, J. (2021). Estudio morfoagronómico de materiales de cacao (*Theobroma cacao* L.) de diferentes zonas productoras en Colombia. *Redalyc*. <https://doi.org/https://doi.org/10.19053/01228420.v18.n3.2021.12570>
- Medina , T., Mexicano , L., Rafael, P., Rangel, D., Martínez, N., Machuca, V., y Delgado, V. (2023). Uso de microorganismos de montaña en la germinación y el desarrollo de plántulas pepino. *JÓVENES EN LA CIENCIA*. <https://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/articulo/view/3962>
- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca [MAGAP]. (2017). *Técnicos se capacitan en producción de microorganismos benéficos para el suelo*. <https://www.agricultura.gob.ec/tecnicos-se>
- Morán, J., y Menéndez, J. (2022). *Efecto de los microorganismos de montaña en el crecimiento de la especie *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb. en condiciones de vivero*. UNESUM. <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/3884>
- Oliva, M., Gonas, M., Garcia, L., Rabanal, O., Alvarado, C., Escobedo, P., y Maicelo, J. (2021). Caracterización fenotípica del cacao de aroma fino del noreste de Perú. *Concytec*. <https://hdl.handle.net/20.500.12390/2942>
- Paredes, C., Imán, S., Samanamud, A., Ramirez, J., Cobos, M., y Castro, J. (2025). Desarrollo y caracterización fenotípica de un banco de

- germoplasma nativo de *Theobroma cacao* L. de la región de Loreto, en la Amazonía peruana. *Front. Conserv.*
<https://doi.org/https://doi.org/10.3389/fcsc.2025.1576239>
- Reitz, S. (2020). *Frankliniella occidentalis* (trips de las flores occidentales). *cabidigitallibrary*.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1079/cabicompendium.24426>
- Rivera, D., Lagunes, L., Azpeitia, A., y García, P. (2022). Fenología reproductiva y morfológica de ocho clones de cacao mexicano (*Theobroma cacao* L.). *Agro Productividad*.
<https://doi.org/https://doi.org/10.32854/agrop.v15i8.2204>
- Rodríguez, A. (2015). Descripción suplementaria de *Frankliniella* y descripción del estado larval II (Thysanoptera: Thripidae). *Revista gaditana de Entomología*. Downloads/Dialnet
- Rodríguez, D., y Coy, E. (2023). Panorama general de las tácticas de control actualizadas para el trips occidental de las flores. *Insects*.
<https://doi.org/https://doi.org/10.3390/insects14070649>
- Rodríguez, L., Herrera, R., Bernal, B., Causadías, J., Zúñiga, J., y De La Cruz, O. (2025). Caracterización funcional de microorganismos de montaña y sus efectos en el rendimiento de *Eryngium Foetidum*. *Ciencia Agropecuaria*.
<http://www.revistacienciaagropecuaria.ac.pa/index.php/ciencia-agropecuaria/article/view/670>
- Sánchez, A. (2022). *Eficiencia en la liberación de ácaros depredadores y nematodos entomopatógenos para el control de thrips (Frankliniella occidentalis pergande) en el cultivo de rosas (Rosa sp), Guachalá, Cayambe*. Universidad Técnica del Norte.
<https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/13352/2/03%20AGP%20345%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>
- Toramo, E., Desai, N., Amosa, F., Diczbalis, Y., y Natalie, D. (2020). Evaluación de las características morfológicas de accesiones de cacao de élite (*Theobroma cacao* L.). *Revista de Agricultura del Pacífico Sur*.
<https://journalofsouthpacificagriculture.com/index.php/JOSPA/article/view/Toramo%20et%20al>
- Torres, M., Ortiz, C., Lagunes, L., Gaspar, J., Leiva, S., y Oliva, S. (2023). Comportamiento reproductivo de *Theobroma cacao* en el sureste de México. *Scielo*. <https://doi.org/https://doi.org/10.35196/rfm.2023.2.203>
- Wang, J., Xiao, S., Hayat, K., Liao, X., y Chen, J. (2024). Investigación de los efectos de la altitud en las comunidades microbianas y las propiedades del suelo en la montaña Fanjing, China. *Bosques*.
<https://doi.org/https://doi.org/10.3390/f15111980>

ANEXOS

Figura 1.
Croquis del estudio



Elaborado por: El Autor, 2026

Figura 2.
Ubicación satelital del estudio



Fuente: Google Mapas, 2026

Figura 3.
Microrganismos de montaña

MICROORGANISMOS DE MONTAÑA ACTIVADO LIQUIDO

MICROORGANISMOS DE MONTAÑA ACTIVADO

Los microorganismos de montaña agrupan un complejo de diversidad microbiana entre la cual encontramos bacterias ácido lácticas, bacterias fotosintéticas, levaduras, actinomicetos, protozoarios y hongos filamentosos con capacidades fermentativa constructores del suelo.

Los microorganismos de montaña activados por Industria Agroecológica Tocache S.A.C extraídos de un bosque virgen están compuestos por: microorganismos de montaña sólidos, agua no clorada, suero de leche, melaza de caña, polvo de harinas de rocas integrales, roca fosfórica, fosfato, quitosano.

BENEFICIOS:

- Promueven la germinación de semillas
- favorecen en la floración, crecimiento y desarrollo de los frutos.
- Permiten una reproducción más exitosa en las plantas.
- Mejora la estructura física de los suelos e incrementa la fertilidad y la microbiología, suprime a varios agentes Fito patógenos causantes de enfermedades en diversos cultivos.
- Incrementan la capacidad fotosintética de los cultivos.
- Mejoran la absorción de agua y nutrientes.
- Reduce los tiempos de elaboración de abonos orgánicos sólidos y líquidos
- Amplio uso la elaboración de bioles y bio fertilizantes
- Descomponen la materia orgánica y hacen más disponibles los nutrientes que hay en el suelo.
- inhiben el crecimiento de microorganismos dañinos en el suelo.
- Degradan sustancias tóxicas (plaguicidas y fertilizantes sintéticos) y mejoran la calidad del suelo.
- Aplicando al agua y al alimento se mejora la digestión de los animales de granja
- Controla los malos olores y las moscas en fincos pecuarios y lagunas de oxidación.
- Tratamiento de instalaciones de animales de granja.
- Elaboración de abonos orgánicos fermentados sólidos: compost y Bokashi.

DOSIFICACIÓN:

De 3 a 7 litros por 100 litros de agua, aplicados de preferencia por la mañana y la tarde al suelo y al follaje de la planta.

En la elaboración de los abonos orgánicos fermentados se empleara 10 litros por tonelada.

PRESENTACIÓN:

MM 1 LITRO

MM 5 LITROS




Fuente: Industria Agroecológica, 2025

Figura 4.
Inspección de insectos en el cultivo



Elaborado por: El Autor, 2026

Figura 5.
Colocación de carteles



Elaborado por: El Autor, 2026

Figura 6.
Aplicación de enmiendas



Elaborado por: El Autor, 2026

Figura 7.
Conteo de insectos



Elaborado por: El Autor, 2026

Figura 8.
Preparación de bomba de mochila



Elaborado por: El Autor, 2026

APÉNDICES

Tabla 10.

Análisis estadístico Trips (ind./árbol)

Trips (ind./árbol)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Trips (ind./árbol)	20	0.91	0.85	12.26

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	396.70	7	56.67	16.55	<0.0001
TRATAMIENTOS	357.40	3	119.13	34.78	<0.0001
REPETICIONES	39.30	4	9.83	2.87	0.0702
Error	41.10	12	3.43		
Total	437.80	19			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=3.47501

Error: 3.4250 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.		
T2 (750 cc/ planta)	10.80	5	0.83	A	
T1 (500 cc/ planta)	12.80	5	0.83	A	B
T3 (1000 cc/ planta)	14.80	5	0.83		B
T4 (Testigo Absoluto)	22.00	5	0.83		C

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

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=4.17115

Error: 3.4250 gl: 12

REPETICIONES	Medias	n	E.E.		
1	13.00	4	0.93	A	
2	14.50	4	0.93	A	B
3	15.00	4	0.93	A	B
5	15.75	4	0.93	A	B
4	17.25	4	0.93		B

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

Tabla 11.**Análisis estadístico Flores sanas (n°)****Flores sanas (n°)**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Flores sanas (n°)	20	0.98	0.97	2.68

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	12172.65	7	1738.95	101.35	<0.0001
TRATAMIENTOS	12041.35	3	4013.78	233.93	<0.0001
REPETICIONES	131.30	4	32.83	1.91	0.1729
Error	205.90	12	17.16		
Total	12378.55	19			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=7.77792*Error: 17.1583 gl: 12*

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
T4 (Testigo Absoluto)	117.60	5	1.85	A
T1 (500 cc/ planta)	150.00	5	1.85	B
T2 (750 cc/ planta)	167.00	5	1.85	C
T3 (1000 cc/ planta)	184.00	5	1.85	D

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)***Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=9.33606***Error: 17.1583 gl: 12*

REPETICIONES	Medias	n	E.E.	
2	150.00	4	2.07	A
1	154.25	4	2.07	A
3	155.25	4	2.07	A
4	156.25	4	2.07	A
5	157.50	4	2.07	A

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

Tabla 12.**Análisis estadístico Mazorcas sanas (n°)****Mazorcas sanas (n°)**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Mazorcas sanas (n°)	20	0.97	0.95	5.48

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	482.35	7	68.91	58.23	<0.0001
TRATAMIENTOS	468.55	3	156.18	131.99	<0.0001
REPETICIONES	13.80	4	3.45	2.92	0.0673
Error	14.20	12	1.18		
Total	496.55	19			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=2.04258*Error: 1.1833 gl: 12*

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
T4 (Testigo Absoluto)	12.80	5	0.49	A
T1 (500 cc/ planta)	18.60	5	0.49	B
T2 (750 cc/ planta)	22.00	5	0.49	C
T3 (1000 cc/ planta)	26.00	5	0.49	D

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)***Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=2.45177***Error: 1.1833 gl: 12*

REPETICIONES	Medias	n	E.E.	
2	18.50	4	0.54	A
1	19.50	4	0.54	A B
3	20.00	4	0.54	A B
4	20.25	4	0.54	A B
5	21.00	4	0.54	B

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

Tabla 13.**Análisis estadístico Diámetro mazorca (cm)****Diámetro mazorca (cm)**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Diámetro mazorca (cm)	20	0.98	0.96	1.89

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	13.20	7	1.89	67.56	<0.0001
TRATAMIENTOS	13.04	3	4.35	155.67	<0.0001
REPETICIONES	0.17	4	0.04	1.48	0.2696
Error	0.34	12	0.03		
Total	13.54	19			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.31373*Error: 0.0279 gl: 12*

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
T4 (Testigo Absoluto)	7.60	5	0.07	A
T1 (500 cc/ planta)	8.70	5	0.07	B
T2 (750 cc/ planta)	9.20	5	0.07	C
T3 (1000 cc/ planta)	9.80	5	0.07	D

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)***Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.37658***Error: 0.0279 gl: 12*

REPETICIONES	Medias	n	E.E.	
2	8.68	4	0.08	A
1	8.80	4	0.08	A
3	8.83	4	0.08	A
4	8.88	4	0.08	A
5	8.95	4	0.08	A

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

Tabla 14.**Análisis estadístico Rendimiento (kg/ha)****Rendimiento (kg/ha)**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rendimiento (kg/ha)	20	0.99	0.99	3.08

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1328267.85	7	189752.55	187.18	<0.0001
TRATAMIENTOS	1316482.15	3	438827.38	432.87	<0.0001
REPETICIONES	11785.70	4	2946.42	2.91	0.0679
Error	12165.10	12	1013.76		
Total	1340432.95	19			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=59.78510

Error: 1013.7583 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
T4 (Testigo Absoluto)	646.20	5	14.24	A
T1 (500 cc/ planta)	988.00	5	14.24	B
T2 (750 cc/ planta)	1150.00	5	14.24	C
T3 (1000 cc/ planta)	1346.00	5	14.24	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=71.76178**

Error: 1013.7583 gl: 12

REPETICIONES	Medias	n	E.E.	
2	988.75	4	15.92	A
1	1030.00	4	15.92	A
3	1033.75	4	15.92	A
4	1054.50	4	15.92	A
5	1055.75	4	15.92	A

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