

UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA Y
TECNOLOGÍAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

INGENIERO AGROPECUARIO

TEMA:

“Efecto de estrategias de manejo biológico, cultural y químico para el control de *Euscepes postfasciatus* en el cultivo de camote (*Ipomoea batatas*) variedad INIAP-Toquecita en dos localidades de Manabí”

AUTOR:

Calle Arcentales Edder Steven

TUTOR:

Ing. Mendoza Intriago Dídimo Alexander, Mg.

MANTA – MANABÍ – ECUADOR

2025(2)

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

Yo, **CALLE ARCENTALES EDDER STEVEN** con C.I. , **131529023-7** de la facultad de ciencias de la vida y tecnologías, especialidad Agropecuaria, junto con el Ing. Mendoza Intriago Dídimo Alexander, Mg como tutor, declaro de forma libre y voluntaria que el trabajo sobre **“Efecto de estrategias de manejo biológico, cultural y químico para el control de *Euscepes postfasciatus* en el cultivo de camote (*Ipomoea batatas*) variedad INIAP-Toquecita en dos localidades de Manabí”** y las expresiones vertidas son autoría de abajo firmante y que se han realizado las correspondientes investigaciones en base a la bibliografía, datos en internet y revistas científicas.

En consecuencia, asumo la responsabilidad de la originalidad de esta que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se ha respetado las disposiciones que protegen los derechos del autor vigente.


CALLE ARCENTALES EDDER STEVEN

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

En calidad de docente tutor (a) de la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnología, carrera Ingeniería Agropecuaria de la Universidad Laica “Eloy Alfaro de Manabí”, CERTIFICO:

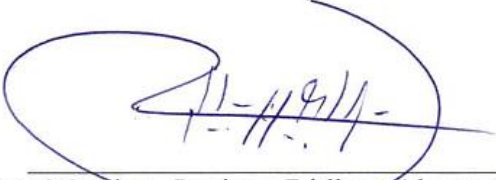
Haber dirigido y revisado el trabajo de titulación bajo la autoría del estudiante CALLE ARCENTALES EDDER STEVEN, legalmente matriculado/a en la carrera de Ingeniería Agropecuaria, período académico 2024 – 2025, cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto. **“Efecto de estrategias de manejo biológico, cultural y químico para el control de *Euscepes postfasciatus* en el cultivo de camote (*Ipomoea batatas*) variedad INIAP-Toquecita en dos localidades de Manabí”**.

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

Manta, 21 de enero del 2026

Lo certifico,



Ing. Mendoza Intriago Didimo Alexander, Mg.

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los honorables Miembros del Tribunal Examinador aprueban el proyecto de investigación con el tema “Efecto de estrategias de manejo biológico, cultural y químico para el control de *Euscepes postfasciatus* en el cultivo de camote (*Ipomoea batatas*) variedad INIAP-Toquecita en dos localidades de Manabí”, del estudiante de la carrera de Ingeniería Agropecuaria: Calle Arcentales Edder Steven, luego de haber sido analizado por los señores miembros del Tribunal Examinador, en cumplimiento de lo que establece la Ley se aprueba del trabajo de titulación:

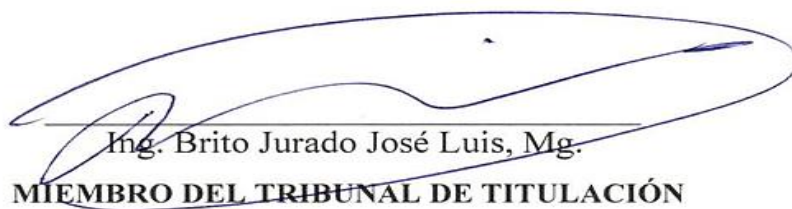
Por constancia firman:



Ing. George Adalberto García Mera, MgSc.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN



Ing. Cañarte García Horley Franciso, Mg.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN



Ing. Brito Jurado José Luis, Mg.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

AGRADECIMIENTO

Con profunda gratitud, agradezco a Dios por concederme la vida, la salud y la fortaleza para culminar esta importante etapa de mi formación profesional.

A mi mamá, la Ingeniera. Cristina Calle, mi eterno agradecimiento por su amor, por su paciencia y su apoyo incondicional durante todo este camino académico, a mis abuel@s, el Sr. Roosebelth Calle y en especial a mi abuelita la Sra. Ida Arcentales, quienes me han visto crecer y desde pequeño siempre me han apoyado y confiado en mí. A mis hermanas, Ayilin, Naysha y Chelsy, a mi prim@s, a mis tí@s y a mi novia Nibia Rodríguez, por confiar en el proceso y siempre creer en mí, siendo todos ellos fundamentales e importantes en mi formación profesional.

A mi tutor de tesis, el Ing. Didimo Alexander Mendoza Intriago, Mg y al Ing. Valter Mero, Mg a los cuales expreso mi sincero reconocimiento por su orientación, dedicación y valiosos conocimientos compartidos, los cuales fueron fundamentales para mi desarrollo académico durante esta etapa de formación.

Al Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), agradezco por acogerme en sus instalaciones para poder desarrollar mi trabajo de investigación como parte final en mi formación profesional. En especial al proyecto KOPIA, por darme la oportunidad de ser parte de su equipo de este trabajo de investigación.

A los ingenieros del INIAP, el Ing. Joffre y el Ing. Favio, también a los técnicos, el Sr. Javier y al Sr. Wilton, expreso mi reconocimiento por su orientación y enseñanzas aprendidas durante mi proceso de investigación en INIAP los cuales nunca dudaron en brindar sus conocimientos hacia mí.

A mis docentes, gracias por brindarme y empaparme de sus conocimientos, por cada enseñanza que para mí hoy forman parte de mi crecimiento profesional. Gracias a ellos por cada enseñanza recibida que ha contribuido significativamente a este logro.

Finalmente, agradezco a mis compañeros Viviana, Alexander, Hidrovo, Erick, Sergio, Alex y Diego quienes a lo largo de este proceso académico brindaron su apoyo durante mi formación académica; y a todas aquellas personas que, de una u otra manera, estuvieron presentes en este proceso, brindándome su apoyo moral y académico, dejando una huella importante en esta etapa de mi vida.

Calle Arcentales Edder Steven

DEDICATORIA

“El esfuerzo diario convierte los sueños en metas alcanzadas”

Dedico este trabajo primero a Dios, quien día a día me ha bendecido, me ha brindado salud y ha sido mi fortaleza en cada etapa de este camino.

Dedico este trabajo a mi mamá, la Ingeniera. Cristina Calle, quien es mi inspiración, que, por su sacrificio, por su infinito amor, por su dedicación, por sus consejos, por su amor incondicional y por ser el pilar fundamental de mi formación personal y académica.

Dedico este logro especialmente a mi abuela, la Sra. Ida Arcenales, quien nunca dudo de mí, siempre fue mi respaldo y apoyo incondicional, impartiendo cada consejo, cada palabra de aliento ha sido el impulso de no rendirme en este proceso académico. Aunque no me vea triunfar de manera terrenal sé muy bien que de manera espiritual me protege y me cuida en cada momento.

También dedico a este trabajo a mi abuelo, el Sr. Roosebelth Calle, quien ha brindado su apoyo incondicional en mi proceso académico, a mi madrina la Ingeniera. Fadia Lucas por su apoyo constante en este camino profesional, a mis hermanas Aylin, Naysha y Chelsy; a mis prim@s, a mis tí@s, a mis amig@s y a mi novia Nibia Rodríguez, por su apoyo permanente, por acompañarme en cada etapa de este proceso, por sus palabras de aliento en los momentos de cansancio y duda, por su comprensión y por acompañarme en los momentos más difíciles de este proceso. Su confianza en mí fue el impulso constante para seguir adelante.

Este trabajo no representa solo un logro académico, sino el resultado de años de esfuerzo, de sueños compartidos y de personas que creyeron en mí incluso cuando yo mismo dudaba.

A todos ustedes, con profundo amor y orgullo, dedico este triunfo que marca un antes y un después en mi vida. Sin su presencia, su guía y su apoyo incondicional, nada de esto habría sido posible. Los llevo siempre en mi corazón y los amo.

Calle Arcenales Edder Steven

Contenido

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE	II
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	III
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	IV
AGRADECIMIENTO	IV
DEDICATORIA	VI
Abstract.....	XII
CAPÍTULO I	1
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Marco teórico.....	3
1.1.1. Origen y distribución del camote (<i>Ipomoea batatas</i> L.).....	3
1.1.2. Importancia y nutrición del camote (<i>Ipomoea batatas</i> L.).....	3
1.1.3. Taxonomía.....	3
1.1.4. Morfología general del camote (<i>Ipomoea batatas</i>).....	4
1.1.5. Fenología del camote (<i>Ipomoea batatas</i> L.)	6
1.1.6. Requerimientos climáticos y edáficos del cultivo de camote (<i>Ipomoea batatas</i>)	6
1.1.7. Características de la variedad INIAP-Toquecita	6
1.1.8. Manejo del cultivo de camote (<i>Ipomoea batatas</i> L.) variedad INIAP-Toquecita.....	7
1.1.9. Biología y comportamiento de <i>Euscepes postfasciatus</i>	8
1.1.10. Daños económicos y fisiológicos causados por <i>Euscepes postfasciatus</i>	8
1.1.11. Manejo cultural del picudo del camote (<i>Euscepes postfasciatus</i>)	8
1.1.12. Manejo biológico.....	9
1.1.13. Manejo químico.....	9
1.1.14. Manejo integrado de plagas (MIP).....	9
1.2. Planteamiento del problema.....	10
1.3. Justificación	11
1.4. Preguntas de investigación	12
1.5. Hipótesis	12
1.6. Objetivos	12
1.6.1. General	12
1.6.2. Específicos	12
CAPÍTULO II.....	13
2. METODOLOGÍA	13
2.1. Ubicación geográfica de los sitios de estudio	13
2.2. Características del suelo	14
2.3. Factores de estudio	14

Ingrediente activo	15
Concentración/gramo	15
2.4. Tratamientos.....	17
2.5. Unidad experimental	18
2.6. Diseño experimental.....	18
2.6.1. Análisis estadísticos	18
2.7. Variables y métodos de evaluación	18
2.7.1. Rendimiento foliar.....	19
2.7.2. Número de raíces tuberosas comerciales: Cantidad de raíces tuberosas que pr	19
2.7.3. Número de raíces tuberosas no comerciales.....	19
2.7.4. Número de raíces tuberosas con peso comercial con daños por Euscepes postfasciatus	19
2.7.5. Número de raíces tuberosas con peso no comercial con daños por Euscepes postfasciatus	19
2.7.6. Rendimiento de raíces tuberosas comerciales	19
2.7.7. Rendimiento de raíces tuberosas no comerciales	19
2.7.8. Rendimiento de raíces tuberosas con peso comercial con daños por Euscepes postfasciatus	19
2.7.9. Rendimiento de raíces tuberosas con peso no comercial con daños por Euscepes postfasciatus	19
2.7.10. Nivel de daño causado por Euscepes postfasciatus.....	19
2.8. Manejo específico del experimento	20
2.8.1. Manejo del cultivo en la localidad La Pipona, cantón Rocafuerte, provincia de Manabí. 20	
2.8.2. Manejo del cultivo en la localidad El Cady, cantón Portoviejo, provincia Manabí.22	
CAPITULO III	24
3. RESULTADOS.....	24
3.1. Resultados localidad La Pipona, cantón Rocafuerte, provincia de Manabí	24
3.2. Resultados localidad El Cady, cantón Portoviejo, provincia de Manabí	31
CAPÍTULO IV	38
4. DISCUSIÓN.....	38
CAPÍTULO V.....	42
5. Conclusiones	42
CAPÍTULO VI	43
6. Recomendaciones	43
BIBLIOGRAFÍA.....	44
ANEXOS	46

ÍNDICE DE TABLA

<i>Tabla 1 Taxonomía del camote (Ipomoea batatas)</i>	4
<i>Tabla 2 Características edofoclimáticas del sitio de estudio</i>	14
<i>Tabla 3 Composición de Beauveria bassiana por cada gramo de producto comercial</i>	15
<i>Tabla 4 Rangos de las especificaciones de calidad de un producto comercial de Metarhizium anisopliae como insecticida biológico</i>	16
<i>Tabla 5 Tratamientos</i>	17
<i>Tabla 6 Resultados del análisis estadístico mediante prueba de Tukey al 5% de probabilidad.</i>	24
<i>Tabla 7 Resultados del análisis estadístico mediante prueba de Tukey al 5% de probabilidad.</i>	31

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1 Sitio de estudio, La Pipona, Manabí, Ecuador</i>	13
<i>Figura 2 Sitio del lugar de estudio El Cady, Manabí, Ecuador</i>	13
<i>Figura 3 Escala de nivel de daño causado por Euscepes postfasciatus en la raíz tuberosa en el camote</i>	20
<i>Figura 4 Porcentaje de daño por Euscepes postfasciatus en raíces comerciales según días a cosecha.</i>	26
<i>Figura 5 Porcentaje de daño por Euscepes postfasciatus en raíces no comerciales según días a cosecha.</i>	27
<i>Figura 6 Rendimiento de raíces comerciales en función de los días de cosecha.</i>	28
<i>Figura 7 Porcentaje de rendimiento comercial en función de los días a cosecha</i>	29
<i>Figura 8 Porcentaje de rendimiento de raíces no comerciales en función de los días de cosecha.</i>	30
<i>Figura 9 Porcentaje de daño por Euscepes postfasciatus en raíces comerciales bajo diferentes manejos.</i>	33
<i>Figura 10 Rendimiento de raíces comerciales en función de los días de cosecha.</i>	34
<i>Figura 11 Porcentaje de daño por Euscepes postfasciatus en raíces no comerciales bajo diferentes manejos.</i>	35
<i>Figura 12 Rendimiento de raíces no comerciales en función de los días de cosecha.</i>	36
<i>Figura 13 Porcentaje de rendimiento en raíces tuberosas comerciales.</i>	37

RESUMEN

El cultivo de camote (*Ipomoea batatas* L.) constituye una fuente importante de alimento y de ingresos económicos para los productores de la provincia de Manabí; sin embargo, su producción se ve seriamente afectada por la presencia del insecto *Euscepes postfasciatus*; el cual ocasiona pérdidas significativas en el rendimiento y la calidad del cultivo. El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de estrategias de manejo biológico, cultural y químico para el control de *Euscepes postfasciatus* en el cultivo de camote variedad INIAP-Toquecita en dos localidades de Manabí.

El estudio se desarrolló en dos localidades: en el sector El Cady, ubicado en la parroquia Colón de la ciudad de Portoviejo, provincia de Manabí, siendo este uno de las dos localidades; mientras que la otra localidad donde se realizó el estudio fue en el sector La Pipona, ubicada en la parroquia Rocafuerte de la ciudad de Rocafuerte, provincia de Manabí.

La investigación se desarrolló mediante la comparación de diferentes tratamientos de manejo: la aplicación de dos hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*; un control químico basado en la combinación de Thiodicarb 300g/l + Imidacloprid 105 g/l y Benfuracarb 400 g/l; además de un testigo sin aplicación. Lo cual se evaluó estas variables para determinar la incidencia de la plaga y el comportamiento del cultivo.

Los resultados evidenciaron que la aplicación combinada de estrategias de manejo permitió reducir la presencia del insecto y mejorar el estado fitosanitario del cultivo en comparación con los tratamientos individuales. Asimismo, se observaron diferencias entre las localidades estudiadas, lo que demuestra la influencia de las condiciones ambientales en la eficiencia del control.

Se concluye que el manejo integrado, que combina prácticas biológicas, culturales y químicas, constituye una alternativa eficaz y sostenible para el control de *Euscepes postfasciatus* en el cultivo de camote, contribuyendo a una producción más eficiente y amigable con el ambiente.

Palabras claves: Camote, *Euscepes postfasciatus*, Manejo integrado, Control de plagas, Manabí

Abstract

Sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) cultivation is an important source of food and income for producers in the province of Manabí; however, its production is seriously affected by the presence of the insect *Euscepes postfasciatus*, which causes significant losses in yield and crop quality. The objective of this study was to evaluate the effect of biological, cultural, and chemical management strategies for the control of *Euscepes postfasciatus* in the INIAP-Toquecita variety of sweet potato in two locations in Manabí.

The study sites were located in the El Cady sector, in the Colón parish of the city of Portoviejo, Manabí province, and in the La Pipona sector, in the Rocafuerte parish of the city of Rocafuerte, Manabí province. The research was conducted by comparing different management treatments: the application of two entomopathogenic fungi, *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae*; a chemical control based on the combination of Thiodicarb 300 g/L + Imidacloprid 105 g/L and Benfuracarb 400 g/L; and a control with no application. These variables were evaluated to determine the incidence of the pest and the crop's performance.

The results showed that the combined application of management strategies reduced the insect's presence and improved the crop's phytosanitary status compared to the individual treatments. Differences were also observed between the studied locations, demonstrating the influence of environmental conditions on control efficiency.

It is concluded that integrated management, which combines biological, cultural, and chemical practices, constitutes an effective and sustainable alternative for controlling *Euscepes postfasciatus* in sweet potato cultivation, contributing to more efficient and environmentally friendly production.

Keywords: Sweet potato, *Euscepes postfasciatus*, Integrated management, Pest control, Manabí.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El camote (*Ipomoea batatas* L.) es un cultivo de importancia alimentaria, económica y social en regiones tropicales y subtropicales, debido a su alto contenido de carbohidratos, vitaminas y minerales, así como a su amplia adaptabilidad a diferentes condiciones edafoclimáticas (FAO, 2018). A nivel mundial, constituye uno de los principales cultivos de raíces y tubérculos, contribuyendo de manera significativa a la seguridad alimentaria y a la generación de ingresos para pequeños y medianos productores (CIP, 2017).

En Ecuador, el camote representa una alternativa productiva relevante dentro de los sistemas agrícolas de la región Costa, particularmente en la provincia de Manabí, donde es cultivado para autoconsumo como para el mercado local. En esta zona se ha promovido el uso de variedades mejoradas desarrolladas por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), entre las cuales destaca la variedad INIAP-Toquecita, caracterizada por su adaptación a las condiciones agroclimáticas locales, buen potencial de rendimiento y tolerancia relativa a enfermedades (INIAP, 2016).

A pesar de su importancia productiva, el camote enfrenta diversas limitaciones fitosanitarias que afectan su rendimiento y calidad comercial. Entre estas, las plagas edáficas constituyen uno de los principales problemas, siendo el picudo del camote (*Euscepes postfasciatus*) unas de las especies más perjudiciales. Las larvas y los adultos de este insecto perforan raíces y tallos, ocasionando daños directo a los tubérculos, pérdida de peso, deterioro de la calidad organoléptica, presencia de olores desagradables y reducción del valor comercial del producto, tanto en campo como durante el almacenamiento (Sutherland et al, 2003). Asimismo, la infestación favorece la producción de compuestos volátiles que alteran la apariencia y el sabor del camote, disminuyendo su aceptación en el mercado (Jansson & Raman, 1991).

Diversos estudios han señalado que la incidencia de *Euscepes postfasciatus* se encuentra estrechamente relacionada con prácticas agrícolas inadecuadas, como la permanencia de residuos de cosecha de campo, la ausencia de rotación de cultivos y el uso continuo de áreas infestadas, condiciones que favorecen la supervivencia y multiplicación de la plaga en el suelo (Capinera, 2014). Frente a esta problemática, el manejo integrado de plagas (MIP) ha sido propuesto como una estrategia eficaz y sostenible, al integrar métodos

culturales, biológicos y químicos con el fin de reducir las poblaciones del insecto y minimizar los efectos negativos sobre el ambiente y la salud humana (FAO, 2017).

Dentro de las prácticas culturales, la rotación de cultivos, la eliminación de restos vegetales y el uso de material de siembra sano han demostrado contribuir a la reducción de la infestación del picudo del camote (*Euscepes postfasciatus*) (Talekar, 1994). En cuanto al manejo biológico, el empleo de hongos entomopatógenos como *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* ha mostrado resultados promisorios en el control de larvas y adultos, constituyéndose en alternativas ecológicas frente al uso exclusivo de insecticidas químicos (Zimmermann, 2007).

Por otra parte, el control químico continúa siendo una de las estrategias más utilizadas por los agricultores para el manejo de plagas edáficas en el cultivo de camote (*Ipomoea batatas* L.), debido a su rápida acción y facilidad de aplicación. No obstante, el uso indiscriminado y prolongado de insecticidas, particularmente de grupos como piretroides, ha generado preocupación por sus efectos sobre el ambiente, la fauna benéfica y la salud humana, así como por la posible aparición de resistencia de las poblaciones de *Euscepes postfasciatus* (IRAC, 2019).

A pesar de la existencia de estos antecedentes, aún se dispone de información limitada sobre la efectividad comparativa de las estrategias de manejo biológico, cultural y químico, así como sobre su aplicación conjunta bajo las condiciones agroecológicas específicas de la provincia de Manabí. Esta situación evidencia la necesidad de generar información local que permita establecer alternativas de manejo más eficientes y sostenibles para el control del picudo del camote (*Euscepes postfasciatus*).

Bajo este contexto, el objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de estrategias de manejo biológico, cultural y químico para el control de *Euscepes postfasciatus* en el cultivo de camote (*Ipomoea batatas*) variedad INIAP-Toquecita en dos localidades de la provincia de Manabí.

1.1.Marco teórico

1.1.1. Origen y distribución del camote (*Ipomoea batatas* L.)

El origen del camote (*Ipomoea batatas* L.) ha sido objeto de numerosos estudios basado en evidencias arqueológicas, botánicas y genéticas. Investigaciones señalan que su domesticación tuvo lugar en América tropical, particularmente en regiones comprendidas entre Centroamérica y el norte de Sudamérica (Huaman, 1992).

Engel (1970) reportó el hallazgo de restos fósiles de camote en la región de Chilca, Perú, con una antigüedad estimada entre 8000 y 10000 años, lo que constituye una de las evidencias más antiguas del cultivo de esta especie. Estos hallazgos sugieren que el camote fue domesticado por culturas precolombinas como parte de sus sistemas agrícolas tradicionales (Folquer, 1978).

Posteriormente, el cultivo fue difundido hacia otras regiones del mundo tras los viajes de Cristóbal Colón en 1492, siendo introducido en Europa y llevado por exploradores portugueses hacia África, Asia y Oceanía durante el siglo XVI (Rajendran, 1990). En la actualidad, el camote se encuentra distribuido en más de 100 países, principalmente en zonas tropicales y subtropicales.

1.1.2. Importancia y nutrición del camote (*Ipomoea batatas* L.)

En Ecuador, el cultivo del camote (*Ipomoea batatas* L.) se desarrolla principalmente en las regiones Costa y Sierra, bajo condiciones de agricultura tradicional y semi-tecnificada. En la provincia de Manabí, este cultivo reviste especialmente importancia para la agricultura familia campesina, debido a su bajo requerimiento de insumos, su capacidad de adaptarse a suelos marginales y su tolerancia relativa a periodos de sequía (INIAP, 2020).

El camote (*Ipomoea batatas* L.) es un cultivo de gran relevancia a nivel mundial que constituye una fuente importante de carbohidratos, fibra dietética, vitaminas (vitamina A en forma de betacarotenos), minerales como potasio, calcio y hierro, compuestos antioxidantes beneficiosos para la salud humana (FAO, 2018).

1.1.3. Taxonomía

Desde el punto de vista botánico, el camote pertenece a la familia Convolvulaceae, la cual agrupa especies herbáceas trepadoras o rastreras. El género *Ipomoea* incluye más de 600 especies, aunque solo *Ipomoea batatas* ha sido domesticada para la producción de raíces tuberosas comestibles (Huamán, 1992).

La clasificación taxonómica del camote según Huamán (1992), es la siguiente:

Tabla 1 Taxonomía del camote (*Ipomoea batatas*)

CATEGORÍA TAXONÓMICA	CLASIFICACIÓN
Reino	Plantae
Familia	Convolvulaceae
Clase	Magnoliopsida
Tribu	Ipomoea
Orden	Solanales
Género	Ipomoea
Subgénero	Quamoclit
Sección	Batatas
Especie	Ipomoea batatas L.

Fuente: (Cobeña et al. 2017). Manual técnico del cultivo de camote

Esta especie presenta una elevada variabilidad genética, lo que ha permitido el desarrollo de numerosas variedades con diferentes características morfológicas, productivas y de calidad nutricional.

1.1.4. Morfología general del camote (*Ipomoea batatas*)

El camote es una planta herbácea perenne, cultivada como anual, que se propaga vegetativamente mediante guías o esquejes; y la cosecha se realiza dependiendo del cultivar, pudiéndose presentar como precoz (90-120 días), intermedia (121-140 días) o tardías más de 140 días (Huamán, 1991).

Estudios realizados por Cañarte (1993), determinaron que las precipitaciones y las altas temperaturas, provocan un acelerado crecimiento de tallo y hojas, lo que se traduce a una rápida cobertura del suelo, sin embargo, en la época seca las plantas necesitan más días para lograr la cobertura del suelo.

- **Raíz:** El camote desarrolla un sistema radicular abundante y vigoroso cuando se propaga mediante guías, alcanzando hasta 1,20m de longitud, concentrándose aproximadamente el 80% de las raíces en los primeros 46 cm del suelo. La planta presenta raíces tuberosas, fibrosas, cordoniformes y cabliformes, distribuidas tanto en profundidad como lateralmente (Folquer, 1978). La forma de la raíz varía según el cultivar, pudiendo ser esférica, ovada, oblonga o irregular, con

superficies lisas o rugosas. La pulpa es rica en almidón, carotenoides y vitamina C. El peso de los tubérculos se clasifica en grandes (>600 g), medianos (450 – 600 g) y pequeños (<450 g) (ARS, 2012). La raíz tuberosa constituye la parte comestible del cultivo y presenta variabilidad en el color de la cascara y la pulpa, pudiendo ser blanca, crema, amarilla, naranja, rosada, morada o mixta (Paredes, 2014).

- **Tallo:** Llamado también guía, esqueje o bejuco, principalmente de hábito rastrero, aunque existen materiales con tallos muy cortos del tipo arbustivo erecto. La forma varía según el cultivar, pudiendo ser cilíndrico, con calibre de 4 mm a más de 6 mm, aristado o liso. Su color varía entre verde, morado o la combinación de ambos. Con longitud de hasta 6, 0 m. La superficie es glabra (sin vellos) o pubescente (con vellos). Puede ser poco o muy ramificada, presentando 1 o 2 temas en cada axila foliar (Folquer, 1978).
- **Hojas:** Las hojas son numerosas, del tipo simple y alterna, se encuentran insertas de forma aislada del tallo. Tiene una longitud de 4 a 20 cm, su forma varía dependiendo del cultivar, pudiendo ser: redonda, reniforme, cordada, triangular, hastada, lobulada o casi dividida. La coloración varía de verde pálido a verde oscuro, con pigmentaciones moradas. La longitud del peciolo varía de 4 a 20 cm, presenta color y pubescencia semejante al tallo (Huamán, 1991).
- **Flores:** Están agrupadas en inflorescencias de tipo racimo (3 – 7 flores), con un raquis de 5 a 20 cm de largo y se sitúan en la axila de la hoja. Su color varía de púrpura a blanco. El cáliz está formado por cinco pétalos separados, la corola está compuesta por cinco pétalos soldados con figura embudiforme, el androceo posee cinco estambres soldados a la corola, el gineceo tiene dos carpelos y el ovario es supero. Las flores abren por la mañana y cierran por la tarde del mismo día, desprendiéndose la corola uno a dos días después (Folquer, 1978).
- **Fruto:** Es una capsula pequeña redondeada de 3 a 7 mm de diámetro, con apículo terminal dehiscente, en su interior contiene de una a cuatro semillas pequeñas, necesitando desde la fecundación hasta maduración de 30 a 50 días (Folquer, 1978).
- **Semilla:** Es el medio de reproducción sexual de la planta y de gran valor en el mejoramiento genético del cultivo, es de forma irregular a redondas levemente achatadas. Mide aproximadamente entre 4 y 6 mm, es lisa, de color castaño a negro con tegumento impermeable, lo que dificulta su germinación, no posee

período de latencia y cien semillas pesan en promedio de 20 a 25 gramos (Folquer, 1978).

1.1.5. Fenología del camote (*Ipomoea batatas* L.)

Huamán (1992) y Cusumano (2013), manifiestan que las etapas fenológicas para una variedad de camote a nivel comercial son:

Brotación: 8 – 10 días

Fase vegetativa: 65 días

Floración: 73 días

Cosecha: 120 días

De acuerdo al fin comercial del cultivo, se determinan tres categorías:

- Precoz de 90 – 120 días
- Intermedia 121 – 140 días
- Tardía más de 140 días

1.1.6. Requerimientos climáticos y edáficos del cultivo de camote (*Ipomoea batatas*)

El camote se cultiva desde el nivel del mar hasta los 3000 msnm (Carvalho da Silva et al., 2004, Chamba, 2008), pero los mejores rendimientos en plantaciones comerciales se dan entre los 0 y 900 msnm. Requiere temperaturas óptimas entre 20° y 30° y suelos bien drenados. En cuanto a los requerimientos edáficos, se adapta a suelo con diferentes características físicas, aunque prefiere aquellos que presenten buena aireación, buen drenaje, que sean livianos y con alto contenido de materia orgánica, tipo franco arenosos hasta franco arcillosos. Tolera los suelos moderadamente ácidos, con pH entre 4,5 y 7,7. Si el suelo es muy fértil, pesado y húmedo, el desarrollo de hojas y tallo es muy vigoroso, pero su rendimiento de raíces tuberosas es muy bajo al igual que su calidad. Las raíces de mejor calidad se obtienen en suelos arenosos (Carvalho da Silva et al., 2004).

1.1.7. Características de la variedad INIAP-Toquecita

La variedad INIAP-Toquecita fue desarrollada por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuaria (INIAP) con el propósito de mejorar la productividad y adaptación del cultivo de camote (*Ipomoea batatas* L.). Además, muestra tolerancia relativa a enfermedades foliares y buena adaptación a las condiciones edafoclimáticas de la provincia de Manabí.

Cobeña et al, (2019) señala que Toquecita, es una variedad de follaje denso y disperso, con tallos principales de 158 cm de longitud, sus entrenudos son cortos de 3 a 5 cm y su diámetro es intermedio de 7 a 9 mm. A continuación, nos da las siguientes características de la variedad INIAP-Toquecita:

- Las hojas son medianas (de 8 a 15 cm de longitud), enteras, de forma triangular con hendiduras muy superficiales.
- El color de la hoja madura es verde, mientras que la inmadura es verde con borde morado, el peciolo es corto, llegando a medir de 10 a 20 cm.
- La forma de la raíz reservante es elíptica, el grosor de la corteza es intermedia (2-3mm).
- El color predominante de la piel es anaranjado con intensidad intermedia; carece de color secundario.
- La distribución de las raíces reservantes en el tallo es dispersa.
- En la pulpa el color anaranjado predomina con intensidad intermedia y el color secundario es anaranjado más intenso distribuido en forma de anillos delgados en la corteza.
- Esta variedad logra la madurez de sus raíces reservantes entre los 90 y 120 dds. Los rendimientos promedios están en 21,5 TM/ha y de follaje 19,4 TM/ha.

1.1.8. Manejo del cultivo de camote (*Ipomoea batatas* L.) variedad INIAP-Toquecita

Cobeña et al. (2019) nos indica las siguientes recomendaciones para obtener buenos rendimientos del cultivo:

- Regar el lote a sembrar de tres a cinco días previo a la siembra, si es por gravedad o aspersión. Si el riego es por goteo, el día antes de la siembra se regará por una hora.
- Utilizar guías seleccionadas de plantas que tendrán entre dos – tres meses de edad, vigorosas, sanas, libres de plagas. La parte más utilizada es la punta o guía apical. Se recomienda cortar la guía de 30 – 40 cm de longitud con seis u ocho nudos.
- Existen varias técnicas de siembra: terrenos preparados de manera mecánica o con labranza mínima, en cualquiera de ellas se deposita una guía, se cubre con tierra las tres cuartas partes de la guía, dejando al descubierto una cuarta parte (aproximadamente 8 – 10 cm).
- Realizar la siembra en suelo húmedo con capacidad de campo, asegurarse de que los nudos de las guías hagan contacto con el suelo, para garantizar su prendimiento.

- Sembrar las guías a espacios de 1,0 m entre calle y 0,50 m entre plantas para una población de 20000 plantas/ha.
- Si existen malezas emergidas antes de la cosecha, aplique paraquat en dosis de 2L/ha. Los primeros 30 – 45 días después de la siembra es muy importante mantener el cultivo sin malezas. Para esto se recomiendan controles manuales o con azadón, machete o motoguadaña y en las calles aplicar el herbicida paraquat en dosis de 2L/ha.
- En esta variedad de camote la mayoría de artrópodos reportados, no llegan a convertirse en plagas bajo las condiciones ambientales y de manejo desarrolladas en el país.
- No se ha evidenciado presencia de enfermedades en el follaje ni en las raíces tuberosas de esta variedad.
- La poda consiste en cortar o eliminar el follaje superior para favorecer el incremento de la capacidad de la planta para realizar el llenado de las raíces. Si la cosecha la realiza a los 90 días, no se recomienda realizar la poda, si esta se realiza a los 120 días se recomienda podar a los 90 días después de la siembra.

1.1.9. Biología y comportamiento de *Euscepes postfasciatus*

El picudo del camote (*Euscepes postfasciatus*) pertenece al orden Coleoptera y a la familia Curculionidae. Es considerado una de las plagas más destructivas del cultivo del camote (*Ipomoea batatas* L.) en regiones tropicales (Rivero, 2014).

El ciclo biológico comprende los estados del huevo, larva, pupa y adulto. Las hembras ovipositan en el suelo o en tejidos del hospedero. Las larvas se desarrollan dentro de las raíces tuberosas, donde excavan galerías que afectan directamente la calidad del producto (Jansson & Raman, 1991).

1.1.10. Daños económicos y fisiológicos causados por *Euscepes postfasciatus*

Los daños provocados por *Euscepes postfasciatus* incluyen pérdida de peso de los tubérculos, deformaciones, presencia de galerías internas y deterioro de la calidad organoléptica del producto. Además, la infestación favorece la entrada de microorganismos patógenos que aceleran los procesos de pudrición (Rivero, 2014).

1.1.11. Manejo cultural del picudo del camote (*Euscepes postfasciatus*)

El manejo cultural constituye una estrategia fundamental en la reducción de poblaciones de *Euscepes postfasciatus*. Entre las prácticas más importantes se incluyen la rotación de cultivos, la eliminación de residuos de cosecha, el uso de material vegetal sano y la adecuada preparación del suelo (Altieri & Nicholls, 2000).

Estas prácticas permiten interrumpir el ciclo biológico del insecto y disminuir su capacidad de supervivencia en el agro ecosistema, reduciendo los niveles de infestación en ciclos productivos posteriores.

1.1.12. Manejo biológico

El control biológico del picudo de camote (*Euscepes postfasciatus*) se basa principalmente en el uso de hongos entomopatógenos como *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*. Estos microorganismos penetran la cutícula del insecto, se desarrollan en su interior y causan su muerte (Agudelo et al., 2021).

El uso de estos agentes biológicos constituye una alternativa sostenible frente al uso exclusivo de insecticidas químicos, ya que reduce el impacto ambiental y protege la fauna benéfica del agroecosistema (FAO, 2018).

1.1.13. Manejo químico

El control químico ha sido una práctica común para el manejo de plagas edáficas en el cultivo del camote (*Ipomoea batatas* L.). se ha reportado la eficiencia de insecticidas del grupo de los piretroides en la reducción de poblaciones de *Euscepes postfasciatus* (Cisneros y Alcázar, 2001).

No obstante, el uso indiscriminado de estos productos puede generar resistencia en las poblaciones del insecto, contaminación del suelo y afectación de organismos no objetivo, por lo que se recomienda su uso racional dentro de programas de manejo integrado (Altieri & Nicholls, 2000).

1.1.14. Manejo integrado de plagas (MIP)

El manejo integrado de plagas (MIP) se fundamenta en la combinación de estrategias culturales, biológicas y químicas, con el objetivo de mantener las poblaciones de insectos por debajo del umbral económico de daño, minimizando los impactos negativos sobre el ambiente y la salud humana (FAO, 2018).

En el cultivo de camote (*Ipomoea batatas* L.), la implementación de MIP permite el control más eficiente y sostenibles de *Euscepes postfasciatus*, contribuyendo a mejorar la productividad y la rentabilidad del cultivo, especialmente en sistemas de agricultura familiar campesina.

1.2.Planteamiento del problema

El camote (*Ipomoea batatas*) constituye un cultivo de importancia alimentaria y económica en el Ecuador, particularmente en las zonas rurales de la provincia de Manabí, donde representa una alternativa productiva para pequeños agricultores y una fuente relevante de carbohidratos para la población. Entre las variables promovidas a nivel nacional se encuentra la INIAP-Toquecita, desarrollada por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) por su buena adaptación a las condiciones agroclimáticas locales, su rendimiento aceptable y su resistencia relativa a enfermedades (INIAP, 2020).

A pesar de estas ventajas, la producción de camote se ve seriamente limitada por la incidencia de plagas edáficas, entre las que destaca el picudo del camote (*Euscepes postfasciatus*) considerado una de las plagas más destructivas del cultivo. Este insecto ataca tanto en estado larval como en adulto, perforando los tubérculos y los tallos, lo que ocasiona pérdidas de peso, deformaciones, mal olor, exudaciones y deterioro general del producto, afectando su calidad comercial tanto en campo como durante el almacenamiento (Rivero, 2014).

Adicionalmente, el ataque de *Euscepes postfasciatus* induce la producción de compuestos volátiles, principalmente terpenos, que alteran las características organolépticas del cultivo, disminuyendo significativamente su aceptación en el mercado y provocando pérdidas económicas para los productores (Follet, 2006). Estas condiciones reducen la competitividad del cultivo y limitan el acceso a mercados formales, afectando de manera directa la rentabilidad de la agricultura familiar campesina.

El manejo de esta plaga se ha basado tradicionalmente en el uso de insecticidas químicos, los cuales, si bien pueden reducir temporalmente las poblaciones del insecto, generan riesgos ambientales, posibles efectos sobre la salud humana y la aparición de resistencia en las poblaciones de la plaga. El uso exclusivo de control químico no garantiza un manejo sostenible del problema fitosanitario.

En este contexto, surge la necesidad de evaluar alternativas de manejo que integren estrategias culturales, biológicas y químicas, orientadas a reducir las poblaciones de *Euscepes postfasciatus* y minimizar los impactos negativos sobre el ambiente. Sin embargo, existe información limitada sobre la efectividad comparativa de estas

estrategias bajo las condiciones agroecológicas específicas de la provincia de Manabí y en el cultivo de la variedad INIAP-Toquecita.

Por lo tanto, se plantea como problema de investigación la necesidad de determinar qué estrategias de manejo biológico, cultural y químico resultan más eficaces para el control de *Euscepes postfasciatus* en el cultivo del camote (*Ipomoea batatas* L.) variedad INIAP-Toquecita, contribuyendo a mejorar el rendimiento y la calidad del producto en dos localidades de la provincia de Manabí.

1.3. Justificación

La presente investigación se justifica desde el punto de vista técnico, económico, social y ambiental, debido a la importancia del cultivo de camote para la seguridad alimentaria y la generación de ingresos en la provincia de Manabí.

Desde el punto de vista técnico, el estudio permitirá generar información científica sobre la efectividad de diferentes estrategias de manejo – biológicas, culturales y químicas para el control de *Euscepes postfasciatus*. La evaluación de agente de control biológico como *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* representa una alternativa viable frente al uso exclusivo de insecticidas, al ofrecer opciones de manejo más sostenibles y compatibles con programas de manejo integrado de plagas (Agudelo et al., 2021).

Desde el punto de vista económico, el control adecuado del picudo del camote permitirá reducir las pérdidas en rendimiento y calidad de los tubérculos, incrementando la rentabilidad del cultivo. La disminución del daño causado por la plaga facilitará el acceso a mercados y mejorará los ingresos de los pequeños productores, quienes dependen en gran medida de este cultivo, como fuente de sustento (Rivero, 2014).

En el ámbito social, la investigación contribuirá a fortalecer los sistemas productivos de la agricultura familiar campesina, promoviendo prácticas agrícolas más eficientes y sostenibles. Al mejorar la productividad del camote, se favorece la disponibilidad de alimentos y se aporta indirectamente a la seguridad alimentaria de las comunidades rurales de Manabí.

Desde el punto de vista ambiental, el estudio promueve la reducción del uso indiscriminado de agroquímicos, al fomentar el empleo de prácticas culturales como la rotación de cultivos y el manejo adecuado de residuos agrícolas (Altieri & Nicholls, 2000), así como el uso de agentes de control biológico. Estas estrategias contribuyen a la conservación del suelo, la biodiversidad y la salud del agro ecosistema.

Finalmente, los resultados de esta investigación proporcionarán información técnica que podrá ser utilizada por agricultores, técnicos agrícolas e instituciones públicas y privadas para el diseño de programas de manejo integrado de plagas en el cultivo de camote. Esto permitirá identificar tratamientos viables desde el punto de vista productivo, económico y ambiental, contribuyendo a la sostenibilidad del cultivo de camote en las localidades estudiadas.

1.4. Preguntas de investigación

- ¿Cuál es el efecto de las estrategias de manejo biológico, cultural y químico en el control de *Euscepes postfasciatus* en el cultivo de camote (*Ipomoea batatas* L.) variedad INIAP-Toquecita en dos localidades de Manabí?
- ¿Qué tan efectivos son los hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* para reducir la población de *Euscepes postfasciatus*?

1.5. Hipótesis

- **Hipótesis nula (H0):** Los diferentes tratamientos de manejo evaluados no presentan diferencias significativas en la efectividad para el control de *Euscepes postfasciatus* ni en el rendimiento del cultivo de camote (*Ipomoea batatas* L.) variedad INIAP - Toquecita en Manabí.
- **Hipótesis alternativa (H1):** Al menos uno de los tratamientos muestra diferencias significativas en la efectividad para el control de *Euscepes postfasciatus* y en el rendimiento del cultivo de camote (*Ipomoea batatas* L.) variedad INIAP – Toquecita en Manabí.

1.6. Objetivos

1.6.1. General

Evaluar el efecto de estrategias de manejo biológico, cultural y químico para el control de *Euscepes postfasciatus* en el cultivo de camote (*Ipomoea batatas* L.) variedad INIAP-Toquecita en dos localidades de Manabí.

1.6.2. Específicos

- Comparar la efectividad de los hongos entomopatógenos y el control químico en la reducción de poblaciones de *Euscepes postfasciatus*.
- Determinar la influencia de la fecha de cosecha en la incidencia de *Euscepes postfasciatus* y el rendimiento del cultivo de camote.

CAPÍTULO II

2. METODOLOGÍA

2.1. Ubicación geográfica de los sitios de estudio

Este estudio se llevó a cabo en dos localidades dentro de Manabí; el primero sitio de estudio fue en el sitio La Pipona, cantón Rocafuerte, provincia Manabí (ver figura 1).

Figura 1 Sitio de estudio, La Pipona, Manabí, Ecuador



Coordenadas: 0°52'03.3"S 80°30'52.4"

Obtenida por Google Earth. (2024)

Mientras que el segundo sitio de estudio se llevó a cabo en el sitio El Cady, cantón Portoviejo, provincia Manabí (ver figura 2).

Figura 2 Sitio del lugar de estudio El Cady, Manabí, Ecuador



Coordenadas: 1°07'29"S 80°24'58"W

Obtenida por Google Earth. (2024)

2.2. Características del suelo

A continuación, se detallan las características de clima y suelo de la localidad en estudio:

Tabla 2 Características edofoclimáticas del sitio de estudio

Provincia	Manabí	Manabí
Cantón	Portoviejo	Rocafuerte
Parroquia	Colón	Rocafuerte
Sitio	El Cady	La Pipona
Altitud (msnm)	44	17
Latitud	1° 09' 52.1'' S	0° 55' 25'' S
Longitud	80° 23' 18.3'' W	80° 20' 60'' W
Zona climática	Semiárido Cálido	Tropical sub desértico
Temperatura promedio (°C)	25	24,5
Precipitación media anual (mm)	672,7	163,2
Topografía	Plana	Plana
Clase Textural	Limoso	Franco arcilloso

Fuente: 1 INAMHI, 2020 2 Gad Portoviejo, 2020 3 EE Portoviejo, 2022

2.3. Factores de estudio

En el presente estudio se evaluó el efecto de dos factores en la producción de camote (*Ipomoea batatas*) variedad INIAP-Toquecita: el tiempo de cosecha y el método de control de plagas. Para ello se establecieron cuatro periodos de cosecha (105, 120, 135 y 150 días después de la siembra) y cuatro tratamientos de control de plagas, que incluyen dos hongos entomopatógenos (*Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*), un control químico basado en la combinación de Thiodicarb 300g/l + Imidacloprid 105 g/l y Benfuracarb 400 g/l, y un testigo sin tratamiento. Los hongos entomopatógenos se aplicaron en tres etapas: en la siembra, a los 30 días y a los 60 días, mientras que el control químico se aplicó inicialmente en la siembra y luego a los 30 días para garantizar una protección efectiva contra plagas edáficas. A través de este estudio, se buscó determinar

la interacción entre ambos factores y su impacto en la sanidad del cultivo, el rendimiento y la calidad de producción.

- **Factor A**

- A1: Cosecha a los 105 días después de la siembra
- A2: Cosecha a los 120 días después de la siembra
- A3: Cosecha a los 135 días después de la siembra
- A4: Cosecha a los 150 días después de la siembra

- **Factor B**

- B1: Hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana*
- B2: Hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae*
- B3: Control químico: (Thiodicarb 300 g/l + Imidacloprid 105 g/l + Benfuracarb 400 g/l)
- B4: Testigo

Los hongos entomopatógenos que se van a utilizar, tienen la siguiente descripción:

Composición de producto comercial de *Beauveria bassiana*:

Tabla 3 Composición de Beauveria bassiana por cada gramo de producto comercial

Ingrediente activo	Concentración/gramo
Beauveria bassiana	5x10 ¹⁰ UFC
Pureza-Beauveria	100%
Esporas	100%
Viabilidad	100%

Fuente: Ficha técnica de Bassiany, insecticida biológico.

Composición de producto comercial de *Metarhizium anisopliae*:

Tabla 4 Rangos de las especificaciones de calidad de un producto comercial de *Metarhizium anisopliae* como insecticida biológico

Especificaciones de calidad	Rangos
Recuento Directo de Conidias/gramo	Mínimo: 2.0 x 10 ⁸ Conidias/gramo
Recuento Viable de Colonias/gramo	Mínimo: 1.6 x 10 ⁸ Colonias/gramo
Porcentaje de Viabilidad de Conidias	Mínimo: 80%, 72 horas de Incubación
Porcentaje de Pureza Microbiológica	Mínimo: 95%
Tipificación	<i>Metarhizium anisopliae</i>
pH	5.5 – 8.0
Hidratabilidad	Máximo: 50 minutos
Humedad	Máximo: 7%
Granulometría	Mínimo: 70% Partículas Inferiores o Igual a 45 micras

Fuente: Ficha técnica de Raxter, insecticida biológico

2.4.Tratamientos

Tabla 5 Tratamientos

Tratamientos	Código	Descripción
T1	A1B1	Cosecha a los 105 días + <i>Beauveria bassiana</i>
T2	A1B2	Cosecha a los 105 días + <i>Metarhizium anisopliae</i>
T3	A1B3	Cosecha a los 105 días + Control químico
T4	A2B1	Cosecha a los 120 días + <i>Beauveria bassiana</i>
T5	A2B2	Cosecha a los 120 días + <i>Metarhizium anisopliae</i>
T6	A2B3	Cosecha a los 120 días + Control químico
T7	A3B1	Cosecha a los 135 días + <i>Beauveria bassiana</i>
T8	A3B2	Cosecha a los 135 días + <i>Metarhizium anisopliae</i>
T9	A3B3	Cosecha a los 135 días + Control químico
T10	A4B1	Cosecha a los 150 días + <i>Beauveria bassiana</i>
T11	A4B2	Cosecha a los 150 días + <i>Metarhizium anisopliae</i>
T12	A4B3	Cosecha a los 150 días + Control químico
T13	A1B4	Cosecha a los 105 días
T14	A2B4	Cosecha a los 120 días
T15	A3B4	Cosecha a los 135 días
T16	A4B4	Cosecha a los 150 días

2.5.Unidad experimental

Número de tratamientos:	16
Número de repeticiones:	3
Número de parcela:	48
Distancia entre plantas:	30 cm
Distancia entre hileras:	80 cm
Longitud de surcos:	5 m
Número de plantas por surcos:	17
Número de surcos por parcela:	3
Número de plantas útil por parcela:	15
Área útil por parcela:	4 m ²
Área total de la parcela:	12 m ²
Área total del ensayo:	576 m ²

2.6.Diseño experimental

2.6.1. Análisis estadísticos

Los datos obtenidos en campo en las dos localidades de estudio (La Pipona, Rocafuerte y El Cady, Portoviejo) fueron organizados en hojas de cálculo de Microsoft Excel, considerando cada localidad de manera independiente y clasificando las variables evaluadas según tratamientos y días de cosecha. Posteriormente, la base de datos fue importada al software estadístico InfoStat para su correspondiente procesamiento.

Previo al análisis, se verificaron los supuestos de normalidad mediante la prueba de Shapiro – Wilk y de homogeneidad de varianzas mediante la prueba de Bartlett. Al comprobarse que los datos cumplieron con dichos supuestos, se realizó el análisis de varianza (ANOVA) bajo un Diseño de Bloques Completos al Azar con arreglo bifactorial. Para las variables que presentaron diferencias estadísticas significativas, se aplicó la prueba de comparación de medias de Tukey al 5% de probabilidad.

2.7.Variables y métodos de evaluación

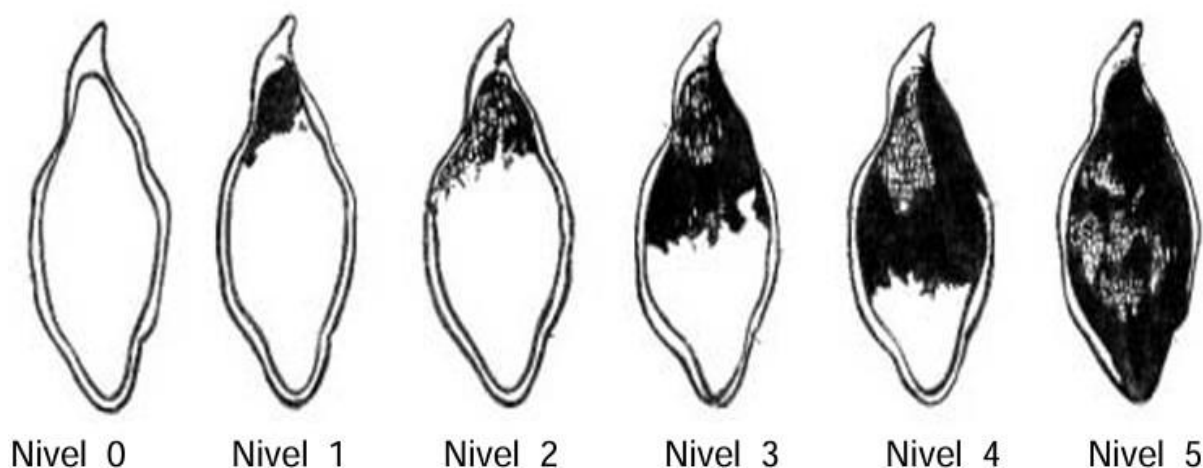
En la presente investigación se evaluaron las siguientes variables agronómicas y fitosanitarias relacionadas con el rendimiento del cultivo de camote (*Ipomoea batatas* L.) y el daño ocasionado por *Euscepes postfasciatus*:

- 2.7.1. **Rendimiento foliar:** Peso total del follaje obtenido por unidad experimental, expresado en kilogramos por hectárea.
- 2.7.2. **Número de raíces tuberosas comerciales:** Cantidad de raíces tuberosas que presentaron peso y características aptas para su comercialización, expresado en kilogramos por hectárea.
- 2.7.3. **Número de raíces tuberosas no comerciales:** Cantidad de raíces tuberosas que no cumplieron con los criterios de tamaño, forma o sanidad para su comercialización, expresado en kilogramos por hectárea.
- 2.7.4. **Número de raíces tuberosas con peso comercial con daños por *Euscepes postfasciatus*:** Cantidad de raíces tuberosas con peso comercial que presentaron daño causado por el insecto, expresado en kilogramos por hectárea.
- 2.7.5. **Número de raíces tuberosas con peso no comercial con daños por *Euscepes postfasciatus*:** Cantidad de raíces tuberosas sin peso comercial que presentaron daño ocasionado por la plaga, expresado en kilogramos por hectárea.
- 2.7.6. **Rendimiento de raíces tuberosas comerciales:** Peso total de las raíces tuberosas comerciales por unidad de superficie expresado en kilogramos por hectárea.
- 2.7.7. **Rendimiento de raíces tuberosas no comerciales:** Peso total de las raíces tuberosas no comerciales por unidad de superficie expresado en kilogramos por hectárea.
- 2.7.8. **Rendimiento de raíces tuberosas con peso comercial con daños por *Euscepes postfasciatus*:** Peso total de raíces tuberosas comerciales afectados por la plaga, expresado en kilogramos por hectárea.
- 2.7.9. **Rendimiento de raíces tuberosas con peso no comercial con daños por *Euscepes postfasciatus*:** Peso total de raíces tuberosas no comerciales afectadas por el insecto, expresado en kilogramos por hectárea.
- 2.7.10. **Nivel de daño causado por *Euscepes postfasciatus*:** Las raíces tuberosas con presencia de daños causados por *Euscepes postfasciatus* se cortaron de forma longitudinal y se registrará el nivel de daño basado en la siguiente escala (ver figura 3).

Escala de nivel de daño:

- Nivel 0: Ausencia del daño
- Nivel 1: Daño leve en el tercio superior de la raíz
- Nivel 2: Daño leve en el tercio superior de la raíz, presenta necrosamiento
- Nivel 3: Daño en 2/3 de la raíz, con larvas en su interior
- Nivel 4: Daños en más de 2/3 de las raíces con secamiento parcial, larvas en el interior de la misma.
- Nivel 5: Secamiento total de la raíz tuberosa por daño de larvas y adultos.

Figura 3 Escala de nivel de daño causado por *Euscepes postfasciatus* en la raíz tuberosa en el camote



Fuente: Franca et al. 1993

2.8. Manejo específico del experimento

2.8.1. Manejo del cultivo en la localidad La Pipona, cantón Rocafuerte, provincia de Manabí.

Las labores agronómicas del cultivo de camote (*Ipomoea batatas* L.) se desarrollaron de acuerdo con un cronograma establecido, considerando las condiciones edafoclimáticas de la localidad La Pipona, cantón Rocafuerte, provincia de Manabí. A continuación, se describen las principales actividades realizadas durante el ciclo del cultivo:

Preparación del terreno (10/07/2025)

Se realizó la preparación del terreno mediante el paso de rastra, seguido del uso de surcador, para obtener un suelo suelto y adecuado para la siembra del cultivo. Además, se realizó un riego previo a la siembra con la finalidad de facilitar las labores de establecimiento del cultivo y mejorar las condiciones de humedad del suelo.

Instalación del terreno (11/07/2025)

Se instalaron cintas de riego para trabajar bajo el sistema de riego por goteo, con el objetivo de garantizar una adecuada disponibilidad hídrica para el desarrollo del cultivo.

Aplicación de herbicida preemergente (12/07/2025)

Se aplicó un herbicida preemergente a base de terbutrina + pendimetalina. Posteriormente, se realizó un riego para favorecer la activación y absorción del producto en el suelo, asegurando su eficiencia en el control de malezas.

Siembra (17/07/2025)

Se realizó el corte de las guías (semilla vegetativa) y se procedió a la siembra. Durante esta labor se aplicó fertilizante químico 15 – 15 – 15 y se utilizó el insecticida Augurio, sumergiendo las guías durante 5 minutos para la desinfección de las guías, previo a colocación en el suelo. Se realizó la siembra del ensayo sembrando 17 plantas por surco.

Aplicación de tratamientos

Las aplicaciones de hongos entomopatógenos se realizaron en tres etapas. La primera tuvo lugar en el momento de la siembra, disolviendo 1,5 g/l del hongo correspondiente en agua. En esta solución, se sumergieron las semillas vegetativas de camote durante cinco minutos antes de la siembra para garantizar su inoculación. La segunda aplicación se llevó a cabo a los 30 días y la tercera a los 60 días, ambas coincidiendo con los riegos para mantener una humedad óptima en el suelo y favorecer el establecimiento del hongo.

Se efectuaron riegos por goteo con una duración aproximada de tres horas, al menos una vez por semana, con el propósito de asegurar el adecuado desarrollo del cultivo.

La aplicación del control químico se llevó a cabo en la siguiente manera: inicialmente, se preparó una solución con Thiodicarb (300 g/l) e Imadacloprid (105 g/l) a una dosis de 2 cc por litro de agua.

Toma de datos y cosecha

La cosecha y toma de datos se realizaron en diferentes momentos del ciclo del cultivo:

- 105 días después de la siembra (30/10/2025)
- 120 días después de la siembra (17/11/2025)
- 135 días después de la siembra (02/12/2025)
- 150 días después de la siembra (15/12/2025)

2.8.2. Manejo del cultivo en la localidad El Cady, cantón Portoviejo, provincia Manabí.

Las labores agronómicas del cultivo de camote (*Ipomoea batatas L.*) se desarrollaron de acuerdo con un cronograma establecido, considerando las condiciones edafoclimáticas de la localidad El Cady, cantón Portoviejo, provincia Manabí. A continuación, se describen las principales actividades realizadas durante el ciclo del cultivo:

Preparación del terreno (31/07/2025)

Se realizó la preparación del terreno mediante el paso de rastra y rastrillo, con la finalidad de dejar el suelo en condiciones adecuadas para el surcado realizado al día siguiente.

Aplicación de herbicida preemergente (01/08/2025)

Una vez surcado el terreno, se aplicó un herbicida preemergente a base de terbutrina + pendimetalina. Posteriormente, se efectuó un riego para favorecer la activación y absorción del producto en el suelo, asegurando su eficiencia en el control de malezas.

Delimitación e instalación del área experimental (05/08/2025)

Con el terreno listo, se procedió a la delimitación y cuadro de las parcelas experimentales, de acuerdo con lo establecido para la investigación.

Siembra (07/08/2025)

Se realizó el corte de las guías (semilla vegetativa) y se procedió a la siembra. Durante esta labor se aplicó urea y fertilizante químico 15 – 15 – 15, se utilizó el insecticida Augurio, sumergiendo las guías durante 5 minutos para la desinfección de las guías, previo a colocación en el suelo. Se realizó la siembra del ensayo sembrando 17 plantas por surco.

Manejo fitosanitario (22/08/2025)

Se aplicó abamectina con la finalidad de controlar un brote de ácaros que se presentó en la zona como consecuencia de las condiciones climáticas de la localidad donde se desarrolló el ensayo.

Aplicación de herbicidas postemergentes (27/08/2025)

Se realizó la aplicación de Paraquat e Hybro para el control de malezas que comenzaron a aparecer en el área experimental.

Aplicación de tratamientos

Las aplicaciones de hongos entomopatógenos se realizaron en tres etapas. La primera tuvo lugar en el momento de la siembra, disolviendo 1,5 g/l del hongo correspondiente en agua. En esta solución, se sumergieron las semillas vegetativas de camote durante cinco minutos antes de la siembra para garantizar su inoculación. La segunda aplicación se llevó a cabo a los 30 días y la tercera a los 60 días, ambas coincidiendo con los riegos para mantener una humedad óptima en el suelo y favorecer el establecimiento del hongo.

Se efectuaron riegos por goteo con una duración aproximada de tres horas, al menos una vez por semana, con el propósito de asegurar el adecuado desarrollo del cultivo.

La aplicación del control químico se llevó a cabo en la siguiente manera: inicialmente, se preparó una solución con Thiodicarb (300 g/l) e Imadacloprid (105 g/l) a una dosis de 2 cc por litro de agua.

Toma de datos y cosecha

La cosecha y toma de datos se realizaron en diferentes momentos del ciclo del cultivo:

- 105 días después de la siembra (24/11/2025)
- 120 días después de la siembra (08/12/2025)
- 135 días después de la siembra (22/12/2025)
- 150 días después de la siembra (05/01/2026)

CAPITULO III

3. RESULTADOS

3.1.Resultados localidad La Pipona, cantón Rocafuerte, provincia de Manabí

Los datos obtenidos fueron sometidos a la prueba de normalidad de Shapiro – Wilk y de homogeneidad de varianzas mediante la prueba de Bartlett. Previo a ejecutar los datos obtenidos, todas las variables presentaron normalidad y homogeneidad.

Al comprobar, que los datos cumplieron con dichos supuestos, se realizó el análisis de varianza (ANOVA) bajo un Diseño de Bloques Completos al Azar con arreglo bifactorial, se aplicó la prueba de comparación de medias de Tukey al 5% de probabilidad.

Tabla 6 Resultados del análisis estadístico mediante prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

D i a	Ma nejo	Por centa je pre dimi ento	Ren dim ient o foli ar ha	N. raíces tubero sas comer ciales ha	N. raíces tubero sas no comer ciales ha	% daño por EP raíces comer ciales	% daño por EP raíces no comer ciales	Rendi miento de raíces comerc iales ha	Rendi miento de raíces no comerc iales ha	% rendi mien to come rcial es	% rendi mien to no come rciale s
1 0 5	Bea uver ia bas sian a	100	288 88	13333 1	13610 9	2	0	20277	5555	5	0
1 2 0	Bea uver ia bas sian a	100	258 33	21388 5	18610 8	0	1	38888	8611	0	3
1 3 5	Bea uver ia bas sian a	100	150 00	14166 4	15277 5	6	2	23611	6389	6	11
1 5 0	Bea uver ia bas sian a	100	122 22	18610 8	14444 2	4	9	32222	6944	5	15
1 0 5	Met arhi ziu m anis opli ae	100	263 88	12222 0	16944 2	0	0	19722	7500	0	0

Met arhi ziu m 1 2 0	anis opli ae	98	176 47	13251 4	13104 4	3	0	22679	5752	4	0
Met arhi ziu m 1 3 5	anis opli ae	92	173 53	12320 1	13823 3	2	2	24411	6650	2	5
Met arhi ziu m 1 5 0	anis opli ae	94	147 06	19411 5	10032 5	4	8	33088	5523	4	15
1 0 5	Qui mic o	96	320 09	12107 7	13921 3	3	2	18611	5882	5	4
1 2 0	Qui mic o	94	262 90	15539 0	13447 5	0	0	28921	4706	0	0
1 3 5	Qui mic o	98	247 87	19019 3	17058 6	3	1	34934	8121	2	3
1 5 0	Qui mic o	94	946 1	17483 4	77286	13	19	31405	3186	15	30
1 0 5	T	98	261 92	13088 0	14950 7	4	2	22892	5964	5	6
1 2 0	T	94	211 43	15277 5	13398 5	0	0	27712	5131	0	0
1 3 5	T	98	210 62	19427 8	16290 6	6	0	31307	6193	5	0
1 5 0	T	94	151 14	18055 3	13365 8	13	16	35163	4967	12	27
	CV	4,2	43, 7	22,9	25,8	98,3	26,4	23,8	33,8	121, 3	131,9
	p- valo r	0,49	0,8 9	0,17	0,33	0,13	0,84	0,31	0,31	0,40	0,57
	Tuk ey 0,05	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

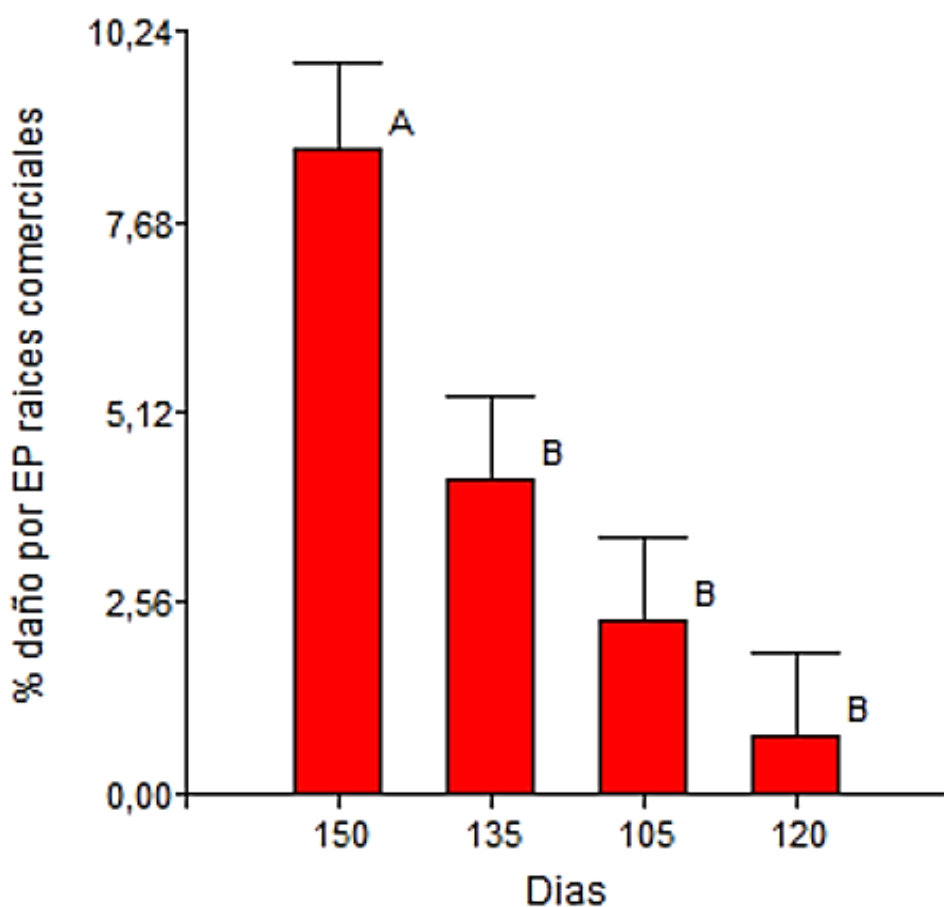
De acuerdo con los resultados obtenidos en la **Tabla 6**, el análisis de comparación de medias mediante la prueba de Tukey al 5% de probabilidad no evidenció diferencias

estadísticas significativas ($p>0,05$) entre los tratamientos evaluados para las variables establecidas.

No obstante, se observó que los tratamientos correspondientes a *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* y el control químico presentaron menores valores de daño por *Euscepes postfasciatus* en comparación con el testigo, lo que indica una tendencia favorable en la reducción de la incidencia de la plaga. De igual manera, dichos tratamientos mostraron mayores valores en el rendimiento de raíces comerciales y en el porcentaje de rendimiento comercial, en relación con el testigo.

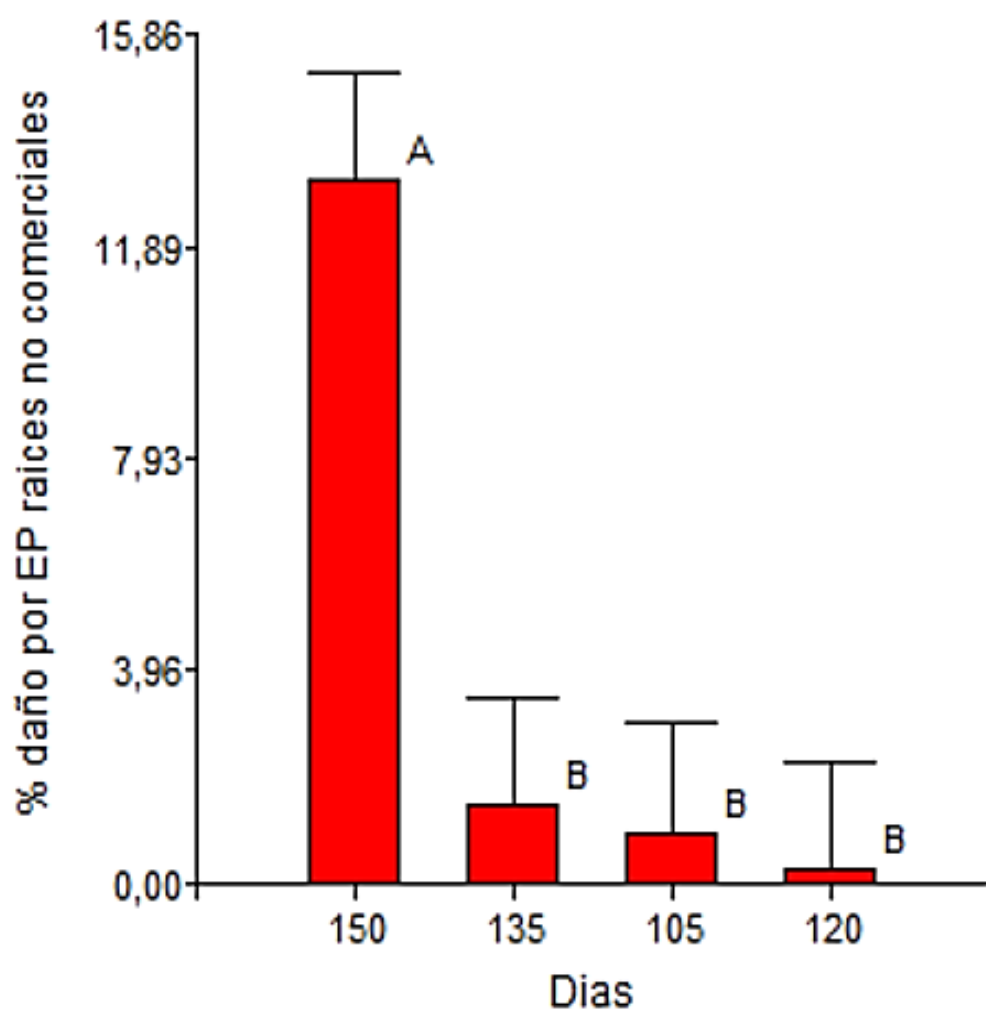
Estos resultados sugieren que, aunque estadísticamente no se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos, la aplicación de agentes biológicos y el control químico ejercieron un efecto positivo sobre las variedades productivas del cultivo de camote, en comparación con el tratamiento testigo.

Figura 4 Porcentaje de daño por *Euscepes postfasciatus* en raíces comerciales según días a cosecha.



En la **Figura 4** se presentan los valores del porcentaje de daño ocasionado por *Euscepes postfasciatus* en raíces comerciales en función de los días a cosecha. Se evidenciaron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos evaluados. El mayor porcentaje de daños se registró a los 150 días, diferenciándose estadísticamente de los tratamientos evaluados a los 135, 120 y 105 días. Por lo contrario, el menor porcentaje de daño se observó a los 120 días, lo que indica que cosechas más tempranas reducen la incidencia del daño en raíces comerciales.

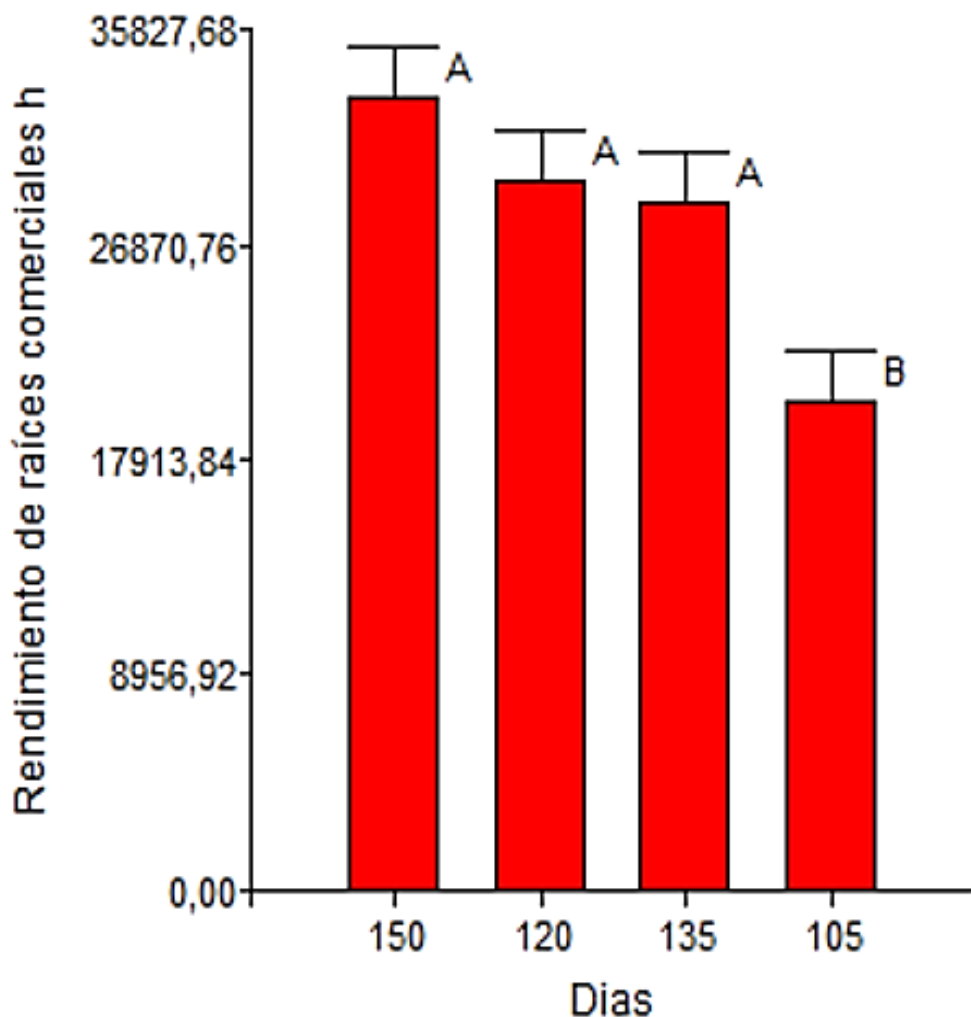
Figura 5 Porcentaje de daño por *Euscepes postfasciatus* en raíces no comerciales según días a cosecha.



Los resultados mostrados en la **Figura 5** indican que el porcentaje de daño por *Euscepes postfasciatus* en raíces no comerciales presentó diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los días de cosecha. El tratamiento correspondiente a los 150 días registró el mayor porcentaje de daño, diferenciándose estadísticamente de los tratamientos a los 135, 120 y 105 días, los cuales presentaron valores menores y estadísticamente similares entre sí.

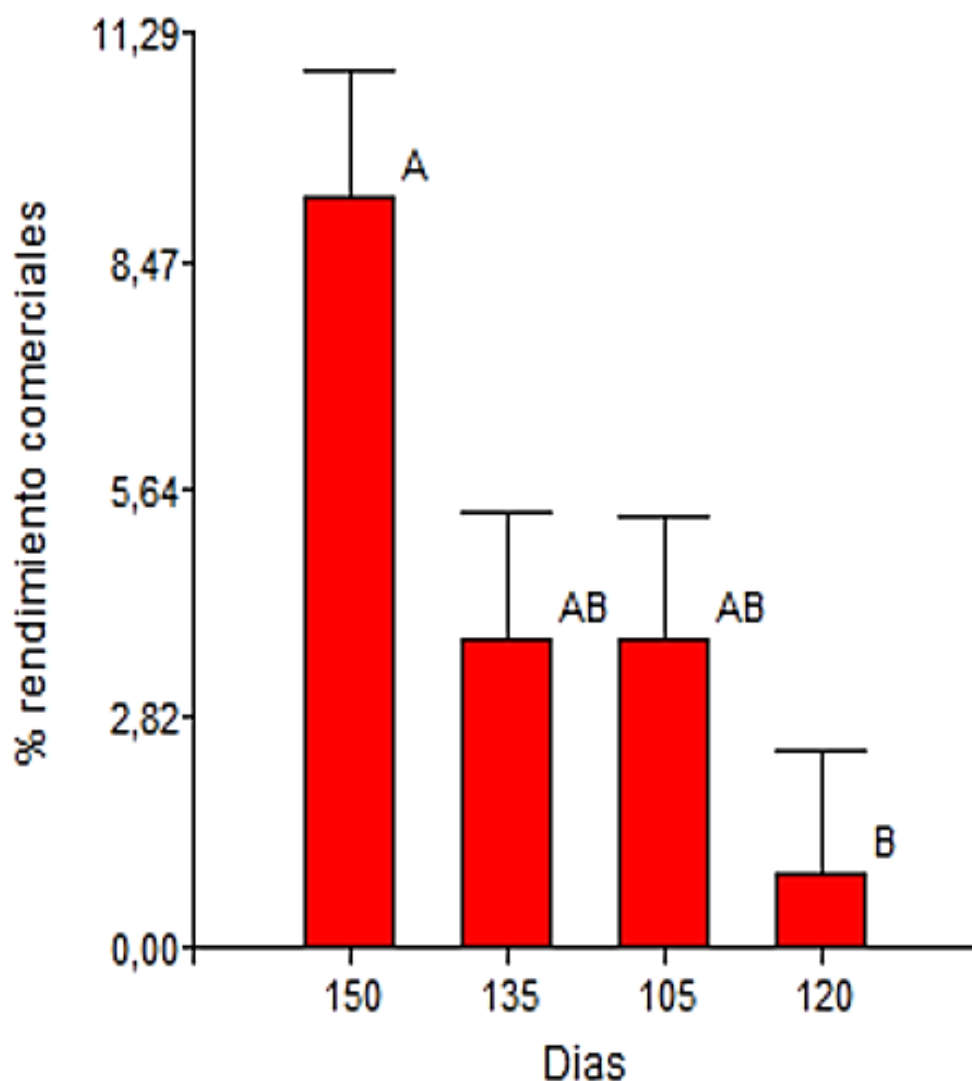
Estos resultados evidencian que a mayores días de permanencia del cultivo en campo se incrementa la afectación por la plaga en raíces no comerciales.

Figura 6 Rendimiento de raíces comerciales en función de los días de cosecha.



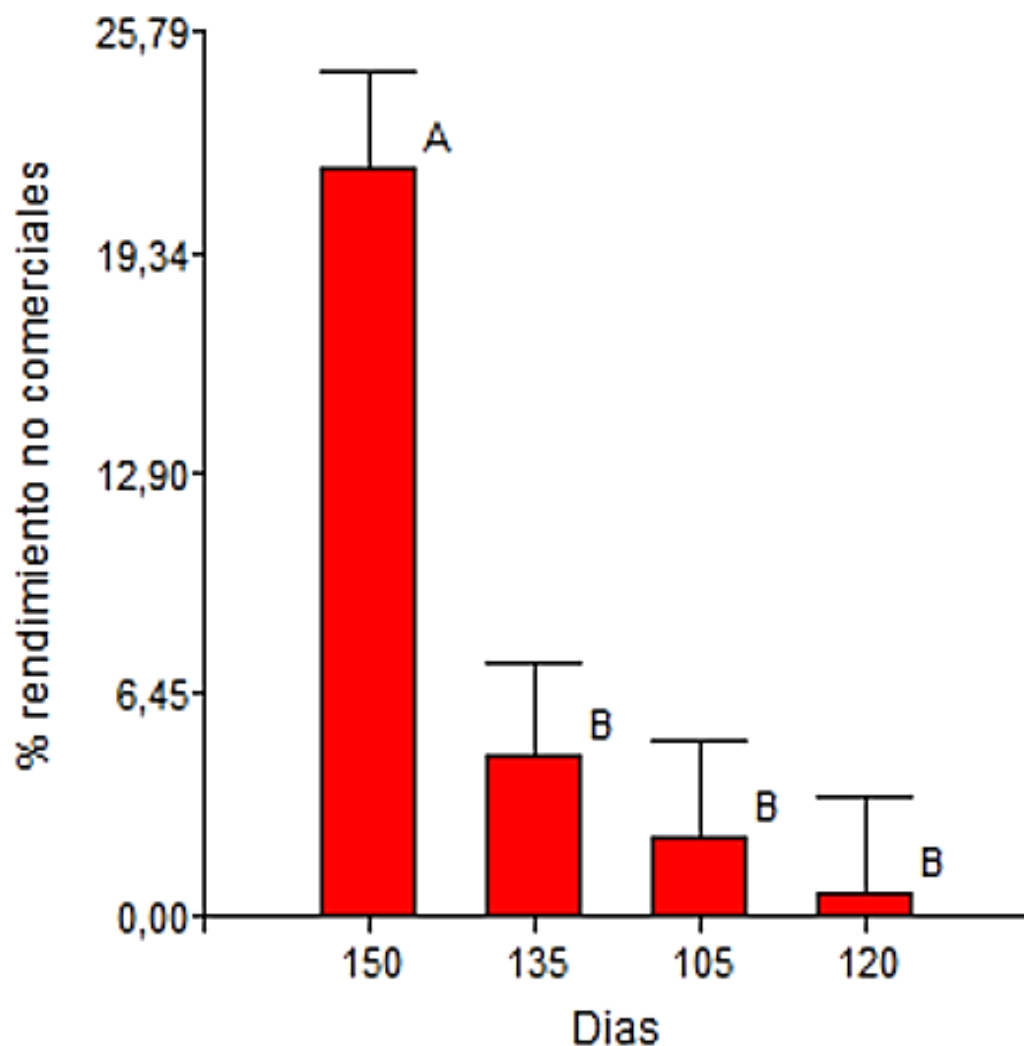
En la **Figura 6** se observa el rendimiento de raíces comerciales según los días a cosecha. Se presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos evaluados. Los mayores rendimientos se obtuvieron a los 150, 135 y 120 días, sin diferencias estadísticas entre estos tratamientos, mientras que el menor rendimiento se registró a los 105 días, el cual difirió significativamente del resto. Esto indica que el incremento del tiempo de cosecha favorece el rendimiento comercial del cultivo del camote.

Figura 7 Porcentaje de rendimiento comercial en función de los días a cosecha



Los resultados de la **Figura 7** muestran que el porcentaje de rendimiento comercial presentó diferencias significativas ($p < 0,05$) en función de los días de cosecha. El tratamiento a los 150 días presentó el mayor porcentaje de rendimiento comercial, diferenciándose estadísticamente del tratamiento a los 120 días, que obtuvo el menor valor. Los tratamientos evaluados a los 135 y 105 días mostraron valores intermedios sin diferencias estadísticas entre sí. Estos resultados reflejan que el tiempo de cosecha influye directamente en la proporción de raíces aptas para comercialización.

Figura 8 Porcentaje de rendimiento de raíces no comerciales en función de los días de cosecha.



Los resultados de la **Figura 8** muestran que el porcentaje de rendimiento de raíces no comerciales presentó diferencias significativas ($p < 0,05$) en función de los días de cosecha. El tratamiento a los 150 días presentó el mayor porcentaje de raíces no comerciales, diferenciándose estadísticamente de los tratamientos evaluados a los 135, 120 y 105 días, los cuales registraron los menores valores. Los tratamientos correspondientes a 135, 120 y 105 días no presentaron diferencias estadísticas entre sí, mostrando porcentajes similares de raíces no comerciales. Los datos obtenidos evidencian que el retraso en la cosecha incrementa la proporción de raíces no comerciales, afectando la calidad comercial del producto

3.2.Resultados localidad El Cady, cantón Portoviejo, provincia de Manabí

Los datos obtenidos fueron sometidos a la prueba de normalidad de Shapiro – Wilk y de homogeneidad de varianzas mediante la prueba de Bartlett. Previo a ejecutar los datos obtenidos, todas las variables presentaron normalidad y homogeneidad.

Al comprobar, que los datos cumplieron con dichos supuestos, se realizó el análisis de varianza (ANOVA) bajo un Diseño de Bloques Completos al Azar con arreglo bifactorial, se aplicó la prueba de comparación de medias de Tukey al 5% de probabilidad.

Tabla 7 Resultados del análisis estadístico mediante prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

D	Man	Porcentaje de rendimiento	Rendimiento foliar	N. raíces tuberosas comerciales	% daño por EP raíces comerciales	% daño por EP raíces comerciales	Rendimiento de raíces comerciales	Rendimiento de raíces comerciales	% rendimiento comercial	% rendimiento comercial
150	Beaveria bassiana	100	16797	38888	0	11	5556	9444	0	6
135	Beaveria bassiana	100	18202	147220	9	8	19444	7925	9	18
120	Beaveria bassiana	100	19558	94770	13	7	12239	7500	17	11
105	Beaveria bassiana	100	21388	90521	7	4	13644	7108	9	8
150	Metarhizium anisopliae	100	15555	44444	17	11	7778	6945	15	9
120	Metarhizium anisopliae	100	16111	135782	4	4	15899	5523	5	11

oplia e										
Met arhiz ium										
1 anis										
3 oplia		161								
5 e	100	11	62907	13	7	10523	4379	13	8	
Met arhiz ium										
1 anis										
0 oplia		161	11388							
5 e	100	43	7	5	3	19722	3464	6	3	
1										
5 Qui		145								
0 mico	98	75	66666	7	0	10000	3333	6	0	
1										
3 Qui		145	10588							
5 mico	98	83	1	10	4	13987	3333	15	17	
1										
0 Qui		149	10555							
5 mico	98	83	4	9	6	17222	3333	9	14	
1										
2 Qui		149								
0 mico	98	83	99999	0	4	15555	3007	0	8	
1										
5 T		118								
0 T	98	46	57352	24	18	8202	2778	26	12	
1										
3 T		125	12891							
5 T	96	00	9	11	3	17826	2713	14	11	
1										
2 T		130								
0 T	96	55	88888	29	19	12500	2157	25	14	
1										
0 T		144	11731							
5 T	94	44	8	24	19	14232	2026	27	33	
CV	4,01	23,1 1	35,95	91,68	106,82	40,68	40,04	88,63	96,03	
p- valo r	0,64	0,57	0,64	0,53	0,57	0,65	0,13	0,46	0,29	
tuke y 0,05	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	

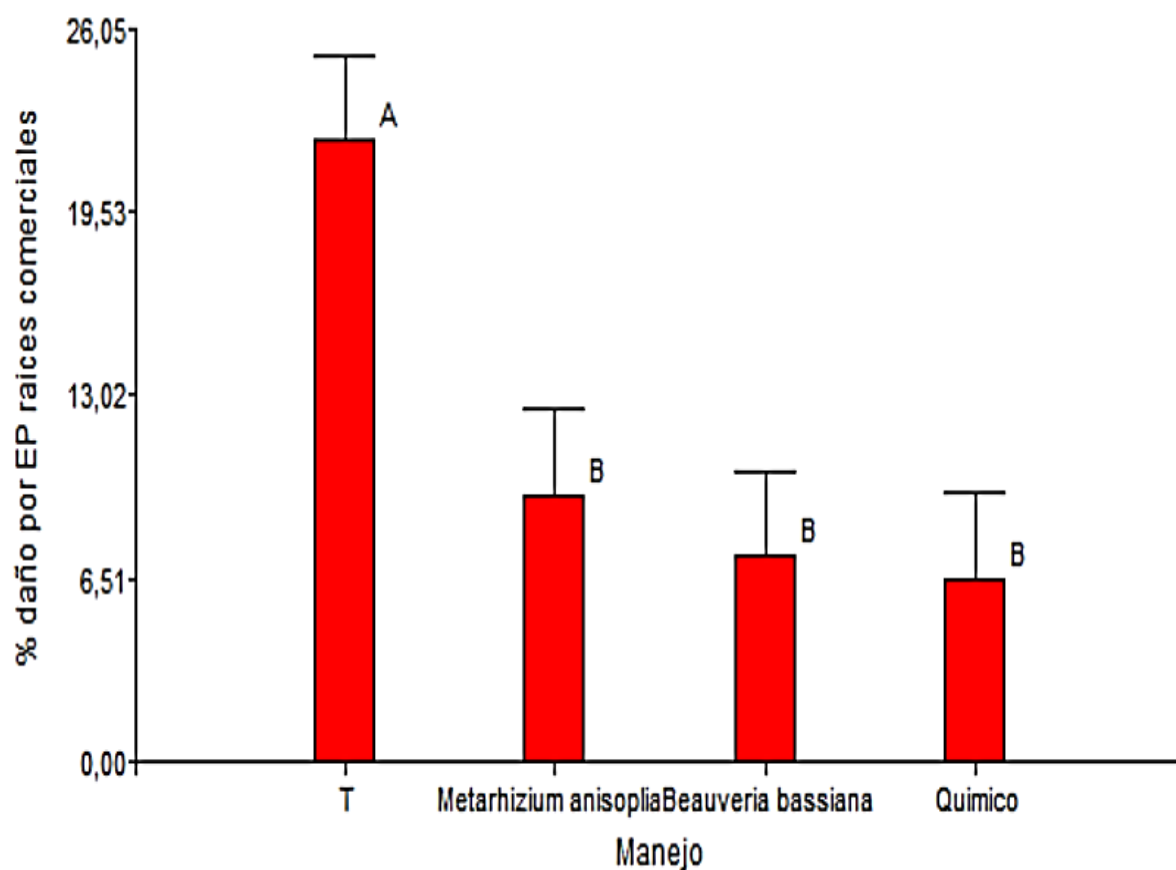
Los resultados de la **Tabla 7** muestran que, para las variables evaluadas mediante la prueba de Tukey al 5% de probabilidad, no presentaron diferencias estadísticas

significativas ($p > 0,05$) entre los tratamientos. Esto indica que los valores obtenidos entre las variables establecidas fueron estadísticamente similares entre los tratamientos evaluados.

De la misma manera, los coeficientes de variación (CV) registrados evidencian que una variabilidad moderada a alta en algunas de las variables analizadas, lo que sugiere una respuesta heterogénea del cultivo frente a los tratamientos aplicados. No obstante, el análisis estadístico confirma que dichas variaciones no fueron suficientes para establecer diferencias significativas entre los tratamientos, de acuerdo con la prueba de Tukey a 5% de probabilidad ($p > 0,05$).

Los resultados reflejan que, bajo las condiciones del presente estudio, los tratamientos evaluados no generaron efecto diferenciados sobre las variables productivas y de daño consideradas en el cultivo de camote.

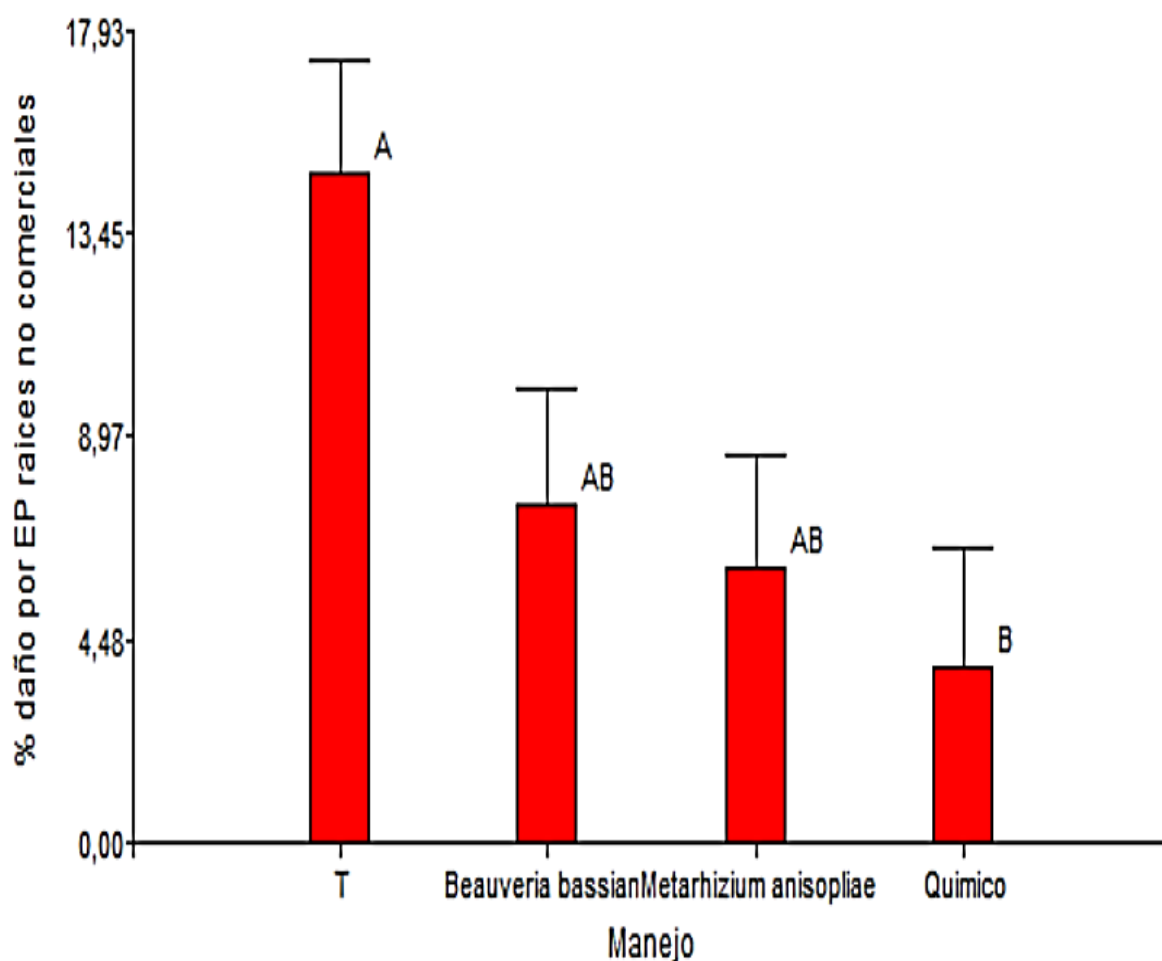
Figura 9 Porcentaje de daño por *Euscepes postfasciatus* en raíces comerciales bajo diferentes manejos.



Los resultados de la **Figura 9** muestran que el porcentaje de daño por *Euscepes postfasciatus* en raíces comerciales presentó diferencias significativas ($p < 0,05$), entre los

tratamientos evaluados. El tratamiento testigo registró el mayor porcentaje de daño, diferenciándose estadísticamente de los tratamientos *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* y manejo químico, los cuales no presentaron diferencias significativas entre sí. Estos resultados evidencian que la ausencia de manejo favorece una mayor incidencia del insecto, mientras que la aplicación de métodos biológicos y químicos contribuye a reducir el daño en raíces comerciales.

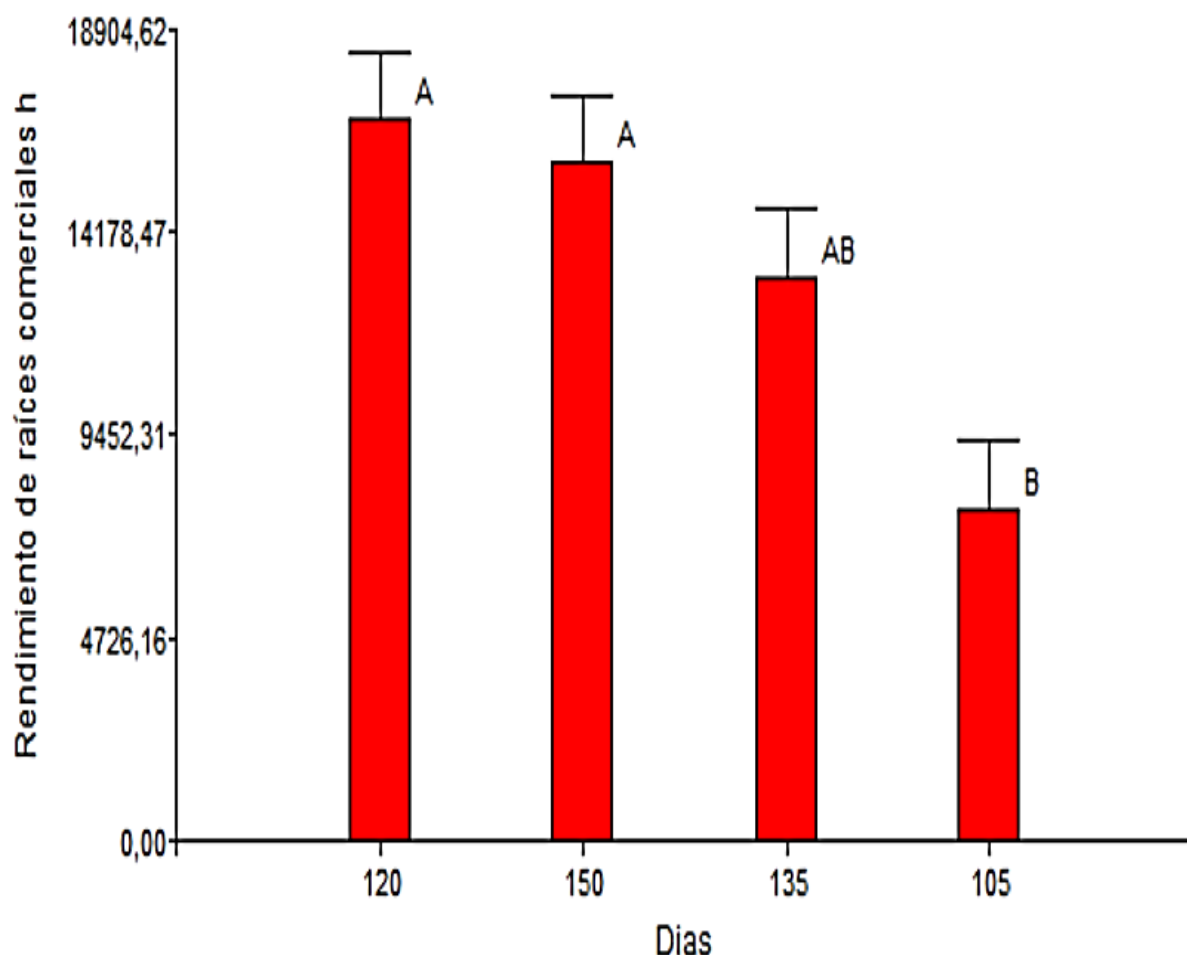
Figura 10 Rendimiento de raíces comerciales en función de los días de cosecha.



En la **Figura 10** se observa que el rendimiento de raíces comerciales presentó diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los días de cosecha. Los tratamientos a los 120 días y 150 días mostraron los mayores valores de rendimiento, sin diferencias estadísticas entre ellos, mientras que el tratamiento a los 105 días presentó el menor rendimiento, diferenciándose especialmente de los demás. El tratamiento 135 días presentó un valor intermedio sin diferenciar completamente de los tratamientos con mayor rendimiento.

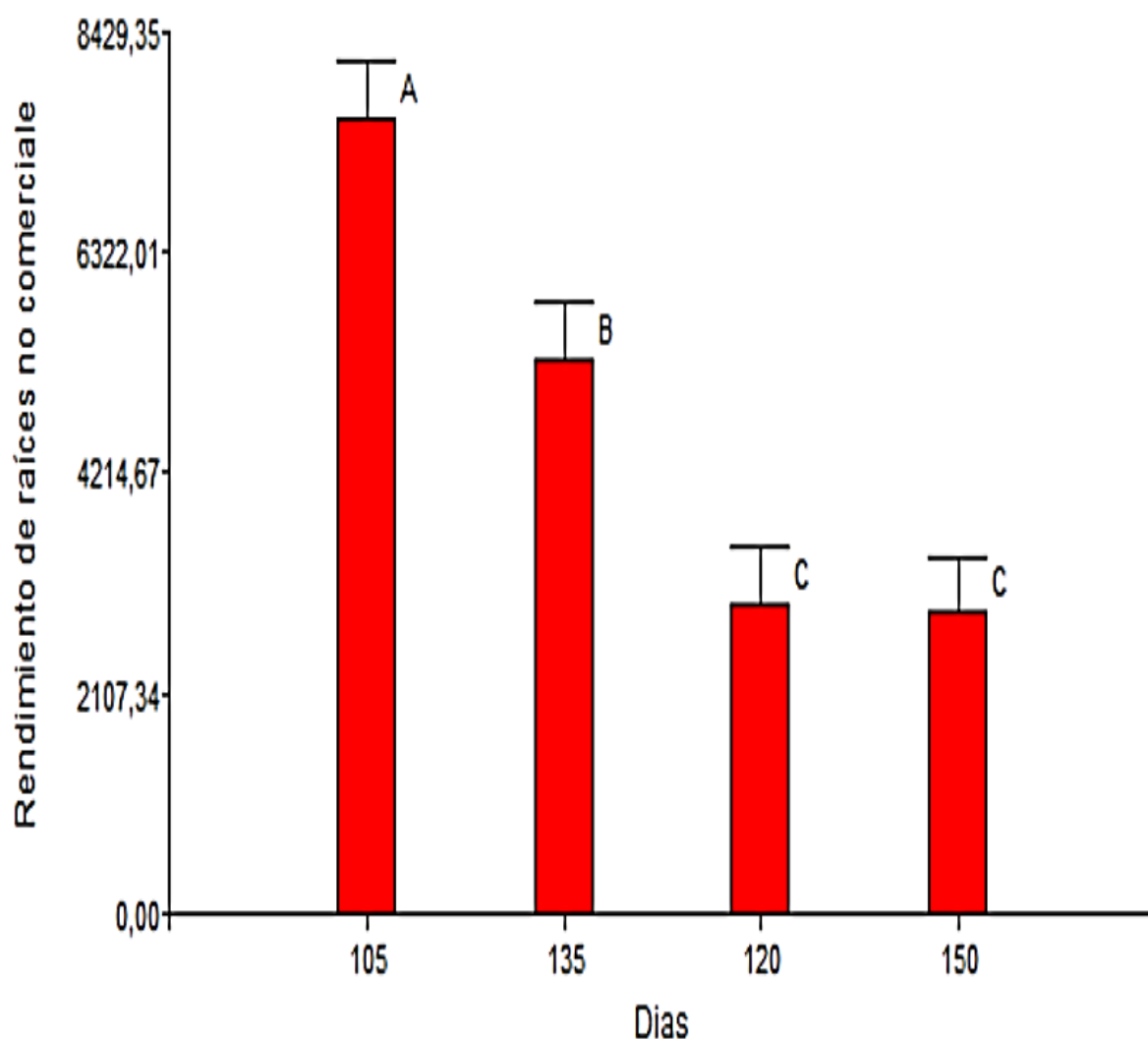
Estos resultados indican que el tiempo de cosecha influye directamente en la producción de raíces comerciales.

Figura 11 Porcentaje de daño por *Euscepes postfasciatus* en raíces no comerciales bajo diferentes manejos.



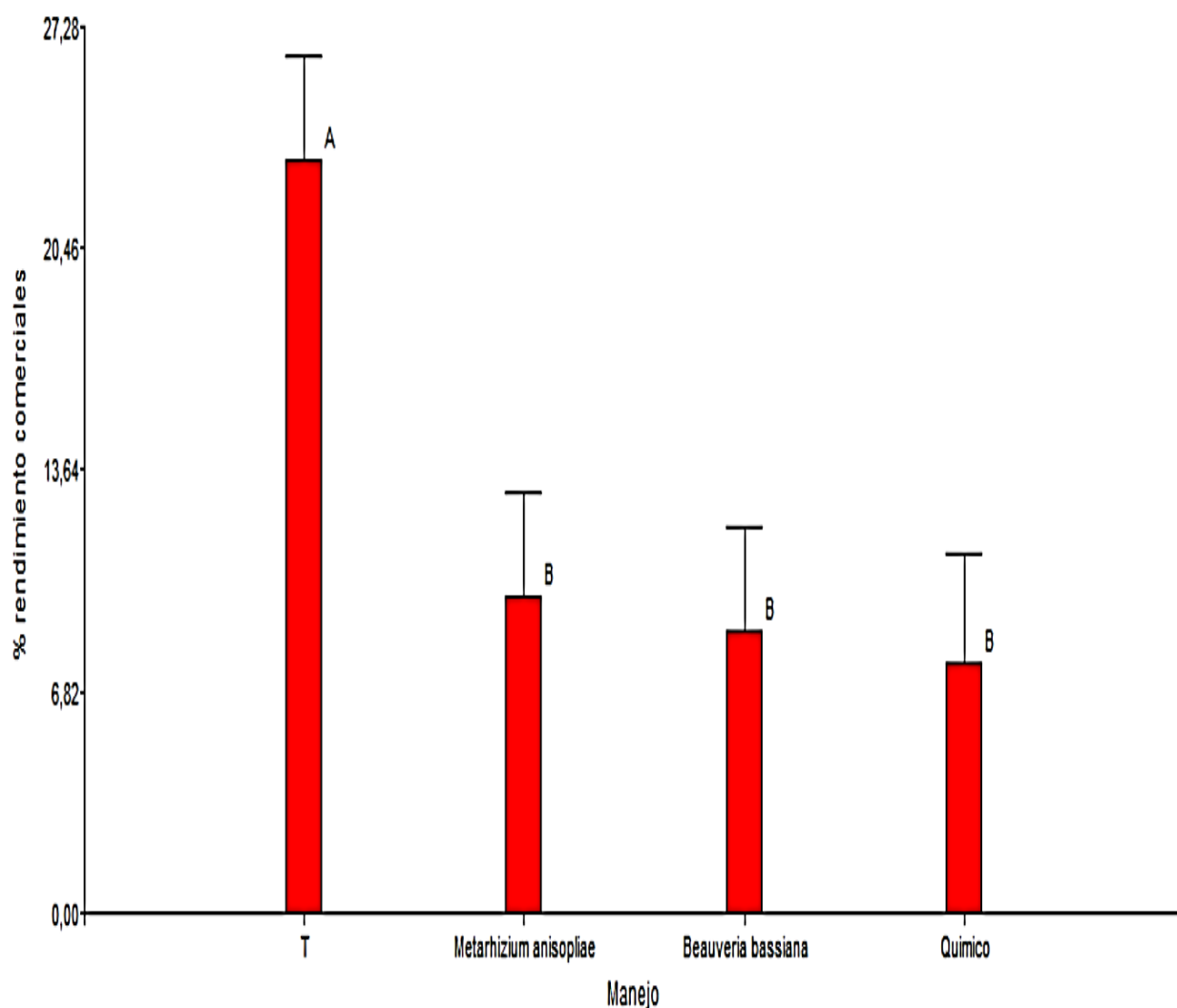
Los resultados de la **Figura 11** muestran que el porcentaje de daño por *Euscepes postfasciatus* en raíces no comerciales presentó diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos. El tratamiento del testigo registró el mayor porcentaje de daño, diferenciándose estadísticamente del tratamiento químico, que presentó el menor valor. Los tratamientos con *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* mostraron valores intermedios, sin diferencias estadísticamente entre sí ni con el tratamiento testigo. Estos resultados reflejan que la implementación de estrategias de manejo reduce la incidencia del insecto en raíces no comerciales en comparación con la ausencia del control.

Figura 12 Rendimiento de raíces no comerciales en función de los días de cosecha.



En la **Figura 12** se evidencia que el rendimiento de raíces no comerciales presentó diferencias significativas ($p < 0,05$) en función de los días de cosecha. El tratamiento a los 105 días registró el mayor rendimiento de raíces no comerciales, diferenciándose estadísticamente de los tratamientos a los 120 y 150 días, los cuales presentaron los menores valores. El tratamiento a los 135 días mostró un valor intermedio, diferenciándose del tratamiento con mayor rendimiento. Estos resultados indican que cosechas más tempranas favorecen una mayor proporción de raíces no comerciales.

Figura 13 Porcentaje de rendimiento en raíces tuberosas comerciales.



En la **Figura 13** se evidencia que el testigo al no tener control tuvo mayor pérdida de rendimiento de raíces comerciales en comparación de los que sí tuvieron tratamiento los cuales fueron *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* y control químico.

En la evaluación del nivel de daño ocasionado por *Euscepes postfasciatus* en los tubérculos, se observó que, dentro de la escala de severidad de 1 a 5, únicamente se registró en nivel 1. Se determinó que aproximadamente el 10% del total de los tubérculos evaluados, tanto comerciales como no comerciales, presentó daño ocasionado por el insecto, mientras que el 90% restante no evidenció afectación visible.

CAPÍTULO IV

4. DISCUSIÓN

El cultivo de camote (*Ipomoea batatas* L.) representa una alternativa productiva de gran importancia económica y alimentaria en la provincia de Manabí, sin embargo, su producción se ve limitada por diversos factores fitosanitarios, entre los cuales destaca la presencia del picudo del camote (*Euscepes postfasciatus*), considerando una de las principales plagas que afectan la calidad y rendimiento de las raíces tuberosas, ocasionando pérdidas económicas significativas cuando no se implementan estrategias adecuadas de manejo (CIP, 2013). Bajo este contexto el presente estudio evaluó el efecto de estrategias de manejo biológico, cultural y químico para el control de esta plaga en dos localidades de la provincia, analizando su impacto sobre variables productivas y sanitarias del cultivo.

Los resultados obtenidos en la presente investigación evidenciaron que la aplicación de estrategias de manejo biológico mediante el uso de *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*, así como el control químico (basado en la combinación de Thiodicarb 300g/l + Imidacloprid 105 g/l y Benfuracarb 400 g/l), contribuyeron a disminuir el daño ocasionado por *Euscepes postfasciatus* en comparación con el tratamiento testigo. Este comportamiento coincide con lo reportado por Lacey et al. (2015), quienes señalan que los hongos entomopatógenos constituyen herramientas eficaces dentro del manejo integrado de plagas, debido a su capacidad para infectar insectos hospedadores mediante la penetración de la cutícula, colonización del hemocele y producción de metabolitos tóxicos que provocan la muerte del insecto.

El uso de *Beauveria bassiana* ha sido ampliamente documentado como un agente biológico efectivo en el control de insectos del orden Coleoptera, incluyendo picudos asociados a cultivos de raíces tuberosas. Investigaciones realizadas por Alves et al., (2008) demostraron que la aplicación de este hongo reduce significativamente la población de insectos plaga en el suelo, contribuyendo a mejorar la calidad comercial del producto. El Centro Internacional de la Papa ha reportado que el uso de *Beauveria bassiana* dentro de programas de manejo integrado permite disminuir la incidencia del picudo del camote y reducir la dependencia del control químico, favoreciendo sistemas productivos más sostenibles (CIP, 2013).

De manera similar, *Metarhizium anisopliae* mostró un comportamiento favorable en la reducción del daño ocasionado por la plaga, lo cual coincide con estudios que reportan altos niveles de mortalidad en poblaciones de picudos cuando se aplican formulaciones comerciales del hongo. Según Zimmermann (2007), este entomopatógeno presenta una alta capacidad infectiva sobre insectos del suelo, siendo especialmente efectivo en condiciones de humedad moderada y temperaturas cálidas, características que predominan en las zonas productoras de camote en regiones tropicales. La eficiencia comparable observada entre ambos hongos en el presente estudio podría contribuirse a sus mecanismos de acción similares y a su adaptación a las condiciones ambientales del área experimental.

Respecto a la influencia de la fecha de cosecha sobre la incidencia del insecto, los resultados demostraron que el porcentaje de daño en raíces comerciales fue significativamente mayor en cosechas realizadas a los 150 días, mientras que los menores niveles de daño se registraron en cosechas más tempranas, particularmente a los 120 días. Este comportamiento puede explicarse debido a que ciclo biológico de *Euscepes postfasciatus* está estrechamente relacionado con el desarrollo del cultivo, ya que las hembras depositan sus huevos en las raíces tuberosas y las larvas se alimentan internamente, incrementando el daño conforme aumenta el tiempo de permanencia del cultivo en campo. Estudios realizados por Jansson et al. (1991) demostraron que el daño ocasionado por el picudo de exposición del cultivo, reduciendo la calidad comercial del producto y afectando su aceptación en el mercado.

El incremento del daño en raíces no comerciales conforme aumentaron los días de cosecha respalda la tendencia, evidenciando que periodos prolongados de cultivo favorecen el desarrollo poblacional del insecto. Este resultado coincide con lo señalado por Capinera (2001), quien menciona que las infestaciones de picudo del camote (*Euscepes postfasciatus*) tienden a intensificarse en etapas avanzadas del desarrollo del cultivo, provocando deformaciones, galerías internas y pudriciones secundarias que reducen el valor comercial de las raíces.

En relación con el rendimiento de raíces comerciales, los resultados mostraron que los mayores valores se obtuvieron en cosechas realizadas a los 150 y 120 días, lo que indica que el tiempo de cosecha influye directamente en la acumulación de reservas en las raíces tuberosas. El desarrollo fisiológico del camote requiere un periodo adecuado para el almacenamiento de carbohidratos y formación de raíces comerciales, lo cual ha sido

descrito por Woolfe (2002), quien señala que el rendimiento del cultivo depende de la duración del ciclo productivo y de las condiciones ambientales durante el desarrollo de las raíces tuberosas. Sin embargo, el retraso excesivo en la cosecha puede incrementar la incidencia de plagas y enfermedades, reduciendo la calidad del producto final.

Por otro lado, el incremento del porcentaje de raíces no comerciales en cosechadas tardías sugiere que, aunque el rendimiento total puede aumentar, la proporción de raíces aptas para comercialización puede disminuir debido al daño ocasionado por la plaga. Investigaciones realizadas por Ames et al. (1997) indican que el rendimiento comercial del camote depende no solo del volumen de producción, sino también de la sanidad y uniformidad de las raíces tuberosas, factores que pueden verse afectados por la presencia de insectos del suelo.

En la localidad El Cady, Portoviejo se evidenció un comportamiento similar al observado en La Pipona, Rocafuerte, donde el tratamiento testigo presentó mayores niveles de daño en raíces comerciales y no comerciales, confirmando la importancia de aplicar estrategias de manejo para reducir la incidencia del insecto. Los tratamientos biológicos y químicos mostraron valores intermedios de daño, sin diferencias estadísticas significativas entre ellos, lo cual sugiere que ambos métodos poseen eficacia comparable bajo las condiciones del estudio. Según Kogan (1998), el manejo integrado de plagas se basa en la combinación de diferentes métodos de control con el objetivo de mantener las poblaciones de insectos por debajo del umbral económico, permitiendo reducir el uso indiscriminado de insecticidas y mejorar la sostenibilidad del sistema productivo.

De igual manera, los resultados evidenciaron que el rendimiento de raíces comerciales estuvo influenciado significativamente por los días a cosecha, registrándose mayores valores en tratamientos con periodos intermedios de cosecha. Por el contrario, cosechas tempranas favorecieron el incremento de raíces no comerciales, lo cual podría atribuirse a que el cultivo no alcanza su máximo potencial productivo cuando se reduce el tiempo de desarrollo en campo. Investigaciones sobre fisiología del cultivo del camote indican que el rendimiento depende del equilibrio entre crecimiento vegetativo, formación de raíces tuberosas y disponibilidad de nutrientes en el suelo, factores que pueden verse afectados por el manejo agronómico y las condiciones ambientales (Onwueme & Charles, 1994).

Otro aspecto relevante observado en el estudio fue la variabilidad moderada registrada en los coeficientes de variación de algunas variables evaluadas, lo cual sugiere que el cultivo

respondió de manera heterogénea frente los tratamientos aplicados. Esta variabilidad puede estar relacionada con diferencias en las características físicas y químicas del suelo, variaciones microclimáticas y densidad poblacional del insecto, factores que influyen directamente en el desarrollo del cultivo y en la eficiencia de los métodos de control aplicados (Altieri & Nicholls, 2004).

De manera general, los resultados obtenidos en ambas localidades demuestran que la implementación de estrategias de manejo integrado, que incluyan el uso de hongos entomopatógenos y control químico, contribuye a reducir la incidencia de *Euscepes postfasciatus*. Además, se evidenció que la determinación adecuada de la fecha de cosecha constituye un factor determinante para optimizar el rendimiento comercial del cultivo y disminuir las pérdidas ocasionadas por la plaga. Estos resultados coinciden con lo reportado por el Centro Internacional de la Papa, que destaca la importancia de combinar prácticas culturales, biológicas y químicas para lograr un control eficiente y sostenible del picudo del camote (*Euscepes postfasciatus*) (CIP, 2013).

La baja severidad del daño observada en el presente estudio, donde únicamente se registró el nivel 1 dentro de la escala de severidad (0 – 5) y una afectación aproximada del 10% del total de los tubérculos evaluados, sugiere que las estrategias de manejo implementadas permitieron mantener las poblaciones de *Euscepes postfasciatus* por debajo del umbral económico de daño. El uso de hongos entomopatógenos como *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* ha demostrado eficacia en la reducción de poblaciones de insectos del suelo mediante infección directa del hospedador, lo que limita la progresión del daño hacia niveles severos (Lacey et al., 2015). En este sentido, los resultados obtenidos reflejan que las prácticas de manejo aplicadas en el estudio permitieron restringir el desarrollo poblacional del insecto, manteniendo niveles de daño bajos y contribuyendo a preservar la calidad comercial del producto.

Finalmente, los resultados obtenidos confirman que el manejo oportuno de *Euscepes postfasciatus*, junto con la determinación adecuada del momento de cosecha, constituye una estrategia fundamental para mejorar la productividad y calidad del cultivo de camote variedad INIAP-Toquecita en las condiciones edafoclimáticas de la provincia de Manabí, aportando información relevante para el desarrollo de programas de manejo integrado de plagas en sistemas productivos de camote.

CAPÍTULO V

5. Conclusiones

- De acuerdo con los resultados obtenidos, no se registraron diferencias estadísticas significativas ($p > 0,05$) entre las estrategias de manejo biológico, cultural y químico evaluadas para el control de *Euscepes postfasciatus*, sin embargo, sí se evidenció una reducción del daño en comparación con el tratamiento testigo, lo que indica una tendencia favorable a estos manejos en el control de la plaga.
- Los tratamientos que incluyeron el uso de hongos entomopatógenos (*Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*) y el control químico presentaron menores niveles de daño por *Euscepes postfasciatus* y mayores valores de rendimiento comercial en comparación con el tratamiento testigo, evidenciando una tendencia favorable en el manejo de la plaga.
- La fecha de cosecha influyó significativamente en la incidencia de *Euscepes postfasciatus*, observándose que el daño en raíces tuberosas aumentó conforme se incrementó el tiempo de permanencia del cultivo en campo, siendo las cosechas tardías las que presentaron mayor nivel de afectación.
- En función de los resultados obtenidos, se acepta parcialmente la hipótesis alternativa (H1), al demostrarse que la fecha de cosecha influyó significativamente en el daño por *Euscepes postfasciatus* y en el rendimiento del cultivo, así como que los diferentes manejos evaluados contribuyeron a reducir la afectación de la plaga.

CAPÍTULO VI

6. Recomendaciones

- Se sugiere implementar el uso de hongos entomopatógenos como *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* dentro de programas de manejo integrado de plagas en el cultivo de camote, debido a su efectividad en la reducción del daño ocasionado por *Euscepes postfasciatus*, como alternativas sostenibles al control químico.
- Se recomienda a los productores ajustar la fecha de cosecha, priorizando cosechar a partir de los 120 días después de la siembra, con el objetivo de mejorar el rendimiento comercial y reducir el nivel de daño ocasionado por *Euscepes postfasciatus*.
- Se recomienda promover nuevas investigaciones que evalúen dosis, frecuencia de aplicación y combinación de métodos de control para optimizar el manejo de *Euscepes postfasciatus* en diferentes condiciones agroecológicas.

BIBLIOGRAFÍA

Agudelo Becerra, D., Beltran Espitia, K. A., & Bolivar Perez, J. (2021). Revisión sobre los hongos *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* y *Trichoderma* spp como biocontrol de la garrapata *Rhipicephalus microplus*.

Agudelo, J., Pérez, M., & Gómez, L. (2021). *Eficacia de hongos entomopatógenos Beauveria bassiana y Metarhizium anisopliae en el control de Euscepes postfasciatus en cultivos de camote*. Revista Colombiana de Entomología, 47(2), 123-130.

Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2000). *Manejo ecológico de plagas: fundamentos y aplicaciones*. Ediciones Agroecológicas.

Altieri, M., & Nicholls, C. I. (2000). Teoría y práctica para una agricultura sustentable. Serie textos básicos para la formación ambiental. PNUMA. Red de Formación Ambiental para América Latina y el Caribe. México, 235.

C.W. (2020). InfoStat, versión 2020, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

Chalfant, R. B., Jansson, R. K., Seal, D. R., & Schalk, J. M. (1990). *Ecology and management of sweetpotato insects*. Annual Review of Entomology, 35(1), 157–180. <https://doi.org/10.1146/annurev.en.35.010190.001105>

CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, ME). 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. Un manual metodológico de evaluación económica. 38 p.

CIP, AVRDC, & IBPGR. (1991). Descriptores de la batata (Z. Huamán (ed.); International Board). International Board for Plant Genetic Resources. https://cropgenebank.sgrp.cgiar.org/images/file/learning_space/descrip_sweet_potato_spa_jpg.pdf.

Cisneros, Fausto y Alcázar, Jesús. Manejo Integrado del Gorgojo del Camote o Tetuán del boniato, *Cylas formicarius* (Fab.), en Cuba. 2001. Centro Internacional de la Papa (CIP). Lima, Perú. 138 p.

Cobeña, G; Cañate, E; Mendoza, A; Cárdenas, Guzmán, A.M. F.M, (2017). Manual técnico del cultivo de camote. Manual No. 106. INIAP, Estación Experimental Portoviejo. Manabí Ecuador. <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/4789>.

Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo

Follett, P. A. (2006). *Irradiation as a phytosanitary treatment for sweetpotato weevil (Euscepes postfasciatus)*. Journal of Economic Entomology, 99(2), 512–518. <https://doi.org/10.1603/0022-0493-99.2.512>

FRANCA et. al. 1993. Evaluación de germoplasma de batata dulce evaluando la resistencia a insectos de suelo. Primer Congreso de Olericultura. Río de Janeiro, Brasil. p. 177

INIAP (2020). *Catálogo nacional de variedades de raíces y tubérculos andinos*. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias del Ecuador.

Rivero Muñoz, Y. (2014). Comportamiento del rendimiento en el cultivo del boniato (*Ipomoea batatas* L.) a diferentes marcos de plantación (Doctoral dissertation).

Rivero, J. (2014). *Impacto de Euscepes postfasciatus en la producción de camote (Ipomoea batatas) y estrategias de manejo integrado*. Tesis de Maestría, Universidad Central del Ecuador.

Zimmermann. (2007). Review on safety of the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae*. *Biocontrol Science and Technology* 17 (9): 879 – 920

ANEXOS



Anexo 1. Preparación del terreno, localidad La Pipona, cantón Rocafuerte



Anexo 2. Preparación del terreno, localidad El Cady, cantón Portoviejo



Anexo 3. Instalación de sistema de riego



Anexo 4. Surcado para siembra



Anexo 5. Fertilización con Urea y 15 – 15 – 15 antes de la siembra



Anexo 6. Sistema de riego por goteo en el cultivo de camote



Anexo 7. Desmonte de maleza presentada en el cultivo de camote



Anexo 8. Toma de datos



Anexo 10. Corte longitudinal del camote para determinar el daño presentado por picudo del camote (*Euscepes postfasciatus*)