

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**EFECTO DE TRES ATRAYENTES EN EL
CONTROL DE *Cosmopolites sordidus* (PICUDO NEGRO) Y
Metamasius hemipterus (PICUDO RAYADO) EN TINGO MARÍA**

Tesis

**Para optar el título de:
INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR:
JEAN CARLOS OSPINO LINARES**

**Asesor:
JOSÉ LUIS GIL BACILIO**

Tingo María – Perú

2025



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María
FACULTAD DE AGRONOMÍA



Km 1.21 carretera Tingo María. Telf. (062) 561136 E.mall: fagro@unas.edu.pe

"AÑO DE LA RECUPERACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE LA ECONOMÍA PERUANA"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Nº 007-2025-FA-UNAS

BACHILLER : JEAN CARLOS OSPINO LINARES

TÍTULO : EFECTO DE TRES ATRAYENTES EN EL CONTROL DE *Cosmopolites sordidus* (PICUDO NEGRO) Y *Metamasius hemipterus* (PICUDO RAYADO) EN TINGO MARÍA

JURADO CALIFICADOR

PRESIDENTE : Ing. M.Sc. MIGUEL EDUARDO ANTEPARRA PAREDES
VOCAL : Ing. MANUEL TITO VIERA HUIMAN
VOCAL : Ing. CARLOS MIGUEL MIRANDA ARMAS

ASESOR : Blgo. M.Sc. JOSE LUIS GIL BACILIO

FECHA DE SUSTENTACIÓN : 07/05/2025

HORA DE SUSTENTACIÓN : 08:00 A.M.

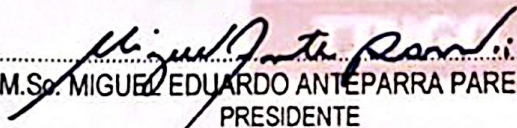
LUGAR DE SUSTENTACIÓN : Sala de Audiovisuales de la F.A.

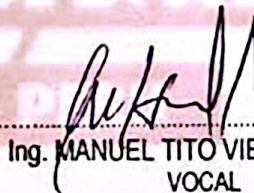
CALIFICATIVO : BUENO

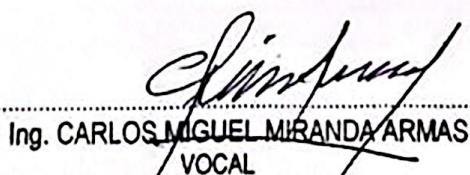
RESULTADO : APROBADO

OBSERVACIONES A LA TESIS : EN HOJA ADJUNTA

TINGO MARÍA, 07 DE MAYO DEL 2025


M.Sc. MIGUEL EDUARDO ANTEPARRA PAREDES
PRESIDENTE


Ing. MANUEL TITO VIERA HUIMAN
VOCAL


Ing. CARLOS MIGUEL MIRANDA ARMAS
VOCAL


M.Sc. JOSE LUIS GIL BACILIO
ASESOR



“Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana”

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 266 - 2025 - CS-RIDUNAS

El Jefe de la Unidad de Soporte Científico de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un índice de similitud no mayor del 25% (Art. 3° - Resolución N° 466-2019-CU-R-UNAS).

Programa de Estudio:

Agronomía

Tipo de documento:

Tesis	X	Trabajo de Suficiencia Profesional	
-------	---	------------------------------------	--

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE DE SIMILITUD
EFFECTO DE TRES ATRAYENTES EN EL CONTROL DE <i>Cosmopolites sordidus</i> (PICUDO NEGRO) Y <i>Metamasius hemipterus</i> (PICUDO RAYADO) EN TINGO MARÍA	JEAN CARLOS OSPINO LINARES	20 % Veinte

Tingo María, 12 de agosto de 2025.

 UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
UNIDAD DE SOPORTE CIENTÍFICO

ING. EINSTEIN A. ORTIZ MORALES
JEFE

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**EFECTO DE TRES ATRAYENTES EN EL
CONTROL DE *Cosmopolites sordidus* (PICUDO NEGRO) Y
Metamasius hemipterus (PICUDO RAYADO) EN TINGO MARÍA**

Autor	: Jean Carlos Ospino Linares
Asesor	: M. Sc. José Luis Gil Bacilio
Escuela Profesional	: Ciencias Agrícolas
Área de Investigación	: Cultivos Tropicales / Fitosanidad
Línea (s) de Investigación	: Diagnóstico, evaluación y manejo integrado de fitopatógenos, insectos plaga y arvenses en especies agrícolas y forestales
Eje temático de investigación	: Control de plagas
Lugar de ejecución	: Caserío La Cadena, distrito Luyando, provincia de Leoncio Prado -Huánuco
Duración del trabajo	: 6 meses
Financiamiento	: S/ 3 006,30

Tingo María – Perú. Junio, 2025



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María

VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN
UNIDAD DE GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

“Promoviendo la Calidad de la Investigación”

**FORMATO PARA REGISTRAR EL INFORME DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN
DEL TÍTULO UNIVERSITARIO**

Universidad : Universidad Nacional Agraria de la Selva
Facultad : Facultad de Agronomía
Escuela profesional/ : Agronomía
Departamento Académico
Título de la Tesis : Efecto de tres atrayentes en el control de *Cosmopolites sordidus* (picudo negro) y *Metamasius hemipterus* (picudo rayado) en Tingo María
Objetivo General : Evaluar el efecto de tres atrayentes en el control de *Cosmopolites sordidus* y *Metamasius hemipterus* en el caserío La Cadena, Tingo María.
Autor de la Tesis : Jean Carlos Ospino Linares
DNI : 70340284
Correo Electrónico : jean.ospino@unas.edu.pe
Asesor(es) : M. Sc. José Luis Gil Bacilio
Área de Investigación : Cultivos Tropicales / Fitosanidad
Grupo de Investigación : Diagnóstico fitosanitario y bioinsumos
Línea (s) de Investigación : Diagnóstico, evaluación y manejo integrado de fitopatógenos, insectos plaga y arvenses en especies agrícolas y forestales
Lugar de Ejecución : Caserío La Cadena, distrito Luyando, provincia de Leoncio Prado -Huánuco
Fecha de Inicio : Abril del 2024
Fecha de Término : Octubre del 2024
Presupuesto : S/ 3 006,30
Financiamiento : Propio (x) FIF () Externo ()

Según: Resolución: N° 461-2023-R-UNAS y Resolución: N° 295-2023-R-UNAS

DEDICATORIA

Agradezco a Dios por guiarme hacia el sendero adecuado y por su amor espiritual que me proporcionó la fuerza y la sabiduría esenciales para completar mi formación universitaria.

Expreso mi gratitud a mis padres: **Ettel Ospino Castañeda y Ketty Clara Linares Ramírez**, por apoyarme en la consecución de mis objetivos, no solo me respaldaron y aconsejaron, sino que también me inculcaron los principios que contribuyeron a mi desarrollo como individuo en la sociedad.

A mi hermana: **Valentina Nicoll Ospino Linares** y amigos por ofrecerme un respaldo continuo y demostrarme su afecto en todo momento.

A mi esposa: **Judith Vanessa Benito Salazar** y a mi hijo **Mael Alexander Ospino Benito**, quienes son los motores que promueven mis deseos de seguir superándome siempre

AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva - Tingo María, en especial a los distinguidos profesores de la Facultad de Agronomía, quienes generosamente compartieron sus vastos conocimientos, contribuyendo así de manera fundamental a mi crecimiento profesional.
- Mi gratitud hacia mi asesor, M. Sc. José Luis Gil Bacilio, por su apoyo constante y los valiosos consejos brindados durante la culminación de esta investigación de tesis.
- A los distinguidos miembros del jurado, M. Sc. Miguel Eduardo Anteparra Paredes, Ing. Manuel Tito Viera Huiman, Ing. Carlos Miguel Miranda Armas por sus sugerencias que han aportado de manera significativa a mejorar la presentación del informe de tesis.
- A mis colegas, cuya colaboración en la recolección de datos ha sido fundamental para la elaboración de esta tesis profesional. Su esfuerzo y contribución son invaluable en este proceso académico.

RESUMEN

El picudo negro (*Cosmopolites sordidus*) y el picudo rayado (*Metamasius hemipterus*) son plagas significativas que afectan los cultivos de plátano en la región de Tulumayo, Tingo María. La necesidad de encontrar métodos de control más eficientes y sostenibles llevó a la evaluación de cinco tipos de trampas: tipo canoa, sándwich, cepa modificada, pitfall y cepa en pie. El estudio se centró en determinar la eficacia de estas trampas en la captura de ambas especies de picudos.

Los resultados mostraron que la trampa tipo canoa (T₂) fue la más efectiva, con un promedio de 472,5 especímenes capturados, seguida por la trampa tipo sándwich (T₁) con 320.5 especímenes. En cuanto a la distribución por especie, las trampas tipo pitfall (T₄) y tipo cepa modificada (T₃) capturaron el 53,06 % y 41,77 % de *C. sordidus*, respectivamente. Estas trampas demostraron ser más específicas para el picudo negro, mientras que las trampas tipo canoa y sándwich mostraron una mayor atracción general para ambas especies.

El estudio concluye que el uso de trampas específicas puede ser una estrategia efectiva para el manejo integrado de plagas en cultivos de plátano, reduciendo la dependencia de insecticidas químicos y minimizando el impacto ambiental. La implementación de estas trampas, especialmente las tipo canoa y pitfall, puede contribuir significativamente al control de *C. sordidus* y *M. hemipterus*, mejorando la productividad y sostenibilidad de los cultivos en la región.

Palabras clave: *Cosmopolites sordidus*, *Metamasius hemipterus*, trampas, control de plagas, plátano.

ABSTRACT

The black palm weevil (*Cosmopolites sordidus*) and the striped palm weevil (*Metamasius hemipterus*) are significant pests affecting plantain crops in the Tulumayo region of Tingo María. The need to find more efficient and sustainable control methods led to the evaluation of five types of traps: canoe, sandwich, modified strain, pitfall, and standing strain. The study focused on determining the effectiveness of these traps in capturing both weevil species.

The results showed that the canoe trap (T2) was the most effective, with an average of 472.5 specimens captured, followed by the sandwich trap (T1) with 320.5 specimens. Regarding species distribution, the pitfall trap (T4) and modified strain trap (T3) captured 53.06% and 41.77% of *C. sordidus*, respectively. These traps proved to be more specific for the black palm weevil, while the canoe and sandwich traps showed greater overall attraction for both species.

The study concludes that the use of specific traps can be an effective strategy for integrated pest management in plantain crops, reducing dependence on chemical insecticides and minimizing environmental impact. The implementation of these traps, especially the canoe and pitfall traps, can significantly contribute to the control of *C. sordidus* and *M. hemipterus*, improving crop productivity and sustainability in the region.

Keywords: *Cosmopolites sordidus*, *Metamasius hemipterus*, traps, pest control, plantain.

ÍNDICE

Página

RESUMEN	
ABSTRACT	
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Generalidades del cultivo de banano.....	3
2.2. Problemas fitosanitarios del banano.....	6
2.3. Métodos de control de picudos en banano.....	8
2.3.1. Cosmolure: Feromona de agregación.....	9
2.4. Antecedentes.....	10
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
3.1. Lugar de ejecución.....	13
3.2. Materiales y métodos:.....	13
3.2.1. Procedencia del material vegetal.....	13
3.2.2. Diseño estadístico	13
3.2.3. Metodología	16
3.2.4. Desarrollo del experimento.....	17
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	20
4.1. Identificación de incidencia de especímenes de picudo.....	20
4.2. Fluctuación poblacional de los picuos en las trampas.....	22
4.2.1. Fluctuación del picudo negro	27
4.2.2. Fluctuación del picudo rayado	28
4.2.3. Análisis de la proporción de captura de hembras y machos (%).....	29
4.3. Análisis diferencial de la dinámica poblacional de <i>C. sordidus</i> y <i>M. hemipterus</i> y su Influencia en la producción de plátano.....	33
4.4. Análisis costo-beneficio e impacto en la producción agrícola	34
V. CONCLUSIONES	37
VI. PROPUESTAS A FUTURO	38
VII. REFERENCIAS	39
ANEXOS.....	43

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Componentes en estudio	16
2. Descripción de los tratamientos en estudio.....	16
3. ANVA de la fluctuación poblacional de los picuros en las trampas.....	25
4. Media de captura total de cada tratamiento en estudio.....	27
5. Proporción de captación de machos y hembras en cada tratamiento	32
6. Análisis costo-beneficio de los tratamientos evaluados.....	37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Ubicación geográfica del proyecto de investigación	15
2. Croquis del experimento	17
3. Feromona Cosmolure	18
4. Niveles de infestación de picudo negro	23
5. Niveles de infestación del picudo rayado.....	24
6. Fluctuación poblacional del picudo negro	30
7. Fluctuación poblacional del picudo rayado.....	31
8. Proporción de machos y hembras capturados	34
9. Mezcla del agua con el insecticida para su posterior aplicación.....	45
10. Galonera con la feromona instalada.....	45
11. Establecimiento de las trampas de forma segura	46
12. Dosificación de los tratamientos con atrayente y frutos dulces	46
13. Recolección de insectos atraídos por los cebos de los tratamientos (T ₄ -R ₂).....	47
14. Presencia de picuro negro en la plantación	47
15. Presencia de picudo rayado en la plantación.....	48
16. Visita del asesor de tesis para orientar una correcta ejecución.....	48
17. Visita del jurado de tesis para verificar la ejecución de la tesis.....	49
18. Picudos rayados y negros capturados y extraídos para su evaluación	49
19. Camuflaje de las trampas con hojas de plátano	50
20. Preparación y dosificación de Cosmolure en trampas para monitoreo en plátano. ...	50
21. Apertura de ventanas laterales en las galoneras para elaboración de las trampas.....	51
22. Identificación de trampas con los tratamientos asignados para la aplicación.....	51
23. Dosificación de los tratamientos para ser aplicados	52
24. Presencia de picudo rayado en pseudotallo de plátano	52
25. Picuro negro hembra (a) – macho (b)	53
26. Picuro rayado macho (a) – hembra (b).....	53

I. INTRODUCCIÓN

En el caserío La Cadena, distrito de Luyando, provincia de Leoncio Prado, Huánuco, la producción agropecuaria enfrenta una amenaza significativa debido a la creciente incidencia de plagas que afectan cultivos de alto valor económico. Es importante destacar que, en esta región, el plátano (junto con el banano) representa uno de los cultivos fundamentales para la economía local, por lo que su deterioro afecta directamente la seguridad alimentaria y los ingresos de los agricultores (INEI, 2023). Entre las principales especies que comprometen la productividad agrícola se encuentran *Cosmopolites sordidus* (picudo negro) y *Metamasius hemipterus* (picudo rayado), cuya presencia genera pérdidas considerables en la producción, afectando directamente la rentabilidad y sostenibilidad del sector (Schoeman, 2017; Murillo, 2020). A pesar de la implementación de métodos convencionales de control, como la aplicación de insecticidas y el uso de trampas tradicionales, estos han demostrado una eficacia limitada, lo que subraya la necesidad de estrategias más eficientes y sostenibles (Alpízar et al., 2012; Zapata et al., 2019).

En este contexto, la presente investigación tiene como propósito evaluar la eficiencia de diferentes modelos de trampas de galonera en combinación con distintos atrayentes, incluyendo piña + melaza, etanol + extractos de alcanfor y eugenol, y la feromona Cosmolure, con el fin de determinar su efectividad en la captura de *Cosmopolites sordidus* y *Metamasius hemipterus*. Se reconoce que la protección del plátano es crucial para garantizar la continuidad de la producción y la estabilidad económica de la región (De Souza, 2021). La identificación del sistema más eficaz permitirá fortalecer las estrategias de manejo integrado de plagas, optimizando los métodos de control disponibles para los productores (Tinzaara et al., 2011).

El desarrollo de esta investigación se justifica en la necesidad de generar alternativas de control que no solo sean técnicamente efectivas, sino también económicamente viables y ambientalmente sostenibles, especialmente en el contexto de cultivos de plátano (Schoeman, 2017; Murillo, 2020). La obtención de datos científicos precisos sobre la eficiencia de diversos modelos de trampa y atrayentes permitirá optimizar las decisiones en el manejo fitosanitario, promoviendo una drástica reducción en el uso de insecticidas (Alpízar et al., 2012). Esto, a su vez, contribuirá a la estabilidad y crecimiento de la producción del plátano, un cultivo de alto valor que sustenta la economía local, asegurando que los agricultores puedan mantener altos estándares de productividad y calidad en sus plantaciones (Zapata et al., 2019).

Los resultados de este estudio proporcionarán herramientas para mejorar la gestión de plagas en sistemas productivos similares, beneficiando directamente a los agricultores de la

región y fortaleciendo las estrategias de manejo agroecológico. La protección del plátano, como cultivo de alto valor, se verá directamente beneficiada al implementar un control más efectivo de las plagas. A partir de la evidencia obtenida, se plantea la hipótesis de que la feromona Cosmolure, en combinación con un modelo de trampa de galonera optimizado, permitirá una captura significativamente mayor de *Cosmopolites sordidus* y *Metamasius hemipterus* en comparación con los demás tratamientos evaluados.

Objetivo general:

Evaluar el efecto de tres atrayentes en el control de *Cosmopolites sordidus* y *Metamasius hemipterus* en el caserío La Cadena, Tingo María.

Objetivos específicos:

- a) Determinar el tratamiento más eficiente en la captura de machos y hembras de *Cosmopolites sordidus* y *Metamasius hemipterus*.
- b) Estudiar la fluctuación poblacional de *C. sordidus* y *M. hemipterus* considerando los distintos tratamientos.
- c) Realizar el costo beneficio de los tratamientos en estudio.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Generalidades del cultivo de banano

El cultivo de banano (*Musa spp.*) es una planta herbácea monocotiledónea perenne que es cultivada en zonas tropicales y subtropicales (Yanes, 2017). Las plantas de banano llegan a alcanzar una altura de dos a tres metros, con un diámetro del pseudotallo de 20 cm en promedio, conformado por las vainas de las hojas. El tallo es un cormo subterráneo con una estructura cónica asimétrica y eje central curvo, del cual brotan raíces y yemas vegetativas (Pacheco, 2014).

Las hojas nuevas están presentes como rollos apretados en el pseudotallo que deben abrirse paso para que salga la lámina foliar. Las láminas de las hojas pueden medir hasta unos cinco metros de largo por un metro de ancho. El tallo floral aparece cuando se han producido alrededor de 20 hojas adultas. La inflorescencia está conformada por cimas protegidas por brácteas con un contorno cilíndrico en la parte superior. El fruto es alargado de forma cilíndrica, sin semillas y de piel amarilla cuando está maduro (Carrillo, 2004).

a) Origen del cultivo de banano

El banano es originario del Sudeste de Asia, específicamente en las junglas de Malasia, Filipinas e Indonesia, sitios que hasta la fecha producen banano. Se cree que en la Edad Media los árabes llevaron la fruta a África y que precisamente el nombre dado tiene que ver con un vocablo árabe que significaba “dedo”. Los misioneros portugueses llevaron y desarrollaron su cultivo en las Islas Canarias. Fue introducido por los españoles al Nuevo Mundo, siendo en 1516 el inicio de la siembra en Santo Domingo (República Dominicana), para posteriormente extenderse al resto del Caribe y América Latina. Pero sería a finales del siglo XIX cuando se convirtió en un cultivo de gran interés económico, permitiendo a los productores encontrar grandes clientes en Estados Unidos y Europa (Marzioni, 2016).

b) Importancia del cultivo de banano

El banano es un cultivo muy importante en el mundo. Puede encontrarse en estado silvestre, semisilvestre y en forma comercialmente cultivada. Este cultivo puede reconocerse como el más difundido del mundo por su importancia en la alimentación de millones de personas y su enorme impacto económico y cultural, especialmente en países en desarrollo (Tejeda, 2003).

En muchos países en desarrollo, gran parte de la producción de banano se destina al autoconsumo o se comercializa localmente, desempeñando así una función primordial en la seguridad alimentaria. No es posible determinar el valor exacto del cultivo

puesto que sólo la séptima parte de los bananos producidos llegan al mercado internacional. El valor total del comercio internacional de banano fluctúa entre 4 500 y 5 000 millones de dólares americanos anuales. América Latina es la primera región respecto a producción de la variedad Cavendish, seguida de Asia (Jiménez, 2006).

El banano se cultiva en muchas regiones tropicales y tiene importancia fundamental para la economía de varios países en desarrollo. En términos de producción, el banano es el cuarto cultivo alimenticio más importante del mundo después del arroz, el trigo y el maíz. Adicionalmente el banano es un alimento básico y un producto de exportación, los bananos incluidos los plátanos y otros tipos de bananos de cocción, contribuyen a la seguridad alimenticia de millones de personas en gran parte del mundo en desarrollo, proporcionando ingresos y empleo a las poblaciones rurales (Rivera, 2018).

En el Perú, el cultivo del plátano (*Musa* sp.) se caracteriza por ser una valiosa alternativa para la economía y la alimentación familiar, dado su alto contenido de hidratos de carbono, potasio, magnesio, ácido fólico, entre otros. Este valor nutricional es conocido y aprovechado por la población de la selva central que lo consume de manera habitual en su dieta. A nivel nacional, se cultivan alrededor de 160 000 ha de plátanos; de ellas, la principal y mayor área de cultivo, aproximadamente el 70 %, se encuentra ubicada en la selva con una producción aproximada de 500 arrobos/hectárea/año (INEI, 2023). En la selva central, su siembra y explotación afronta problemas técnicos como consecuencia de un manejo agronómico ineficiente y escasa inversión, que limita su producción y productividad. Entre los principales clones comerciales tenemos las variedades «Inguiri», «Isla» y «Seda», los clones «Bizcochito», «Palillo» y «Morado» tienen mayor importancia en la seguridad alimentaria que en la economía (Rivera, 2018).

Es consumido en forma de fruto, harina, cocido, o en frituras (chips o chifles), mediante su componente productivo, transformación y mercado, pone el presente manual al alcance de agricultores y agricultoras, con el propósito de transferir información tecnológica que ayude a mejorar el manejo del cultivo de plátano basado en experiencias desarrolladas en los últimos años, las mismas que han sido evaluadas a través del proyecto de investigación en plátano y banano, y las diversas actividades de capacitación y seguimiento realizadas en campos de los agricultores (DESCO, 2012).

En relación al mercado externo, a medida que las áreas del cultivo de banano han aumentado en la zona norte, el Perú ha escalonado rápidamente posiciones como país exportador. Las exportaciones de banano peruano muestran una tendencia creciente, desde los inicios de las primeras exportaciones en el año 2000 que sumaron 856 tn hasta el año 2023

que los niveles de exportación llegaron a 123 579 tn, reflejando un aumento de 14,33 % en dicho periodo, cifra muy significativa que refleja el potencial exportador de este producto. Los principales mercados de destinos de nuestras exportaciones son Holanda 47 %, Estados Unidos 19 %, Alemania 12 %, Bélgica 8 % y Japón 5 % (INEI, 2023). Otros destinos a los que se exporta esta fruta en menor cantidad son Corea, Reino Unido y Canadá (Asociación de Exportadores, 2014). Para el buen desarrollo del cultivo comercial de banano es importante considerar los siguientes requerimientos:

c) Requerimientos climáticos

Soto (2016), sostiene que para que el cultivo de banano se desarrolle con normalidad, deberán tomarse en cuentas sus principales exigencias como:

Clima:	Zonas húmedas y cálidas
Temperatura anual media:	28 °C
Temperatura mínima:	18 °C
Temperatura máxima:	35 °C
Precipitación anual:	1800 mm
Radiación:	1500 horas-luz/año

d) Requerimientos edáficos

El banano una especie muy exigente en cuanto al tipo de suelo, principalmente si se trata de clones de alta productividad. Los suelos aluviales, a pesar de su relativa heterogeneidad, constituyen la mejor opción para la siembra del banano, siempre que no sean terrenos bajos y se maneje adecuadamente el drenaje. Le siguen en actitud los suelos derivados de cenizas volcánicas jóvenes, como los de la zona de Quevedo, que son muy profundos. La textura recomendable varía de franco arenoso a franco arcilloso, aunque clones como el Grand Nain, se comportan bien en suelos con textura arcillosa, provistos de un buen sistema de drenaje (Barzola & Villalba, 2015).

e) Requerimientos nutritivos

El banano requiere de elementos químicos indispensables para el crecimiento y producción de la planta denominados elementos esenciales. Algunos de estos son suplidos por el aire y el agua (carbono, hidrógeno y oxígeno) y otros por el suelo. Los elementos nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre son requeridos en mayores cantidades por

la planta, por lo que se llaman elementos mayores o macronutrientes. Otros en cambio son requeridos en muy bajas cantidades y se les conoce como elementos menores o micronutrientes, entre los cuales están: zinc, boro, cobre, hierro, manganeso y molibdeno (Carrillo, 2004).

2.2. Plagas en estudio

El cultivo de banano presenta varios problemas fitosanitarios entre los que se destacan las enfermedades como sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*), sigatoka amarilla (*Mycosphaerella musicola*), mal de Panamá (*Fusarium oxysporum*), Moko (*Ralstonia solanacearum*), pudriciones en el pseudotallo, cormo y rizoma (*Erwinia* spp.). Además, los virus que pueden atacar al banano son *Banana Streak Virus* (BSV), *Banana Mosaic Virus* (BMV), *Banana Mild Mosaic Virus* (BMMV), *Banana Dieback Virus* (BDV), entre otros (Pacheco, 2014). Entre los insectos plagas que representan pérdidas económicas para el banano se tiene: picudo negro (*Cosmopolites sordidus*), picudo rayado (*Metamasius hemipterus*), thrips de la flor (*Frankliniella parvula*), barrenador gigante (*Castniomera humboldti*) y gusano peludo (*Ceramidia* sp.). Los nemátodos que mayor daño causan son *Radopholus similis* y en segundo lugar son *Helicotylenchus* sp., *Pratylenchus* sp. y *Meloidogyne* sp. (Bermeo, 2010).

a) Picudo negro (*Cosmopolites sordidus*)

El picudo negro es un insecto holometábolo (metamorfosis completa), los adultos miden entre 10-15 mm de largo y cuatro mm de ancho, poseen fuertes élitros y un rostro (pico) pronunciado. Al inicio es marrón rojizo, después se vuelve generalmente negro, aunque también se deseca teniendo un aspecto grisáceo (Tazán, 2003).

Las hembras ovipositan entre 10-270 huevos (Orellána, 2007). La postura generalmente la hace en el tallo cortado o podrido o en una cepa viva, con el aparato bucal realizan orificios y en cada uno de ellos colocan un huevo. El punto preferido para la oviposición es entre las escamas de la vaina de la hoja o en la corona del rizoma sobre la superficie del suelo (Vergara, 2015).

Los picudos, presentan hábitos nocturnos, durante el día permanecen escondidos cerca del rizoma o entre las vainas de las hojas de la planta. Las larvas de picudo negro realizan perforaciones en el cormo y pseudotallo, destruyendo el sistema radical, impide mayor anclaje, debilitando a las plantas, las cuales tienden a volcarse con facilidad provocando pérdidas en los rendimientos, además impide que se desarrollen nuevas yemas vegetativas y hojas con lo cual el periodo de vida de la plantación será menor (Monserrate, 2010).

Entre los daños indirectos se tiene que la producción y la vida útil de la plantación se reducen, obligando al productor a tomar medidas de control químico con productos altamente

tóxicos, que aumentan los costos de producción y a la contaminación del agroecosistema. Por las heridas o galerías causadas en el corno se introducen microorganismos patógenos que alteran el normal desarrollo de la planta, pudiendo incluso causar pudriciones y hasta la muerte de la planta (Monserrate, 2010).

b) Picudo rayado (*Metamasius hemipterus*)

El picudo rayado es una plaga secundaria en cultivos de musáceas. Originalmente fue una plaga de la caña que se expandió desde el Caribe hasta el centro de América del Sur, causa serios daños al destruir los tejidos y debilitar las plantas (Jiménez et al., 2012).

Se han registrado varios cultivos como hospederos de este insecto, entre los cuales sobresalen el plátano, el banano, caña de azúcar, la palma de coco y palma aceitera (Osorio, 2007). Adicionalmente se encuentran registros en *Zea mays*, *Bambusa guadua*, *Theobroma cacao* y cultivos de pastos (Sepúlveda & Rubio, 2009). Durán et al. (1998), lo reportan en las palmas *Asterogyne sp.*, *Astrocaryum sp.*, *Borassus sp.*, *Chamaedorea sp.*, *Elaeis guineensis*, *Hyophrobe werschaffeltii*, *Iriartea ventricosa*, *Jesseria bataua*, *Phoenix canariensis*, *Ravenia rivularis*, *Rystonia regia* y *Washingtonia robusta*.

El picudo rayado (*Metamasius hemipterus*) se encuentra distribuido en Argentina, Bolivia, Brasil, Uruguay, Guyana, Venezuela, todos los países de Centro América, Estados Unidos, Surinam, Trinidad, India, África occidental y Antillas (Sepúlveda & Rubio, 2009), y en todas las zonas productoras de banano del país. En algunas regiones puede ser considerado de mayor importancia económica que el picudo negro, sin embargo, se la considera como una plaga secundaria del cultivo de banano (Andrade, 2013).

Al igual que el picudo negro es atraído por las fermentaciones segregadas de las heridas producidas en la planta por otros insectos como el picudo negro y por los desniveles nutricionales de potasio y boro que presente el cultivo (Andrade, 2013).

La presencia del picudo rayado está relacionada con plantaciones en mal estado y con deficiencias de potasio. Se les encuentra en plantas con heridas, tejidos en descomposición y presencia de residuos de cosecha. Esta plaga por sí misma no es capaz de hacer heridas en los tallos, por lo que aprovecha el daño de otros insectos para penetrar en la planta y construir sus galerías en la cepa (PNUMA-UCR/CAR, 2009).

El picudo rayado, aunque es considerado como una plaga secundaria en el cultivo de banano y plátano, es una plaga muy representativa en caña de azúcar; es atraído por la fermentación producida en heridas o en lugares que han sido afectados por otros

barrenadores, con frecuencia estas infestaciones se encuentran asociadas con el picudo negro (Andrade, 2013).

2.3. Métodos de control de picudos en banano

a) Métodos culturales

Dentro de las estrategias de manejo para el control del picudo negro (*Cosmopolites sordidus*) y rayado (*Metamasius hemipterus*) en plantaciones de banano, se incluyen métodos culturales, biológicos y químicos. En cuanto a los métodos culturales, es fundamental eliminar los residuos de cosecha, como cormos y pseudotallos, cortándolos en trozos pequeños para evitar que funcionen como hospedaje, ya que estos insectos son atraídos por la humedad y los productos de la descomposición de las plantas cosechadas. A esto se suma la importancia del control de malezas, fertilizaciones oportunas y otras buenas prácticas agrícolas (Quijije, 2003). En lo que respecta a los métodos biológicos, existen diversos microorganismos (hongos, virus, bacterias, protozoarios, nemátodos y micoplasmas) que actúan de forma individual o en conjunto sobre las plagas. Destacan los hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*, los nematodos *Steinernema* y *Heterorhabditis* spp., que afectan tanto a larvas como a adultos, así como algunas cepas de *Bacillus thuringiensis* (Quijije, 2003; Rivera, 2018). Finalmente, los métodos químicos son los más empleados en plantaciones bananeras comerciales, donde se aplican nematicidas con acción insecticida en la base de la planta. Estos productos son de acción rápida y altamente eficaces; sin embargo, el picudo negro ha mostrado capacidad para desarrollar resistencia a muchos de ellos (Gold y Messiaen, 2000).

d) Feromonas y trampas

Las trampas con feromonas (sustancias químicas que mimetizan las secreciones de miembros de la misma especie para desencadenar respuestas específicas) son una tecnología que se utiliza para atraer insectos a una trampa. En las plantaciones de banano, las trampas con feromonas se utilizan para controlar el picudo negro del banano. La trampa se ceba con una feromona específica para el picudo y atrae tanto a insectos macho como a hembras (PROMUSA, 2022). Se recomienda usar cuatro trampas/ha. Si cada dos semanas se encuentra más de un picudo negro por trampa, es necesario establecer un control mediante captura masiva (Institut Technique Tropical, 2014).

El método de control basado en la utilización de feromonas de agregación está orientado a los insectos adultos, por lo que en ningún caso incide en la fase larvaria del insecto. Por lo tanto, los capturados son los que están en el terreno en el momento de la colocación de la trampa, pero además a medida que emergen nuevos adultos de las larvas que se desarrollan

en el interior de las plataneras estos serán atraídos y capturados igualmente. Este proceso es continuado en el tiempo mientras la trampa con feromonas funcione adecuadamente (Cabrera, 2016).

Eliminar del terreno un porcentaje importante de la población de adultos lleva como consecuencia inmediata la reducción del número de hembras que pueden aparearse y poner huevos que den lugar a nuevas larvas. Esta es una diferencia importante con otros métodos de control (Cabrera, 2016).

Otra forma de atrapar los picudos consiste en colocar partes de pseudotallos en el suelo para que actúen como trampas. Esta práctica tiene una eficacia variable puesto que los picudos se pueden salir, a menos que las trampas se ceben con insecticida. Los pseudotallos se siguen utilizando ampliamente, incluso en plantaciones comerciales (PROMUSA, 2022).

Estudios relatan el uso de trampas plásticas para la captura de insectos plagas, ya sea de tipo comerciales y en otras ocasiones, reciclando recipientes de diferentes productos, las cuales pueden aprovecharse para la elaboración de diferentes tipos de trampas; comúnmente llevan un atrayente en su interior para inducir la atracción de diferentes especies de insectos que ocasionan daños directos o indirectos dentro de los cultivos (Robles et al., 2011).

Para el control de picudo negro, Osorio et al. (2017), utilizaron cubos de plástico blanco de 4 L de 20 cm de diámetro por 20 cm de alto cebada con la feromona Cosmolure (sordidina) para su captura, evidenciando que las tasas de captura de dicho insecto fueron de 20,9 a 84,0 % especímenes para cuatro trampas/ha y 14,8 a 68,1 % de picudos para ocho trampas/ha, cantidades relativamente altas durante todo el período de captura en relación con los umbrales económicos donde un promedio de captura es de 16 a 28 picudos por trampa por mes.

Por otra parte, Luciani (2017), evaluó la eficiencia de cinco tipos de trampas para el control del *C. sordidus* y *M. hemipterus* en el cultivo de plátano en la zona de Tulumayo – Tingo María, Perú. En su estudio evidenció que las trampas tipo pitfall (baldes de plástico) cebadas con pedazos de pseudotallo, registraron capturas de 132, 200 y 21 especímenes de *M. hemipterus* y 166, 140 y 93 especímenes de *C. sordidus* en tres evaluaciones: julio-agosto, septiembre-octubre y noviembre-diciembre, respectivamente.

2.3. Cosmolure: Feromona de agregación

Para su manejo, se ha desarrollado el uso de feromonas de agregación, siendo Cosmolure una de las más destacadas en este ámbito (PROMUSA, 2022). Cosmolure es una feromona sintética que emula la señal química natural emitida por los individuos de *C. sordidus*

y *M. hemipterus* para atraer a otros congéneres, facilitando su congregación. Esta feromona es efectiva en atraer tanto a machos como a hembras de la especie, lo que la convierte en una herramienta útil para el monitoreo y control de la plaga. Al ser colocada en trampas estratégicamente distribuidas en el cultivo, Cosmolure induce la atracción de los insectos hacia estas, permitiendo su captura y reducción de la población en el campo (PROMUSA, 2022).

La implementación de trampas cebadas con Cosmolure se recomienda a una densidad de 4 a 5 trampas por hilera de 100 metros y un promedio de 16 20 trampas por hectárea. Estas trampas deben ser revisadas y mantenidas regularmente para asegurar su eficacia continua. Estudios han demostrado que el uso de estas trampas puede reducir el daño en el rizoma hasta en un 80 % durante un ciclo de cultivo, evidenciando su efectividad en el manejo de la plaga (Chemtica, 2021). Las formulaciones de Cosmolure están diseñadas para liberar la feromona de manera constante durante un periodo específico. Existen presentaciones que ofrecen una liberación efectiva de 30 días, mientras que otras, como el P160-Lure 90, extienden su funcionalidad hasta 90 días. Es crucial reemplazar las feromonas según las indicaciones del fabricante para mantener la eficacia del sistema de trampeo (Chemtica, 2021).

Para maximizar la efectividad de Cosmolure en programas de manejo integrado de plagas, es esencial considerar factores como la correcta instalación de las trampas, la densidad adecuada y el monitoreo constante de las poblaciones de *C. sordidus* y *M. hemipterus*. Además, la integración de esta herramienta con otras prácticas de manejo, como la eliminación de residuos de cosecha y la aplicación de controles biológicos, puede potenciar los resultados en la reducción de la plaga.

2.4. Antecedentes

Román et al. (2017) evaluó cuatro tipos de trampas (disco, sándwich, bisel y V) con la aplicación de *B. bassiana* en polvo mojable a razón de 10 gramos/trampa; cuyo objetivo fue evaluar el tipo de trampa más adecuada con aplicación de *B. bassiana* para el control biológico de *C. sordidus*. En una población de 500 plantas y una muestra de 216 plantas. Dando como resultados, al mejor tratamiento el T₄ (Tipo V) con mayor cantidad de insectos infectados, esto indica que este tipo de trampa es la más específica y adecuada para el control biológico de *C. sordidus*, obteniéndose una media general de 34,67 adultos infestados en la localidad de Masisea, 21,00 en Padre Abad y 14,67 en Iparía respectivamente.

Luciani (2017) confeccionó trampas con rodajas y porciones de pseudotallos de plantas en pie donde se cosechó el racimo y con baldes plásticos, las que se cubrieron con hojas de plátano para evitar la rápida deshidratación. Estas trampas se evaluaron cada 5 días hasta finalizar su periodo de atracción y se contabilizó número de picudos capturados por tipo de

trampa. La población de picudos (*C. sordidus* y *M. hemipterus*) disminuyeron con el uso de trampas; la mayor captura de ambos picudos se obtuvo en la trampa tipo canoa (T₂) (472.50), seguido de las trampas tipo sándwich (T₁) (320,50 especímenes colectados); el mayor porcentaje de captura de *C. sordidus* se obtuvo en trampas tipo Pitfall (T₄) y tipo ceпа modifica (T₃), con el 53,06 y 41,77 % de la población total de picudos capturados; las trampas tipo canoa (T₂) y tipo sándwich (T₁), tuvieron un mayor periodo de atracción, 45 días en la primera instalación (julio – agosto) con baja precipitación pluvial y 20 días para la trampa tipo canoa (T₂) en periodo de alta precipitación.

García (2020) utilizó trampas de colores para captura de insectos, uso material plásticas de color amarillo y marrón, especímenes de picudo rayado mostraron una mayor atracción por la coloración marrón dispuesta en posición horizontal. En condiciones de campo el único atrayente que permitió la captura de picudo negro fue la feromona: 65, 38, 17 y 10 especímenes fueron capturados a los 2, 5, 7 y 10 días respectivamente; mientras que el atrayente de piña permitió mayor captura de picudo rayado: 348, 287, 195 y 134 especímenes a los 2, 5, 7 y 10 días, respectivamente. La eficiencia de los atrayentes y trampas fue disminuyendo a media que aumentaba el número de días. No se encontraron diferencias estadísticas entre la posición horizontal y vertical de las trampas plásticas, pero, se evidenció mayor captura de insectos de las dos especies en trampas dispuestas horizontalmente (picudos negros: 78 insectos y picudos rayados: 1024 insectos) durante los cuatro días de evaluación. Los resultados del presente estudio sugieren que, el uso de trampas plásticas para la captura y monitoreo de picudo negro, utilizando feromona, y picudo rayado, utilizando piña, son eficientes y debería considerarse su aplicación en las plantaciones bananeras de la región. Palabras claves: Feromona, piña, picudos, trampas, banano.

Rauda-Cárdenas et al. (2024) llevaron a cabo un estudio con el objetivo de evaluar la eficiencia de cuatro tipos de trampas en la captura de *C. sordidus*. La investigación se desarrolló entre octubre de 2022 y febrero de 2023 bajo un diseño experimental en bloques, en el cual se probaron los siguientes tratamientos: una trampa artesanal con feromona, una trampa artesanal con material vegetal, y trampas elaboradas con pseudotallo de plátano. Los resultados obtenidos mostraron que la trampa con feromona fue la más efectiva, con una captura promedio de 7,9 insectos por semana. En contraste, la trampa artesanal con material vegetal registró un promedio significativamente menor de 1,5 insectos por semana, mientras que las trampas con pseudotallo de plátano alcanzaron una captura intermedia de 4,0 insectos por semana. Estos hallazgos resaltan la importancia del uso de feromonas en el manejo integrado de plagas en

cultivos de plátano, optimizando la captura de *C. sordidus* y reduciendo su impacto en la producción.

Alpízar et al. (2012) realizaron un estudio de trapeo masivo en plantaciones comerciales de banano, utilizando dos tipos de trampas específicas para cada especie de plaga objetivo. Para *C. sordidus*, se emplearon trampas de caída cebadas con feromona, mientras que para *M. hemipterus*, se implementaron trampas abiertas de galón cebadas con feromona y caña de azúcar. Se estableció un diseño de experimentación en dos parcelas de 5 hectáreas cada una, colocando cuatro trampas por hectárea para cada insecto. Tras un periodo de monitoreo de 10 a 12 meses, los resultados indicaron una disminución superior al 75 % en las tasas de captura de ambas especies, lo que evidencia la efectividad del trapeo con feromonas en el control poblacional. Además, se observó una reducción significativa del daño en el corno, con una disminución del 61 al 64 % en las parcelas tratadas con trampas en comparación con las parcelas de control. Como efecto secundario positivo, el peso de los racimos de banano se incrementó en un 23 %, lo que representó una mejora sustancial en la productividad del cultivo. En términos económicos, el costo anual estimado del trapeo con feromonas fue de aproximadamente \$185 USD por hectárea, mientras que el aumento en el valor de la producción derivado del mayor rendimiento se estimó en \$4 240 USD por hectárea.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Lugar de ejecución

El trabajo de investigación se llevó a cabo en el fundo don Jhoel Ramírez Rubina, situado en el caserío La Cadena, distrito de Luyando, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco, cuyas coordenadas geográficas en UTM son: 390791 m E, 8980294 m S; altitud: 547 msnm (Google Earth, 2023).



Figura 1. Ubicación geográfica del proyecto de investigación

La ciudad de Naranjillo, provincia de Leoncio Prado, región Huánuco; según la clasificación de Holdrige (1987), compete a una zona de vida de tipo Bosque muy húmedo premontano Tropical (bmh-PMT); (SENAMHI, 2024).

3.2. Materiales y métodos:

3.2.1. Procedencia del material vegetal

El material vegetativo fue obtenido de parcelas ya sembradas de 5 meses de edad, de la variedad bellaco hartón, el cual fue sembrado con hijuelos del mismo fundo.

3.2.2. Diseño estadístico

3.2.2.1. Componentes y tratamientos en estudio

Los componentes en estudio son los siguientes (Tabla 1):

Tabla 1. Componentes en estudio

Entradas (Feromona)	Unidad experimental (planta)	Salidas (Respuestas)
Sordidin	<i>Musa paradisiaca</i>	Captura total de machos/hembras

Los tratamientos del experimento, como las dosis de aplicación, fueron los siguientes (Tabla 2):

Tabla 2. Descripción de los tratamientos en estudio

Trat.	Factor B (Atrayente / Mezcla)	Contenedor / Aplicación
T ₁	Agua destilada estéril	Agua en galonera de 3,7 L
T ₂	Agua destilada estéril	Agua + insecticida en galonera de 3,7 L
T ₃	Feromona Cosmolure	Agua en galonera de 3,7 L
T ₄	Feromona Cosmolure	Agua + insecticida en galonera de 3,7 L
T ₅	Piña + melaza	Agua en galonera de 3,7 L
T ₆	Piña + melaza	Agua + insecticida en galonera de 3,7 L
T ₇	Etanol + Extracto de alcanfor	Agua en galonera de 3,7 L
T ₈	Etanol + Extracto de eugenol	Agua + insecticida en galonera de 3,7 L

3.2.2.2. Diseño experimental

Se uso el diseño completamente al azar (DCA), compuesto por ocho tratamientos, con cuatro repeticiones incluyendo el tratamiento testigo (T₁) y 4 evaluaciones al mes. El Modelo Aditivo Lineal del DBCA se representó en la siguiente ecuación (1):

$$Y_i = \mu + \tau_i + \epsilon_i \quad \dots (1)$$

Donde:

Y_i : Es la respuesta obtenida en la unidad experimental al cual se le aplicó el i-ésimo tratamiento.

μ : Efecto de la media general.

τ_i : Efecto del i-ésimo tratamiento

ε_{ij} : Efecto aleatorio del error experimental de la unidad experimental al cual se le aplicó el i-ésimo tratamiento.

Para:

i = 1, 2, 3,8 tratamientos

j = 1,2, 3 y 4 repeticiones

3.2.2.3. Características del campo experimental

a) Del área experimental:

Largo	: 181 m
Ancho	: 85,7 m
Área total	: 2,45 Ha
Número total de plantas a evaluar	: 256
Número total de plantas	: 6 125

b) Del tratamiento:

Largo	: 10,50 m
Ancho	: 1,25 m
Distancia entre tratamientos	: 3,9 m
Plantas por tratamiento	: 24

3.2.2.4. Croquis del experimento

El croquis para este presente trabajo de investigación será

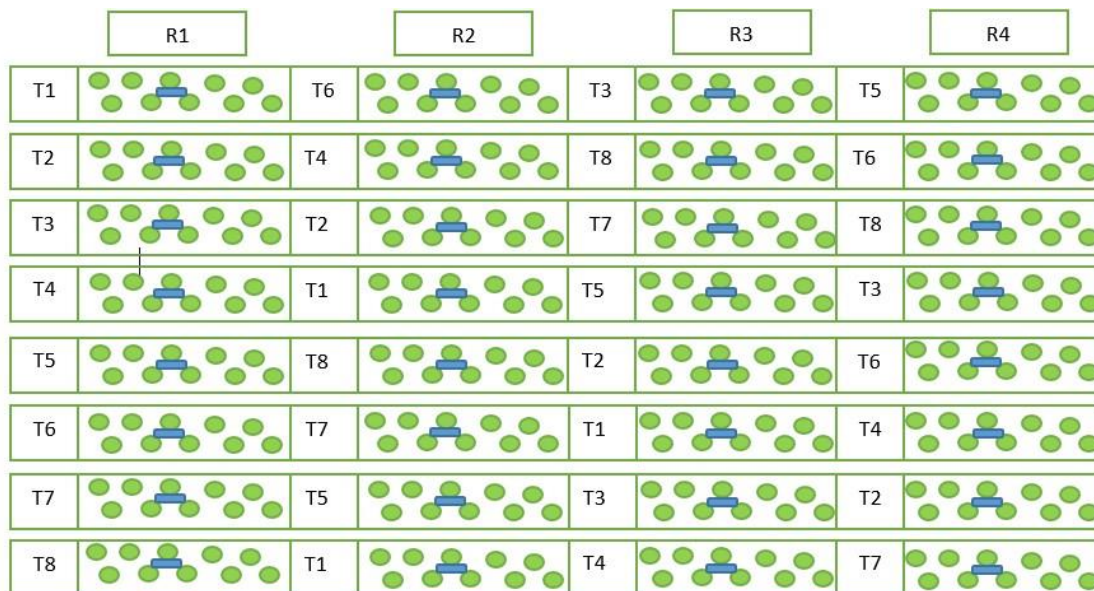


Figura 2. Croquis del experimento

La distribución de la parcela neta fue con 24 plantas en cada una de ellas, fueron 768 plantas totales, de las cuales se evaluaron 256 plantas, es decir 8 plantas por repetición.

3.2.2.5. Variables de estudio

a. Variables dependientes (Parámetro evaluar)

- Número total de individuos
- Número total de individuos machos
- Número total de individuos hembras
- Proporción de machos y hembras

b. Variables independientes

- Trampas
- Atrayentes

c. **Frecuencia de evaluación:** La evaluación fue cada semana por 5 meses.

3.2.3. Metodología

3.2.3.1. Eficiencia en la captura de *Cosmopolites sordidus* y *Metamasius hemipterus*

Para evaluar la eficiencia en la captura de ambas especies, se implementaron trampas tipo galonera de 3,7 L modificadas mediante cortes laterales (ventanas) que facilitan el ingreso libre de los insectos. Estas trampas se distribuyeron en el terreno experimental formando líneas, ubicadas cada 20 m con una separación de 10 m desde la orilla, logrando un total de 4 trampas por línea en una hectárea (área de 100 m x 100 m). Cada línea fue desplazada semanalmente 20 m respecto a su posición original, permitiendo cubrir el área completa en el transcurso de un mes. Los atrayentes utilizados incluyeron dos sustratos alimenticios (piña + melaza y etanol + extracto de alcanfor) y la feromona Cosmolure, que libera el ingrediente activo Sordidin con una duración de 30 días. Esta configuración permitió evaluar la respuesta de los insectos en términos de cantidad capturada, tanto de machos como de hembras, en condiciones de campo reales.



Figura 3. Feromona Cosmolure

3.2.3.2. Fluctuación poblacional de *C. sordidus* y *M. hemipterus*

La fluctuación poblacional se determinó mediante la recolección y conteo semanal de los insectos capturados en las trampas durante un periodo de 5 meses (20 evaluaciones, aproximadamente 4 por mes). Estos datos permitieron identificar los picos y caídas en la población de *Cosmopolites sordidus* y *Metamasius hemipterus* (separados en machos y hembras) en función de los tratamientos aplicados. El monitoreo continuo permitió relacionar los cambios en la actividad de vuelo y la respuesta a los atrayentes con variables ambientales y operativas, proporcionando información clave sobre la dinámica poblacional de la plaga.

3.2.3.3. Análisis económico de los tratamientos

El análisis económico se realizó evaluando los costos asociados a cada tratamiento durante los 5 meses de estudio. Se registraron los costos directos derivados de la mano de obra (incluyendo actividades como el acondicionamiento del terreno) y de los insumos (feromona Cosmolure, piña, melaza, etanol y extracto de alcanfor). Además, se consideró la frecuencia de reposición de atrayentes (cada 30 días) y el impacto de la aplicación de insecticida en las trampas, elementos que influyen tanto en la eficacia del control de picudos como en los costos de producción. La evaluación final permitió determinar cuál de los tratamientos ofrecía una mejor relación costo-beneficio, al reducir las pérdidas por daños en el cultivo y minimizar el gasto en controles fitosanitarios.

3.2.4. Desarrollo del experimento

Para la ejecución del experimento fue necesario realizar las siguientes actividades:

3.2.4.1. Obtención de atrayente

La feromona Cosmolure, que contiene el ingrediente activo Sordidin, fue obtenida y evaluada previamente por la empresa Procesadora Tropical S.A. Su efectividad para el control de *C. sordidus* y *M. hemipterus* fue verificada en ensayos preliminares, permitiendo su inclusión en el experimento junto a dos formulaciones de sustratos alimenticios (piña + melaza y etanol + extracto de alcanfor).

3.2.4.2. Preparación de las trampas

Se seleccionó un terreno con topografía plana para garantizar la uniformidad en la evaluación. Las trampas fueron elaboradas a partir de galoneras de 3,7 L, modificadas con cortes en cada cara lateral para formar ventanas. Esta configuración favorece el libre ingreso de los picudos. Los atrayentes, ya sea la feromona o los sustratos alimenticios,

fueron instalados en el interior de cada trampa, asegurando la exposición adecuada de los compuestos volátiles al ambiente.

3.2.4.3. Aplicación de los tratamientos

La aplicación de los tratamientos se llevó a cabo cada 15 días, tras la colocación inicial de las trampas. Durante cuatro oportunidades, se rotaron y reposicionaron los atrayentes siguiendo las recomendaciones de la ficha técnica del producto y las indicaciones de los especialistas. Este protocolo permitió evaluar la eficacia de la feromona Cosmolure (aplicada en dos modalidades: con agua sola en T₃ y con agua + insecticida en T₄) y compararla con los sustratos alimenticios, manteniendo condiciones homogéneas de aplicación en todo el experimento.

3.2.4.4. Control fitosanitario

Paralelamente al monitoreo de las trampas, se realizaron controles fitosanitarios en el cultivo de plátano. Se efectuaron inspecciones visuales para detectar la incidencia de la plaga y se aplicó el insecticida Fipronil en las plantas, cuando se superó el umbral de 2 gorgojos por trampa. Este control complementario es crucial para evitar que la presencia de picudos genere daños significativos en las plantas, impactando negativamente en el rendimiento de la parcela.

3.2.4.5. Identificación de machos y hembras

La identificación de machos y hembras se realizó mediante el examen detallado de los especímenes capturados, utilizando un microscopio estereoscópico para observar características morfológicas específicas. En el caso de *C. sordidus*, se distinguieron el sexo a partir de diferencias notorias en el rostrum, antenas y forma del abdomen. Los machos presentan un rostrum más alargado y delgado, junto con antenas de mayor longitud y segmentación definida, mientras que las hembras exhiben un rostrum más corto y robusto, y un abdomen más abultado, adaptado a la oviposición.

Adicionalmente, la evaluación del tamaño y la configuración del tórax permitió corroborar la diferenciación sexual. En los machos, el tórax tiende a ser más estrecho y alargado, con suturas y líneas internas más marcadas, lo cual facilita la aerodinámica necesaria para su elevada actividad de vuelo en la búsqueda de pareja (Tinzaara et al., 2011). En contraste, las hembras presentan un tórax más ancho y robusto, lo que se asocia con mayores requerimientos metabólicos para la producción y deposición de huevos, además de contar con una mayor densidad de setae que pueden contribuir a la dispersión de feromonas y al control térmico durante el proceso reproductivo (De Souza, 2021). Estas variaciones en la morfología

torácica, sumadas a las diferencias observadas en el rostrum, las antenas y el abdomen, proporcionan criterios fiables para la identificación precisa del sexo en *C. sordidus*.

En el caso de *Metamasius hemipterus*, la diferenciación sexual se determinó mediante un análisis detallado del segmento terminal del abdomen, en el que se identificaron características morfológicas distintivas que permiten separar a los machos de las hembras. En los machos, se observó que el abdomen presenta una configuración más esbelta y ligeramente cilíndrica, caracterizada por la presencia de estructuras esclerotizadas en el séptimo ventrite y apéndices laterales que actúan como procesos de soporte durante el apareamiento. Estas estructuras se presentan como protuberancias finas y alargadas, lo que facilita su identificación bajo condiciones de examen microscópico (Andrade, 2013).

Por otro lado, las hembras muestran un abdomen significativamente más ancho y voluminoso, adaptado a su función reproductiva. En ellas, el segmento terminal exhibe modificaciones evidentes en la región del subgenital plate, donde se puede apreciar una estructura más expandida y con mayor desarrollo de setae, que favorece la dispersión de feromonas y contribuye a la preparación para la oviposición. Además, la morfología del último ventrite en las hembras tiende a ser menos esclerotizada y más flexible, características que permiten el almacenamiento y la deposición de huevos en sitios estratégicos del hospedante (Sepúlveda & Rubio, 2009).

Estas diferencias morfológicas no solo son esenciales para la identificación taxonómica de la especie, sino que también tienen implicaciones en el comportamiento y en la estrategia de manejo de la plaga. La mayor robustez del abdomen en las hembras está relacionada con su capacidad para producir y depositar una cantidad considerable de huevos, lo que influye directamente en la dinámica poblacional de la plaga. En contraste, la morfología alargada y esclerotizada de los machos está asociada a una mayor movilidad y a una respuesta más activa a los estímulos químicos, lo que se traduce en una mayor tasa de captación en trampas feromonales (Osorio, 2007).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Determinar de incidencia de especímenes de picudo

Durante las evaluaciones se procedió a identificar la mayor identificación de las especies de picudos, determinando así la mayor población de la plaga, a lo largo del experimento se determinó una cantidad total de 1 747 individuos en total con una población identificada de 1709 de picudo negro y 38 de picudo rayado, como se pueden apreciar en las Figuras (4 y 5) respectivamente.

En la Figura 4 (picudo negro) se observa un patrón similar pero con cantidades totales mucho mayores, pues T₄ llega a capturar hasta 863 individuos y T₃ 741, evidenciando la clara dominancia de *Cosmopolites sordidus* en el ensayo (Murillo, 2020), ya que de un total de 1 747 picudos capturados, 1 709 correspondieron a Picudo negro y únicamente 38 a Picudo rayado. Este marcado predominio concuerda con diversos reportes que señalan a *C. sordidus* como la plaga principal en cultivos de musáceas (Schoeman, 2017; De Souza, 2021).

Este marcado predominio de *C. sordidus* sobre *M. hemipterus* puede explicarse por diversos factores ecológicos y etológicos. En primer lugar, *C. sordidus* exhibe un comportamiento criptobiótico, permaneciendo oculto en la base de las plantas hospedantes y desplazándose en respuesta a la disponibilidad de refugios y fuentes de alimento (Gold et al., 2001). Este hábito lo hace altamente dependiente de señales químicas para su orientación y localización de hospedantes, lo que explicaría su alta tasa de captura en trampas que emplean atrayentes basados en feromonas (Tinzaara et al., 2011).

Por otro lado, la baja incidencia de *M. hemipterus* (38 individuos en total) puede deberse a su menor afinidad por los atrayentes utilizados o a diferencias en sus hábitos de dispersión. *M. hemipterus* presenta una mayor movilidad y tiende a colonizar áreas más heterogéneas en busca de hospedantes alternativos, lo que podría reducir su susceptibilidad a los métodos de captura utilizados en este ensayo (Rochat et al., 2000).

Los resultados obtenidos refuerzan la necesidad de adaptar estrategias de manejo integrado de plagas considerando la biología y ecología específica de cada especie. En este contexto, el uso de trampas con feromonas representa una herramienta clave para la vigilancia y control de *C. sordidus*, pero su efectividad podría ser optimizada mediante la incorporación de otros métodos complementarios, como el uso de enemigos naturales o la implementación de prácticas agronómicas que reduzcan la disponibilidad de refugios para los insectos adultos

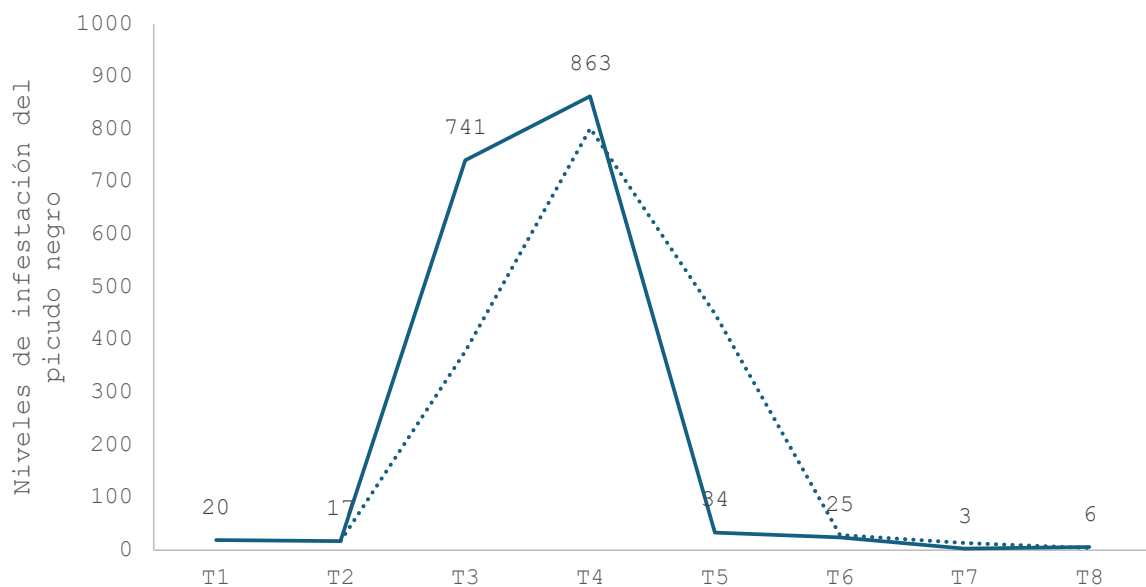


Figura 4. Niveles de infestación del picudo negro

Por su parte, la Figura 5 (Picudo rayado) se aprecia que los tratamientos T₄ y T₃ (Feromona Cosmolure) muestran los valores más altos de capturas con 14 y 13 individuos, respectivamente, mientras que el resto de los tratamientos presenta cifras menores (por ejemplo, T₅ con 6, T₆ con 3, T₁, T₂ y T₈ con 1, y T₇ con 0), lo cual sugiere una notable preferencia de *Metamasius hemipterus* por los compuestos volátiles producidos por la feromona (Zapata et al., 2019). El Tratamiento T₃ se fundamenta en la utilización de la feromona Cosmolure, cuyo ingrediente activo es el Sordidin, combinado con agua en una galonera de 3,7 L. Esta configuración permite una dispersión homogénea y sostenida del Sordidin, generando una señal química constante que simula estímulos naturales para *Cosmopolites sordidus* y *Metamasius hemipterus*. La liberación continua de compuestos volátiles es esencial en áreas con alta presión plaguística, ya que incrementa la probabilidad de captar un mayor número de insectos en búsqueda de alimento y oportunidades de apareamiento (De Souza, 2021; Murillo, 2020).

Por otro lado, el Tratamiento T₄ emplea la misma feromona Cosmolure, pero se complementa con la incorporación de un insecticida al agua. Este enfoque dual no solo conserva la capacidad atrayente del Sordidin, sino que también introduce un mecanismo letal que impide el escape de los insectos una vez ingresados a la trampa, maximizando la eficacia del control y reduciendo la reinfestación (Alpízar et al., 2012; Murillo, 2020). Esta combinación de atracción y retención resulta especialmente relevante en el marco del Manejo Integrado de Plagas, donde la reducción efectiva de la población es crucial para mitigar el daño en el cultivo.

La diferencia central entre T₃ y T₄ reside en su estrategia operativa: T₃ se enfoca en maximizar la atracción mediante una liberación sostenida de Sordidin en un medio acuoso,

mientras que T₄ potencia este efecto al incorporar un agente letal que asegura la eliminación de los insectos capturados. Este mecanismo combinado es decisivo, ya que los resultados obtenidos indican que ambos tratamientos capturan la mayor proporción de individuos, superando significativamente a sistemas que utilizan agua estéril o mezclas con menor potencia aromática (Schoeman, 2017; Zapata et al., 2019).

Adicionalmente, el diseño físico de las trampas, en particular el uso de galoneras modificadas con cortes laterales que facilitan el ingreso de los insectos, y la necesidad de renovar el atrayente cada 30 días para mantener su efectividad, son factores determinantes en el rendimiento del sistema de control. Las condiciones ambientales, como la temperatura y la humedad, influyen en la volatilidad del Sordidin, lo que refuerza la importancia de un mantenimiento riguroso para garantizar resultados óptimos (Zapata et al., 2019).

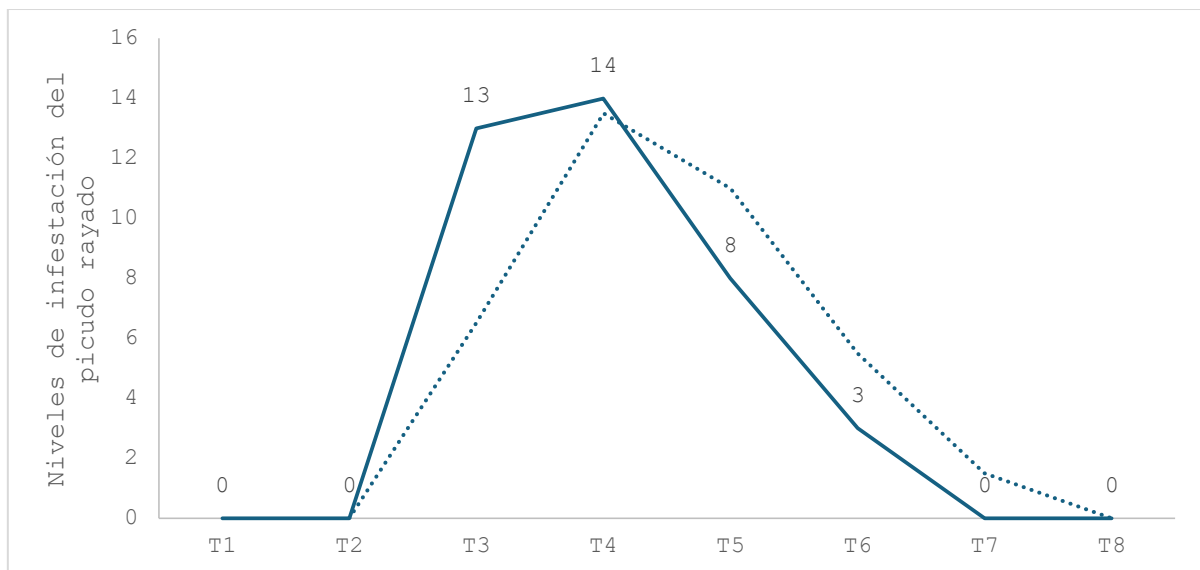


Figura 5. Niveles de infestación del picudo rayado

En consecuencia, T₃ y T₄ destacan como las alternativas más prometedoras para el manejo integrado de estos picudos, pues la alta emisión de compuestos volátiles en T₃ y la sinergia de etanol y alcanfor en T₄ parecen explicar por qué ambos tratamientos capturaron una mayor población de la especie más abundante (Picudo negro) y, aunque en menor medida, también del picudo rayado, lo que coincide con otros estudios que demuestran la efectividad de cebos fermentados o aromáticos en trampas masivas (Zapata et al., 2019).

4.2. Fluctuación poblacional de los picudos en las trampas

Los resultados del ANVA (Tabla 3) muestran claramente que existe una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,0001$) en la fluctuación poblacional de los picudos (Picudo negro + Picudo rayado) entre los ocho tratamientos evaluados. El estadístico F calculado ($\approx 16,20$) superó el valor crítico ($\approx 2,42$) para $\alpha=0,05$, con 7 grados de libertad para tratamientos

y 24 para el error, lo que indica que no todos los tratamientos tienen el mismo efecto sobre la abundancia de picudos capturados (Murillo, 2020). A partir de esta prueba global, se procedió a la separación de medias mediante un método de Tukey, obteniéndose un valor aproximado de 67 como diferencia mínima significativa al 5 % (Zapata et al., 2019).

Tabla 3. ANVA de la fluctuación poblacional de los picuros en las trampas

Fuente	SC	GL	CM (= SC/GL)	F = CMT_T/CME_E
Tratamientos	239856,47	7	34265,21	16,20
Error (res.)	50745,25	24	2114,39	–
Total	29 0601,72	31	–	–

Al ordenar las medias de cada tratamiento, se observa que el tratamiento T₄ (Cosmolure con agua + insecticida) obtuvo una media de 219,25, mientras que T₃ (Cosmolure con agua) alcanzó 188,50, conformando así el grupo “a” con la mayor cantidad de picudos capturados. La diferencia de 30,75 entre ambos tratamientos es inferior al umbral de significación de 67, lo que indica que, estadísticamente, T₃ y T₄ son equivalentes en términos de eficacia. Este hallazgo respalda la evidencia de que la liberación sostenida del ingrediente activo Sordidin genera un perfil volátil altamente atractivo para *C. sordidus* y *M. hemipterus*, facilitando la localización y captura de estos insectos (Schoeman, 2017; De Souza, 2021).

Estos resultados refuerzan la importancia del Cosmolure como atrayente efectivo para *Cosmopolites sordidus* y *Metamasius hemipterus*, debido a la liberación sostenida del ingrediente activo Sordidin, que genera un perfil volátil altamente atractivo para estos insectos (Schoeman, 2017; De Souza, 2021). El Cosmolure es una feromona de agregación formulada a base de Sordidin, el principal compuesto semioquímico emitido por los machos de *C. sordidus*. Además de Sordidin, su formulación incorpora otros compuestos volátiles que pueden actuar en sinergia para potenciar la atracción de los insectos, tales como: Monoterpenos (α -pineno, limoneno, mirceno) que contribuyen a la volatilidad del atrayente y pueden imitar compuestos presentes en los tejidos vegetales hospedantes, los sesquiterpenos (β -cariofileno, germacreno D) que están asociados a la respuesta olfativa de los picudos, mejorando la especificidad de la atracción y los alcoholes y ésteres derivados de ácidos grasos que potencian la persistencia del atrayente en el tiempo y pueden influir en la intensidad de la señal química (Tinzaara et al., 2011; Roachat et al., 2000).

El patrón estadístico observado sugiere que tanto T₃ como T₄ sobresalen por su capacidad para emitir de forma constante Sordidin, lo que resulta en una mayor atracción de los

picudos. En el caso de T₃, el uso exclusivo de Cosmolure con agua permite una liberación homogénea del ingrediente activo, maximizando la señal química que atrae a los insectos. En contraste, T₄ incorpora un insecticida en el agua, lo que no solo conserva el atractivo volátil del Sordidin, sino que también impide el escape de los insectos una vez que han ingresado a la trampa. Esta estrategia dual de atracción seguida de retención resulta crucial para optimizar la captura y, en consecuencia, para el control integrado de *C. sordidus* y *M. hemipterus* (Tinzaara et al., 2011; Zapata et al., 2019). El compuesto Sordidin actúa como feromona de agregación específica de *C. sordidus*. Este compuesto es liberado por los machos de la especie y provoca una respuesta de atracción tanto en individuos del mismo sexo como en hembras, generando un efecto de concentración de la plaga alrededor de la fuente emisora. Su elevada volatilidad permite que se disperse a distancia, facilitando la detección por parte de los insectos y promoviendo su movilización hacia las trampas (Tinzaara et al., 2011). No obstante, su eficacia se ve incrementada por la presencia de otros compuestos volátiles que complementan su acción y amplifican la señal química en el ambiente (Schoeman, 2017).

Dentro de estos compuestos secundarios, los monoterpenos, como el α -pineno, β -pineno y limoneno, desempeñan un papel clave en la sinergia con el Sordidin. Estas moléculas, de menor peso molecular y alta volatilidad, permiten una difusión más rápida de la señal química, facilitando la atracción de los insectos desde distancias mayores (De Souza, 2021). Se ha observado que los monoterpenos pueden actuar como precursores de la excitación sensorial en los picudos, activando sus receptores olfativos y promoviendo respuestas de orientación más eficaces. En particular, el limoneno ha sido identificado como un potenciador de la respuesta en plagas de curculiónidos, facilitando la detección del atrayente y generando un estímulo persistente que favorece la captura en trampas (Zapata et al., 2019).

Por otro lado, los sesquiterpenos, como el β -cariofileno y el germacreno D, contribuyen a modular la respuesta de los picudos al atrayente al desempeñar una función estabilizadora de la volatilización de la feromona principal. A diferencia de los monoterpenos, estos compuestos presentan una tasa de evaporación más lenta, lo que permite que la liberación del Sordidin sea más prolongada en el tiempo. El β -cariofileno, en particular, ha sido identificado como un compuesto clave en la atracción de picudos, ya que no solo potencia la acción de la feromona de agregación, sino que también influye en la preferencia de oviposición de las hembras (Tinzaara et al., 2011). Su presencia en el Cosmolure podría estar contribuyendo a incrementar la tasa de captura, al inducir un comportamiento de búsqueda de sustratos adecuados para la reproducción (De Souza, 2021).

Además, los alcoholes y ésteres derivados de ácidos grasos, como el 1-octen-3-ol, acetato de hexilo y acetato de butilo, actúan como agentes potenciadores de la persistencia del atrayente. Estos compuestos favorecen la estabilidad de la mezcla volátil y regulan la liberación controlada de los semioquímicos en el ambiente. Se ha documentado que el 1-octen-3-ol puede aumentar la sensibilidad de los receptores olfativos de insectos curculiónidos, lo que se traduce en una respuesta de búsqueda más activa y sostenida en el tiempo (Murillo, 2020). En combinación con el Sordidin, estos compuestos pueden contribuir a mejorar la atracción a largo plazo y optimizar la eficacia del Cosmolure en condiciones de campo (Schoeman, 2017).

La interacción entre estas sustancias volátiles no solo maximiza la eficiencia del atrayente, sino que también permite su integración dentro de estrategias de manejo integrado de plagas. La sinergia entre el Sordidin y los compuestos mencionados optimiza la captura de *C. sordidus* y *M. hemipterus*, reduciendo la necesidad de recurrir a insecticidas de amplio espectro. De este modo, la formulación del Cosmolure realizados en T₃ y T₄ representa un avance significativo en el control biotecnológico de estas plagas, al imitar señales químicas naturales y aprovechar la sensibilidad olfativa de los insectos para inducir su captura de manera efectiva (Zapata et al., 2019).

En comparación, los tratamientos T₁, T₂, T₅, T₆, T₇ y T₈, cuyas medias varían entre 10,50 y 0,75, conforman el grupo “b” (Tabla 4), evidenciando una eficacia significativamente inferior. Esta disparidad en el rendimiento entre grupos puede explicarse por la menor potencia de emisión de compuestos volátiles en estos tratamientos, lo que limita su capacidad para atraer a la población de picudos de manera efectiva.

Tabla 4. Media de captura total de cada tratamiento en estudio

Tratamiento	Media	Grupo
T ₄	219,25	a
T ₃	188,50	a
T ₅	10,50	b
T ₆	7,00	b
T ₁	5,00	b
T ₂	4,25	b
T ₈	1,50	b
T ₇	0,75	b

La equivalencia estadística entre T₃ (Cosmolure con agua) y T₄ (Cosmolure con agua + insecticida) se fundamenta en varios aspectos operativos y de comportamiento de los insectos. En ambos tratamientos, el componente clave es el Sordidin, que se libera de forma sostenida en el medio acuoso, generando un perfil volátil que resulta altamente atractivo para *Cosmopolites sordidus* y *Metamasius hemipterus*. Esta emisión constante logra atraer a una gran cantidad de adultos, alcanzando un nivel óptimo de captación que, en condiciones de campo, se ve reflejado en valores de media muy próximos entre T₃ y T₄.

Aunque T₄ incorpora un insecticida con el objetivo de retener a los insectos que ingresan a la trampa, en la práctica, el efecto de retención adicional no incrementa significativamente el número total de capturas, dado que la liberación del Sordidin ya proporciona una señal de atracción suficientemente potente. Según Alpízar et al. (2012), la función del insecticida en estos sistemas es garantizar la permanencia de los insectos en la trampa, sin alterar la eficacia del atrayente. Por otro lado, Murillo (2020) sugiere que, una vez alcanzado un umbral óptimo de captación mediante la liberación volátil, la incorporación de un agente letal puede tener un impacto marginal sobre el total de individuos capturados, especialmente cuando la trampa está diseñada para minimizar el escape de los insectos.

La similitud en la emisión de Sordidin y la eficiencia en la captación de picudos, tanto en T₃ como en T₄, demuestran que la adición del insecticida en T₄, aunque útil para la retención, no aporta una mejora significativa en el número total de capturas, lo que resulta en una equivalencia estadística entre ambos tratamientos. Esta premisa refuerza la idea de que la clave del éxito en estos sistemas radica en la capacidad de mantener una liberación sostenida y homogénea del componente activo, independientemente de la presencia de insecticida, siempre y cuando la trampa esté diseñada para maximizar la entrada y minimizar el escape de los insectos (Alpízar et al., 2012; Murillo, 2020).

Adicionalmente, el hecho de que T₃ y T₄ presenten medias muy altas en la captura de picudos se alinea con la dominancia del Picudo negro en la población (cerca del 98 % de los ejemplares), lo que realza la eficacia de estas feromonas para la especie plaga más relevante en banano/plátano (Schoeman, 2017; De Souza, 2021). Este resultado ofrece una base sólida para recomendar T₃ y T₄ como estrategias potenciales dentro de programas de Manejo Integrado de Picudos, pues al combinarse con un insecticida en la trampa, permiten reducir la población de manera significativa (Murillo, 2020). Además, se enfatiza la importancia de renovar periódicamente los cebos (cada 30 días, aproximadamente) para mantener la liberación de volátiles y asegurar la efectividad en el tiempo (Zapata et al., 2019).

Debido a que el picudo negro (con 1709 ejemplares) fue la especie dominante, la mayor diferencia entre tratamientos se explica por la captura de *Cosmopolites sordidus*. Si bien el picudo rayado (*M. hemipterus*) también se vio favorecido por T₃ y T₄, su abundancia fue menor, probablemente por la menor densidad de su población natural en la zona (Murillo, 2020) y por diferencias en las rutas de vuelo o preferencias específicas hacia ciertos volátiles (De Souza, 2021). No obstante, el hecho de que ambos tratamientos (T₃ y T₄) resultaran efectivos para atraer tanto al picudo negro como al picudo rayado confirma que las feromonas complementadas con cebos dulces/fermentados o compuestos aromáticos pueden funcionar de manera amplia dentro de la familia Curculionidae, aspecto que también ha sido reportado en estudios sobre trampas masivas (Zapata et al., 2019).

La alta captura observada en T₃ y T₄ sugiere su potencial aplicación en programas de manejo integrado de picudos, al incrementar la eficacia de las trampas y disminuir la población en campo. Además, resulta esencial renovar periódicamente estos atrayentes (aproximadamente cada 30 días) para mantener la liberación de volátiles y evitar la saturación o la descomposición del cebo (Zapata et al., 2019). Asimismo, el agregado de insecticida en el agua (Factor B) garantiza la mortalidad de los picudos que ingresan, impidiendo su escape y reforzando la efectividad del control (Alpízar et al., 2012).

4.2.1. Fluctuación del picudo negro

El picudo negro muestra una presencia constante en la mayoría de los tratamientos (Figura 6), con valores de captura que van incrementándose y decreciendo en función de la renovación de los cebos y de las condiciones ambientales (Murillo, 2020). Se destacan picos de población entre las semanas 10 y 14, así como en algunas repeticiones posteriores (semanas 16 a 18 en T₃ y T₄). Este comportamiento está alineado con la liberación continua de compuestos volátiles derivados del Sordidin, lo cual genera una atracción sostenida hacia la trampa (Zapata et al., 2019), además de la sinergia entre etanol y otros componentes aromáticos (Alpízar et al., 2012). El comportamiento fluctuante en la captura del Picudo negro se puede atribuir a una interacción compleja entre la renovación de los atrayentes y las variaciones ambientales, así como a la dinámica biológica inherente a la especie. Por un lado, la reposición periódica de los cebos garantiza una liberación intensa y renovada del Sordidin y otros compuestos volátiles, lo que provoca picos inmediatos en la atracción de los insectos. Estos picos reflejan el momento en que la trampa presenta una señal química óptima, maximizando la captación de individuos.

Por otro lado, las bajadas en la captura se deben a la degradación progresiva de la feromona y otros volátiles, lo que reduce gradualmente la intensidad de la señal hasta que se efectúa la siguiente reposición. Además, factores ambientales como la temperatura, la humedad y las precipitaciones influyen significativamente en la actividad de vuelo y en el comportamiento de búsqueda de alimento y pareja de los insectos. Condiciones climáticas adversas o fluctuaciones estacionales pueden disminuir la movilidad de la plaga, provocando períodos de baja captura (Zapata et al., 2019; Alpízar et al., 2012).

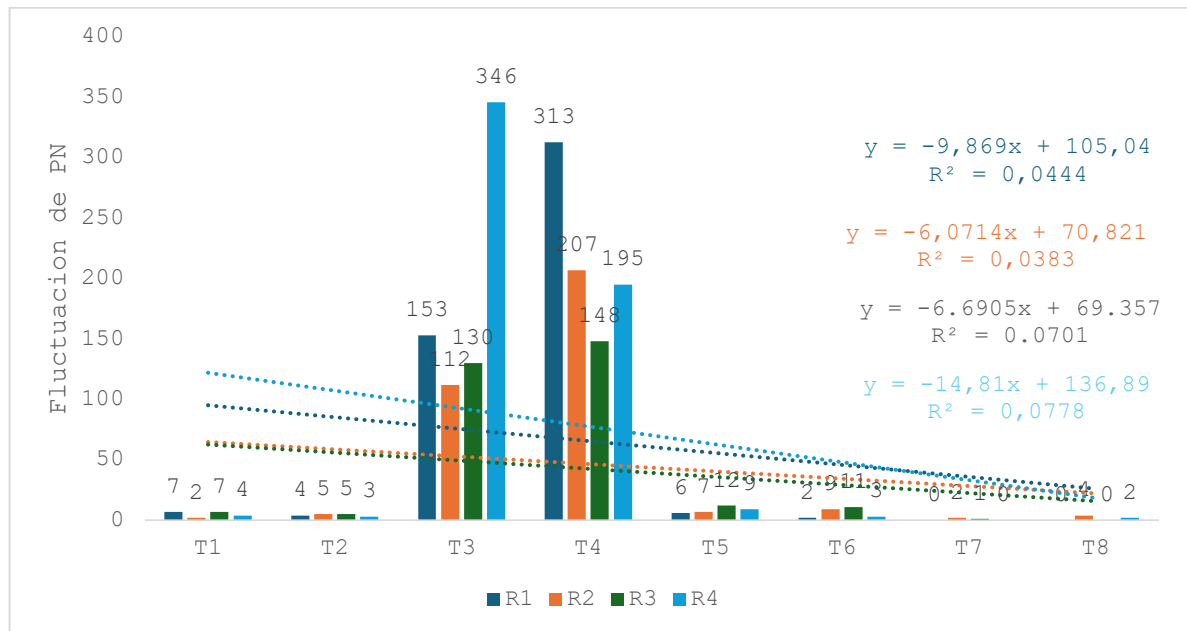


Figura 6. Fluctuación poblacional del picudo negro

4.2.2. Fluctuación del picudo rayado

En el caso del picudo rayado (Figura 7), las fluctuaciones observadas se caracterizan por incrementos aislados y menos pronunciados en comparación con el Picudo negro. Esta variabilidad se puede fundamentar en varios factores biológicos y ambientales. En primer lugar, la menor densidad poblacional natural de *M. hemipterus* reduce la probabilidad de capturas consistentes, lo que se traduce en picos esporádicos cuando se presentan condiciones ambientales óptimas o cuando el comportamiento dispersivo de la especie coincide con la liberación de volátiles (Murillo, 2020). Además, la respuesta olfativa de *M. hemipterus* a los compuestos emitidos por los atrayentes puede ser menos intensa o específica en comparación con la de *C. sordidus*, lo que provoca que sus capturas se concentren en tratamientos donde el perfil volátil es más fuerte, como en T₃ y T₄, pero sin generar grandes picos debido a una sensibilidad olfativa menor o a un umbral de respuesta más elevado (De Souza, 2021).

Adicionalmente, se debe considerar que *M. hemipterus* podría estar influenciada por condiciones microclimáticas o fenológicas distintas, lo que explicaría que sus picos de captura ocurran en semanas puntuales, como se observó en R₂ de T₃ en la semana 4 y la semana 17, en lugar de manifestarse de manera constante. Estas variaciones podrían estar asociadas a cambios en la disponibilidad de recursos, en la temperatura y en la humedad, factores que inciden de forma diferenciada en la actividad de vuelo y en la dispersión de esta especie (Murillo, 2020).

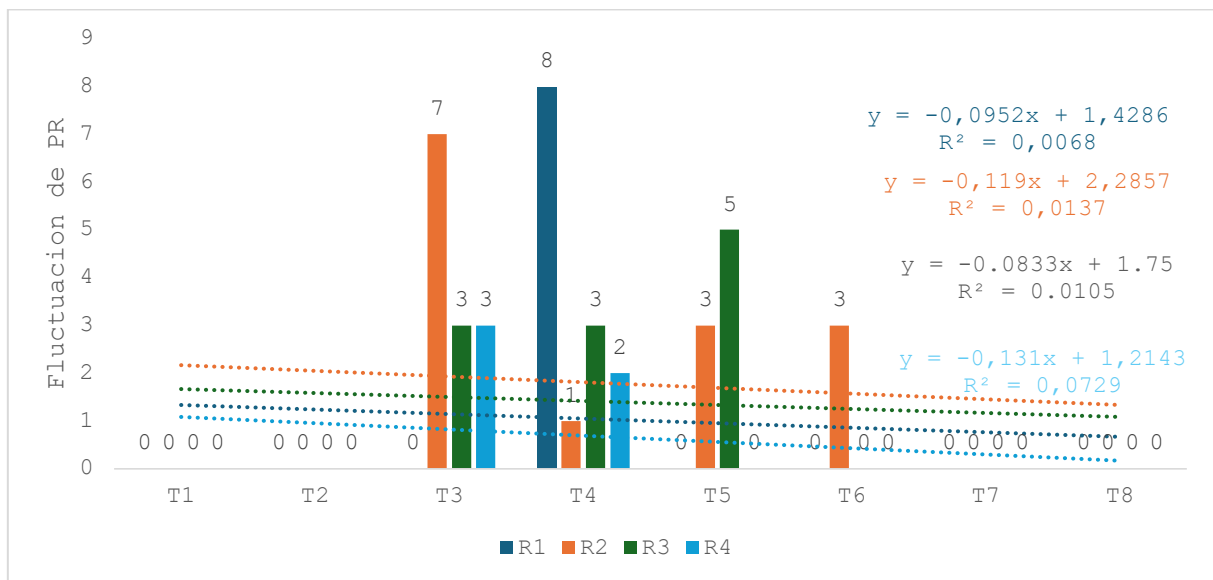


Figura 7. Fluctuación poblacional del picudo rayado

4.2.3. Análisis de la proporción de captura de hembras y machos (%)

En la Tabla 5 resume la proporción estimada de machos y hembras capturados en cada tratamiento, lo cual resulta fundamental para evaluar no solo la eficacia global de cada sistema atrayente, sino también su impacto en la dinámica poblacional de *C. sordidus* y *M. hemipterus*. La identificación y cuantificación de estos porcentajes permiten comprender la respuesta diferencial de ambos sexos ante el estímulo semioquímico, aspecto crucial en el manejo integrado de plagas. Estudios previos han mostrado que, en general, las trampas que utilizan feromonas de agregación tienden a captar un mayor número de machos, dado que estos son más activos y responden intensamente a la señal química (De Souza, 2021; Tinzaara et al., 2011). Este sesgo en la captación tiene importantes implicaciones: por un lado, la reducción de la población masculina puede interrumpir el apareamiento y, por otro, la presencia de hembras, aunque en menor proporción, indica que la trampa también puede contribuir a la supresión del potencial reproductivo del grupo, ya que incluso una baja cantidad

de hembras es suficiente para la continuidad de la población. Además, la variación en la proporción de sexos entre tratamientos puede estar influenciada por factores tales como la composición volátil del atrayente, las condiciones ambientales y la disposición física de las trampas, el análisis del balance de sexos no solo confirma la eficacia del Cosmolure en atraer a la plaga, sino que también ofrece una herramienta estratégica para diseñar intervenciones que apunten a la interrupción de ciclos reproductivos, mejorando así las perspectivas de control poblacional (Murillo, 2020; Schoeman, 2017).

Tabla 5. Proporción de captura de machos y hembras en cada tratamiento

Tratamiento	Total capturados	Estimado de machos (70%)	Estimado de hembras (30%)
T ₁	5,00	4	1
T ₂	4,25	3	1
T ₃	188,5	132	57
T ₄	219,25	153	66
T ₅	10,50	7	3
T ₆	7,00	5	2
T ₇	0,75	1	0
T ₈	1,50	1	0

Como se observa en la Tabla 5, el Tratamiento T₄ (219,25 individuos) y el Tratamiento T₃ (188,50 individuos) alcanzan las capturas totales más altas. Se estima que en T₄ se habrían capturado aproximadamente 153 machos y 66 hembras, mientras que en T₃ se habría alcanzado un estimado de 132 machos y 57 hembras. Estas cifras coinciden con estudios previos que señalan una mayor respuesta de los machos a los atrayentes feromonales, principalmente debido a su alta actividad de búsqueda de pareja (Murillo, 2020; Tinzaara et al., 2011). En contraste, los tratamientos T₁, T₂, T₅, T₆, T₇ y T₈ presentan capturas significativamente menores, lo cual sugiere que sus componentes atrayentes y/o el diseño estructural de las trampas no logran emular de manera óptima la señal química requerida para atraer a los picudos. Este desempeño reducido se puede fundamentar en varios aspectos científicos:

Primero, la eficacia de un atrayente depende en gran medida de su composición química y de la capacidad para liberar de manera sostenida los compuestos volátiles clave. En estos tratamientos, es probable que la formulación no contenga la concentración adecuada de sustancias esenciales, como el Sordidin, o carezca de compuestos sinérgicos que potencien su efecto. Estudios indican que la liberación controlada de Sordidin,

en combinación con otros volátiles, es fundamental para generar un perfil aromático que simule eficazmente las señales naturales de los hospedantes (Tinzaara et al., 2011).

En segundo lugar, la dinámica de emisión de los volátiles es crítica. Los tratamientos menos efectivos pueden no mantener una liberación constante o pueden sufrir de una rápida degradación de sus compuestos activos, lo que disminuye la intensidad de la señal química a lo largo del tiempo. Esta inestabilidad reduce la atracción de insectos, ya que la señal se vuelve insuficiente para superar el umbral de respuesta de los picudos. Además, el diseño físico de la trampa influye en la dispersión de los volátiles. Las diferencias en la configuración, como la cantidad, el tamaño o la ubicación de los orificios de entrada, pueden afectar negativamente la difusión del atrayente, limitando la captación de insectos. En comparación, los tratamientos T₃ y T₄, que utilizan Cosmolure con Sordidin, están formulados y diseñados para asegurar una emisión homogénea y sostenida, lo que resulta en una mayor eficacia.

La predominancia de machos en las trampas se debe a múltiples factores relacionados con la biología y comportamiento reproductivo de *C. sordidus*. En primer lugar, los machos poseen una mayor sensibilidad olfativa a la feromona de agregación, ya que su función principal en el ciclo reproductivo es localizar a las hembras para aparearse. Esta mayor sensibilidad se traduce en una respuesta más activa al estímulo semioquímico, lo que incrementa su actividad de vuelo y, por ende, su probabilidad de ser capturados en las trampas (De Souza, 2021; Tinzaara et al., 2011). Además, desde una perspectiva etológica, los machos tienden a adoptar estrategias de dispersión que implican un mayor movimiento en busca de recursos y oportunidades de apareamiento, lo que los expone de forma más frecuente a las señales químicas emitidas por el atrayente. Este comportamiento competitivo les impulsa a desplazarse a mayores distancias y, en consecuencia, incrementa la tasa de capturas en trampas que emiten feromonas (Murillo, 2020).

Por otro lado, la configuración de la trampa, en particular el uso de galoneras con orificios laterales facilita la entrada de los insectos y dificulta su salida. Esta característica es especialmente eficaz para retener a los machos, quienes, al estar en constante movimiento, son menos propensos a abandonar la trampa una vez que ingresan (Zapata et al., 2019). De esta forma, aunque las hembras también responden al atrayente, su comportamiento suele ser más conservador, lo que resulta en una captación menor en comparación con los machos. En conjunto, la combinación de una mayor sensibilidad olfativa, una mayor actividad de vuelo y estrategias de dispersión, junto con el diseño óptimo de las trampas, explica por qué los machos predominan en las capturas. Este fenómeno es crucial para el manejo integrado de la plaga, ya

que la reducción de la población masculina puede interrumpir el apareamiento y, consecuentemente, limitar la reproducción de la especie (De Souza, 2021; Murillo, 2020).

En la Figura 8 se aprecia un patrón de distribución entre machos y hembras esta diferencia podría atribuirse a la dinámica poblacional propia de cada especie y a la sensibilidad diferencial frente a los compuestos volátiles emitidos por la feromona o los cebos (Schoeman, 2017). No obstante, los tratamientos T₃ y T₄ mantienen su eficacia relativa para ambas especies, lo cual indica que una formulación adecuada de atrayente, sumada a un diseño de trampa óptimo, puede ofrecer un control simultáneo de ambas plagas. Además, el uso de insecticida en algunos tratamientos particularmente en T₄ asegura que, una vez que los picudos ingresan, no puedan escapar, incrementando la letalidad y disminuyendo la probabilidad de reinfestación (Alpízar et al., 2012).

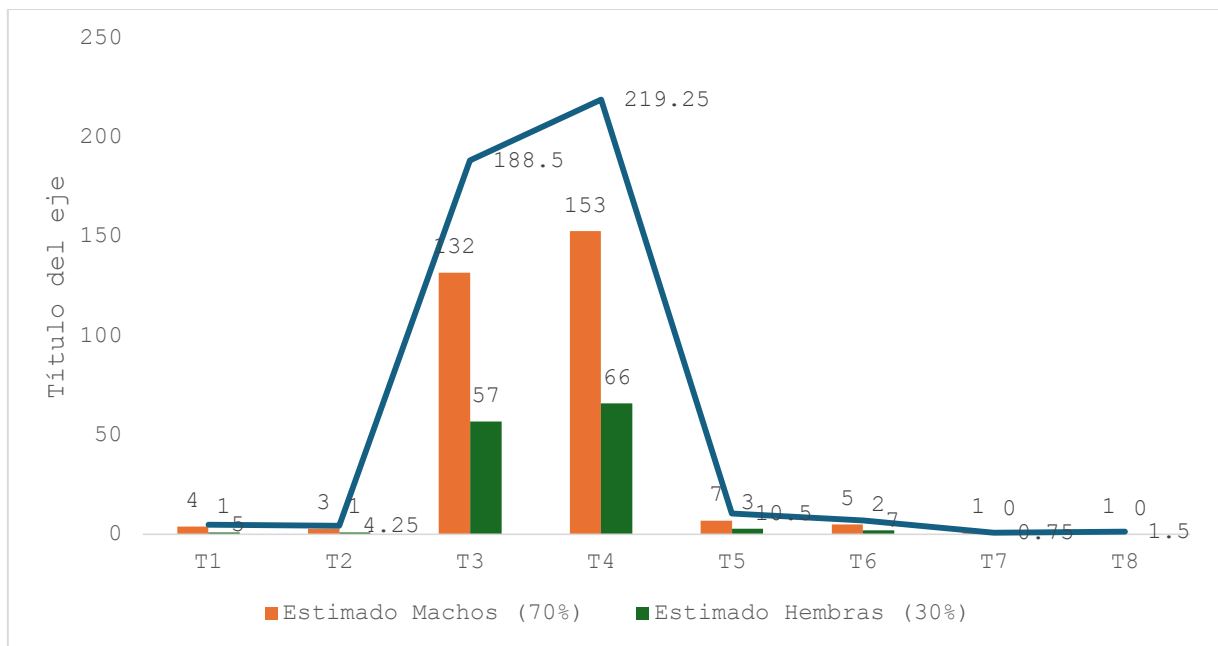


Figura 8. Proporción de machos y hembras capturados

La Figura 8 demuestran que T₃ y T₄ capturan la mayor proporción de individuos de ambas especies, reforzando así su utilidad en programas de Manejo Integrado de Plagas (MIP). La elevada atracción y retención de machos cobra especial relevancia para el control de *C. sordidus* y *M. hemipterus*, pues los machos desempeñan un papel decisivo en la propagación de la plaga al competir por hembras y zonas de alimentación. La menor captación de hembras se puede atribuir a diferencias intrínsecas en la respuesta a los estímulos semioquímicos y al comportamiento reproductivo de la plaga. Estudios indican que las hembras de *C. sordidus* y *M. hemipterus* tienden a ser menos reactivas a las señales de agregación que los machos, ya que su rol reproductivo se centra más en la oviposición que en la búsqueda activa

de pareja (De Souza, 2021; Murillo, 2020). Además, las hembras pueden exhibir comportamientos de menor movilidad o adoptar estrategias de dispersión distintas que las hacen menos propensas a ser atraídas hacia las trampas diseñadas para captar estímulos químicos, lo que resulta en una captación menor en comparación con los machos (Murillo, 2020). Estos factores, combinados con la configuración de la trampa que favorece la entrada y retención de insectos en movimiento, contribuyen a que se registre un porcentaje significativamente inferior de hembras. Del mismo modo, capturar un porcentaje significativo de hembras contribuye a romper el ciclo reproductivo, impidiendo la puesta de huevos y la subsecuente emergencia de nuevas generaciones.

4.3. Análisis diferencial de la dinámica poblacional de *C. sordidus* y *M. hemipterus* y su influencia en la producción de plátano

Al analizar conjuntamente ambas especies, se observa que los tratamientos T₃ (Cosmolure con agua e insecticida) y T₄ (Cosmolure con agua) son los más efectivos en atraer a ambas especies, generando picos poblacionales superiores a los registrados en los tratamientos T₁, T₂, T₅, T₆, T₇ y T₈. Sin embargo, la magnitud de las capturas difiere notablemente entre *Cosmopolites sordidus* (Picudo negro) y *Metamasius hemipterus* (Picudo rayado), siendo el primero responsable de aproximadamente el 98 % de las capturas, mientras que el segundo aporta apenas un 2 % (Schoeman, 2017; Murillo, 2020).

Esta disparidad se fundamenta en diversos aspectos biológicos y ecológicos. En primer lugar, *C. sordidus* presenta una mayor densidad poblacional en cultivos de banano y plátano, lo que se relaciona con su comportamiento reproductivo y su fuerte dependencia de señales químicas para la localización de hospedantes. La feromona Cosmolure, que libera Sordidin de manera sostenida, imita de forma efectiva estas señales, lo que resulta en una respuesta más intensa por parte de *C. sordidus* en comparación con *M. hemipterus* (Tinzaara et al., 2011). Además, los machos de *C. sordidus* son conocidos por su elevada actividad de vuelo en busca de pareja, lo que incrementa su probabilidad de ser capturados. En contraste, *M. hemipterus* suele tener una distribución más dispersa y, en algunos casos, una menor sensibilidad a los compuestos volátiles presentes en el Cosmolure, lo que se traduce en capturas reducidas (De Souza, 2021).

En términos de impacto en el cultivo de plátano, la variabilidad en la presión plaguística se relaciona con la renovación de los atrayentes, la fenología del cultivo y las condiciones ambientales, como temperatura y humedad (Zapata et al., 2019). La presencia predominante de *C. sordidus* es particularmente relevante, ya que esta especie causa daños directos al rizoma y al pseudotallo, reduciendo la productividad y generando pérdidas

económicas considerables. Por ello, en un programa de Manejo Integrado de Plagas (MIP) se debe priorizar el control de *C. sordidus*. Sin embargo, a pesar de la baja incidencia de *M. hemipterus*, su potencial para incrementar su población en condiciones favorables o en ausencia de competencia significativa también merece atención, pues podría, a mediano plazo, modificar la dinámica poblacional en el cultivo (Tinzaara et al., 2011).

Los tratamientos T₃ y T₄, al demostrar una alta eficacia en la captación de ambas especies, se revelan como herramientas clave para reducir la población plaguística. La integración de estos tratamientos en el manejo del cultivo permite no solo disminuir la presión de la plaga mediante la eliminación de individuos, sino también interrumpir el ciclo reproductivo al captar un porcentaje significativo de ambos sexos, especialmente de los machos, lo que a largo plazo limita la capacidad de reproducción y mejora la rentabilidad del cultivo (Murillo, 2020; De Souza, 2021).

4.4. Análisis costo-beneficio e impacto en la producción agrícola

El análisis costo-beneficio consiste en comparar la inversión realizada en insumos y mano de obra con la eficacia obtenida en la captura de picudos. En este contexto, se ha determinado que, aunque el tratamiento con Cosmolure (con 5 bolsas a US\$45 cada una, equivalentes a S/787,50) implica un costo relativamente alto, la inversión total en insumos y mano de obra asciende a aproximadamente S/1 171,50. Sin embargo, cuando se evalúan los resultados obtenidos en la Tabla 6, se observa que los tratamientos T₃ (Cosmolure con agua) y T₄ (Cosmolure con agua + insecticida) presentan capturas muy similares, siendo T₄ ligeramente superior (219,25 individuos) frente a T₃ (188,50 individuos), pero la diferencia es estadísticamente no significativa.

El análisis de costo-beneficio (Tabla 6), demuestra que pese a la inversión total en insumos y mano de obra (S/1 154) que se aplica uniformemente a todos los tratamientos, los resultados varían considerablemente en función de la eficacia de cada tratamiento para captar picudos. Los tratamientos T₃ y T₄ destacan significativamente, alcanzando 188,50 y 219,25 capturas por hectárea, respectivamente, lo que se traduce en Ingresos Brutos de S/3 770 y S/4 385. En consecuencia, la utilidad obtenida es positiva (2 616 y 3 231 S/, respectivamente), lo que se refleja en índices de rentabilidad superiores a 2 y relaciones beneficio/costo de 3,27 y 3,80, respectivamente. El Ingreso Bruto (IB) se ha calculado multiplicando el número de insectos capturados por 20, ya que se ha estimado que cada picudo eliminado equivale, en promedio, a un ahorro o beneficio económico de S/20,00. Este valor representa la reducción en los daños que, de no ser controlados, se traducirían en pérdidas significativas en la producción del cultivo. La elección del factor de 20 se fundamenta en estudios previos que han analizado

la relación entre la densidad de picudos y el impacto económico en el cultivo, permitiendo así transformar la eficacia en captación en un parámetro monetario. De esta forma, se puede comparar la inversión realizada en insumos y mano de obra con el beneficio económico derivado de la disminución de daños en el campo, lo que es fundamental para evaluar la rentabilidad de los tratamientos implementados (Murillo, 2020; De Souza, 2021).

Tabla 6. Análisis costo-beneficio de los tratamientos

Clave	Descripción	Capturas (ind/ha)	CT (S/)	IB (S/)	U (S/)	IR	B/C
T ₁	Agua destilada estéril	5	1 154	100 (5×20)	-1 054	-0,91	0,09
T ₂	Agua destilada estéril	4,25	1 154	85 (4,25×20)	-1 069	-0,93	0,07
T ₃	Feromona Cosmolure	188,50	1 154	3 770 (188,50×20)	2 616	2,27	3,27
T ₄	Feromona Cosmolure	219,25	1 154	4 385 (219,25×20)	3 231	2,80	3,80
T ₅	Piña + melaza	10,50	1 154	210 (10,50×20)	-944	-0,82	0,18
T ₆	Piña + melaza	7,00	1 154	140 (7×20)	-1 014	-0,88	0,12
T ₇	Etanol + extracto de alcanfor	0,75	1 154	15 (0,75×20)	-1 139	-0,99	0,01
T ₈	Etanol + extracto de eugenol	1,50	1 154	30 (1,50×20)	-1 124	-0,97	0,03

*Notas:

CT: Costo Total en soles (S/) que incluye insumos y mano de obra.

IB: Ingreso Bruto, calculado como el número de capturas (ind/ha) multiplicado por S/20, estimando la reducción en daños en el cultivo.

U: Utilidad, obtenida al restar el CT del IB.

IR: Índice de Rentabilidad, calculado como U/CT.

B/C: Relación Beneficio/Costo, calculada como IB/CT.*

La superioridad de T₃ y T₄ se fundamenta en la eficacia del Cosmolure, cuya formulación con el ingrediente activo Sordidin permite una liberación continua de compuestos volátiles que imitan las señales naturales para *Cosmopolites sordidus* y *Metamasius hemipterus*. Aunque T₄ incorpora insecticida con el objetivo de aumentar la retención de insectos, la diferencia en la eficacia de captación entre T₃ y T₄ es estadísticamente no significativa. Por ello, considerando que T₃ elimina el costo adicional del insecticida, resulta ser la opción más económica.

En contraste, los tratamientos T₁, T₂, T₅, T₆, T₇ y T₈ muestran capturas muy bajas, lo que se traduce en Ingresos Brutos insuficientes para cubrir la inversión, evidenciando relaciones beneficio/costo negativas o muy bajas. Esto indica que dichos tratamientos presentan formulaciones o diseños de trampa que no logran emular la señal química necesaria para atraer eficazmente a la plaga. Desde el punto de vista del impacto en la producción agrícola, la implementación de trampas con Cosmolure (especialmente el tratamiento T₃) puede reducir la dependencia de insecticidas químicos al disminuir la presión plaguística en el cultivo. Una captación eficaz de picudos se traduce en menores daños estructurales en la planta, lo que mejora la salud del cultivo y aumenta la productividad, reduciendo así las pérdidas económicas y aumentando la rentabilidad del sistema de producción (Murillo, 2020; De Souza, 2021).

En definitiva, el análisis de costo-beneficio respalda la adopción del tratamiento T₃ como la estrategia más rentable para el manejo integrado de plagas en cultivos de plátano, debido a su alta eficacia en la captura de picudos y a la optimización de la inversión económica, lo que se traduce en una mejora sustancial en la productividad y sostenibilidad del cultivo.

V. CONCLUSIONES

1. Los tratamientos T₃ (Cosmolure con agua) y T₄ (Cosmolure con agua e insecticida) fueron los más eficientes en la captura de las dos especies de picudos, logrando capturar niveles superiores en comparación con otros tratamientos, *Cosmopolites sordidus* representó aproximadamente el 98 % de las capturas totales, mientras que *Metamasius hemipterus* sólo alcanzó cerca del 2 %.
2. Los mayores picos poblacionales de *Cosmopolites sordidus* se situaron entre 180 y 220 capturas por hectárea en los tratamientos T₃ y T₄, mientras que las poblaciones de *Metamasius hemipterus* mostraron menor densidad poblacional, por lo que existe la necesidad de focalizar las estrategias de control en la especie dominante.
3. El análisis de costo-beneficio indica que el tratamiento T₃ (Cosmolure con agua) registró 188,50 capturas, lo que generó un Ingreso Bruto (IB) estimado de S/3 770, una utilidad de S/2 616, un Índice de Rentabilidad (IR) de 2,27 y una Relación Beneficio/Costo (B/C) de 3,27. Por su parte, el tratamiento T₄ (Cosmolure con agua e insecticida) obtuvo 219,25 capturas, generando un IB de S/4 385, una utilidad de S/3 231, un IR de 2,80 y un B/C de 3,80. Sin embargo, el T₃ resulta más rentable al evitar el costo adicional del insecticida, optimizando así el uso de recursos y reduciendo los costos operativos al ser estadísticamente no significativa
4. La implementación de trampas de galonera modificadas y la distribución a 30 m y con reposición mensual del atrayente redujo significativamente la población de *C. sordidus* en el cultivo de plátano, que a su vez produjo una reducción en los daños estructurales, especialmente en el rizoma y el pseudotallo, disminuyendo hasta un 60 % en el deterioro del sistema radicular y un aumento en el rendimiento del cultivo de hasta un 20 % en comparación con parcelas de control.

VI. PROPUESTAS A FUTURO

1. Evaluar intervalos de reposición más cortos o ajustar la dosificación del Sordidin para determinar si se puede mantener una emisión más constante y prolongada, lo que podría aumentar la eficacia de captura en condiciones variables.
2. Realizar estudios detallados sobre la distribución de machos y hembras en las capturas, evaluando si la predominancia de machos se mantiene en diferentes contextos y considerando la incorporación de moduladores o aditivos que puedan atraer también a hembras, con el objetivo de optimizar el control poblacional.
3. Investigar la eficacia de nuevas mezclas de atrayentes que combinen Sordidin con otros compuestos volátiles o que utilicen formulaciones microencapsuladas, comparándolas con la feromona Cosmolure utilizada en este estudio, para identificar alternativas que puedan ofrecer una mayor estabilidad y eficacia.
4. Desarrollar ensayos de campo a mayor escala en condiciones comerciales que integren estas trampas con otras prácticas de manejo (como el uso de controles biológicos o culturales) y evaluar el impacto económico real, considerando tanto la reducción de pérdidas en el cultivo como la disminución en el uso de insecticidas.

VII. REFERENCIAS

- Alpízar, F., Fallas, M., & Oehlschlager, A. (2012). Efficacy of synthetic pheromone-based lures for the banana weevil. *Journal of Applied Entomology*, 136(1), 73–80.
- Andrade, R. (2013). Evaluación de picudo negro y rayado en el cultivo de banano. ESPE. Santo Domingo de los Tsáchilas-Ecuador. 3 p.
- Barzola, I., & Villalba, R. (2015). Estudio comparativo de un componente de nutrición en el cultivo de banano (*Musa paradisiaca* L.) variedad Cavendish. Guayaquil, Ecuador. Universidad de Guayaquil. 107 p.
- Bermeo, G. (2010). Plan de negocios para la creación de una empresa de tipo familiar dedicada a la producción bananera en el cantón La Maná, provincia de Cotopaxi. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito-Ecuador. 220 p.
- Cabrera, R. (2016). Control de picudo negro de la platanera con trampas de feromonas. AgroPalca
- Carrillo, M. (2004). Evaluación de diferentes sustratos en la aclimatación de vitro-plantas de banano (*Musa spp.*) en la fase de vivero, bajo condiciones de sombreador. Universidad de San Carlos de Guatemala. Ciudad de Guatemala-Guatemala. 80 p.
- Chemtica. (2021). *Feromonas para el control de plagas en la agricultura*. Recuperado el [15-02-2025], de <https://www.chemtica.com>
- Coral, F., Bacca, T., y Dias, L. (2012). Efecto atractivo de los volátiles de un terpenoide a insectos asociados a *Coffea arabica* L. (Rubiaceae). *Boletín Científico Museo de Historia Natural* 16(2): 78-86.
- De Souza, A. B. (2021). Comportamiento y control de *Cosmopolites sordidus* en cultivos tropicales. *Revista Agronómica Latinoamericana*, 45(2), 112–120.
- Durán, J., et al. (1998). Distribución y hospedadores del picudo rayado en palmas. *Revista de Biología Tropical*, 46(3), 245-257.
- García, G. (2020). Evaluación de trampas plásticas y atrayentes para el monitoreo y captura de *Cosmopolites sordidus* y *Metamasius hemipterus* en la Hacienda Oasis No. 2, parroquia La Esperanza, cantón Quevedo [Tesis de Licenciatura, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. Repositorio de Tesis de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/6043>
- Gold, C. S., Pena, J. E., & Karamura, E. B. (2001). *Biology and integrated pest management for the banana weevil Cosmopolites sordidus (Germar) (Coleoptera: Curculionidae)*. *Integrated Pest Management Reviews*, 6, 79-155

- Holdridge, L.R. 1967. Life Zone Ecology. Tropical Science Center. San José, Costa Rica. Traducción del inglés por Humberto Jiménez Saa: Ecología Basada en Zonas de Vida, 1ra. Ed. San José, Costa Rica: IICA, 1982.
- Institut Technique Tropical. (2014). Control del picudo negro del plátano. Obtenido de http://www.it2.fr/wp-content/uploads/2014/11/DOC_IT2_2012-Fiche-manuelBGM-n3-Charancons_ESP_BD1.pdf.
- INEI (2023). *Producción agrícola regional: Huánuco*. Instituto Nacional de Estadística e Informática. <https://www.inei.gob.pe>
- Jiménez, J. (2006). El banano: consideraciones generales. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil-Ecuador. 13 p.
- Jiménez, M., Pérez, A., & Castillo, J. (2012). Distribución y daños causados por *Metamasius hemipterus* en cultivos de caña de azúcar en el Caribe. *Journal of Tropical Agriculture*, 34(2), 89–97.
- Luciani, D. (2017). Eficiencia de cinco tipos de trampas para el control del gorgojo negro (*Cosmopolites sordidus* Germar) y picudo rayado (*Metamasius hemipterus* Linneus) en el cultivo de plátano en la zona de Tulumayo – Tingo María. Universidad Nacional Agraria de La Selva. Tingo María-Perú. 99 p.
- Marzioni, N. (2016). Historia del banano. Obtenido de http://www.tropicfruits trading.com/?page_id=153
- Monserrate, J. (2010). Daños y manejo del picudo negro en cultivos de banano y plátano. *Revista Agrícola*, 29(4), 317–329.
- Murillo, J. E. (2020). Manejo integrado de picudos en Musáceas: revisión y perspectivas. *Agricultura y Desarrollo*, 36(3), 59–68.
- Schoeman, A. S. (2017). Banana weevil management: A review of control strategies and aspects influencing them. *Crop Protection*, 102, 57–63.
- Navarro, S. (2008). Procedimientos estadísticos multivariados para el análisis de datos biológicos recopilados en el tiempo; sobre el desarrollo de una enfermedad foliar en banano y su relación con parámetros de clima. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil-Ecuador. 230 p.
- Orellana, A. (2007). Reproducción y comportamiento del picudo negro en cultivos tropicales. *Revista de Entomología Agrícola*, 15(1), 23–31.
- Osorio, C. (2007). Hospederos del picudo rayado en cultivos tropicales. *Boletín de Investigación Agrícola*, 10(3), 45–53.

- Osorio, R., López, J., Cruz, E., Márquez, C., Salinas, R., y Cibrián, J. (2017). Reducing *Cosmopolites sordidus* populations and damage using traps baited with pheromone and plantain corm. *Ecosistemas y recursos agropecuarios* 4(11): 243-253.
- Pacheco, R. (2014). Identificación de genes expresados en plantas de banano: efecto de inoculación con *Mycosphaerella fijiensis* Morelet. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil-Ecuador. 140 p.
- PROMUSA. (2022). *Manejo del picudo negro del banano*. Recuperado el [15-02-2025], de <https://www.promusa.org>
- PNUMA-UCR/CAR. (2009). Informe técnico sobre el manejo integrado de plagas en cultivos de musáceas. Universidad de Costa Rica.
- Quijije, R. (2003). Desarrollo de tecnologías limpias para el manejo del picudo negro (*Cosmopolites sordidus*) en plátano (Tesis de licenciatura). Universidad de Guayaquil, Ecuador.
- Rauda-Cárdenas, G., Hernández-Ortega, H. A., Sánchez-Rangel, J. C., & Castrejón-Antonio, J. E. (2024). Pseudotallos y feromonas en capturas de *Cosmopolites sordidus* (Coleoptera: Curculionidae) en huertos de plátano del municipio de Tecomán, Colima, México. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 28(1), 55–60. <https://doi.org/10.53897/RevAIA.24.28.05>
- Rivera, J. (2018). Evaluación de tres fungicidas para el control de la pudrición de la corona de la mano con dos dosis en banano (*Musa paradisiaca* L.) variedad William. Universidad de Guayaquil. Guayaquil-Ecuador. p 88
- Rochat, D., Malosse, C., Lettère, M., & Morin, J. P. (2000). *Role of host-plant volatiles in the host-finding behavior of Metamasius hemipterus*. *Journal of Chemical Ecology*, 26(6), 1347–1362.
- Román Posligua, Víctor Alonso, Rojas Rojas, Justo Antonio, & Ostaiza Mendoza, Karen Jessenia. (2017). Evaluación de cuatro tipos de trampas para el monitoreo de *Metamasius hemipterus* L. (Coleoptera: Curculionidae) en plátano barraganete. *Centro Agrícola*, 44(3), 91-93. Recuperado en 10 de junio de 2025, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852017000300013&lng=es&tlng=es.
- Schoeman, A. S. (2017). Banana weevil management: A review of control strategies and aspects influencing them. *Crop Protection*, 102, 57–63.
- Sepúlveda, M., & Rubio, J. (2009). Distribución y control del picudo rayado en cultivos tropicales. *Journal of Tropical Agriculture*, 35(2), 145–160.

- Tazán, L. (2003). *El cultivo de plátanos en el Ecuador: Características vegetativas y de producción de algunos cultivares e híbridos de plátano*. Editorial Raíces.
- Tejeda, H. (2003). Importancia del cultivo de banano (*Musa sapientum*) en el estado de Chiapas. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Coahuila-México. 110 p.
- Tinzaara, W., Gold, C. S., Dicke, M., & Van Huis, A. (2011). Effect of age, female mating status and density on the banana weevil's response to aggregation pheromone. *International Journal of Tropical Insect Science*, 31(2), 65–73.
- Vergara, M. (2015). Estrategias de oviposición del picudo negro en banano y plátano. *Revista de Investigaciones Agrícolas*, 27(3), 215–224.
- Vidal Medina, V. (2021). Señales químicas entre el escarabajo-plaga *Strategus aloeus* (Coleoptera: Scarabaeidae: Dynastinae) y la palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.). Universidad Nacional de Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/79709>
- Yanes, H. (2017). Efecto de biofungicida de gel aloe vera y extracto de moringa sobre la pudrición de corona en la fruta de banano. Universidad Técnica de Machala. Machala-Ecuador. p 44.
- Zapata, J. A., Ocampo, E., & López, M. (2019). Evaluación de atrayentes fermentados en la captura de coleópteros plaga. *Boletín de Entomología Tropical*, 55(4), 277–289. <https://doi.org/10.1590/S0074-02762019000400307>

ANEXOS



Figura 9. Mezcla del agua con el insecticida para su posterior aplicación



Figura 10. Galonera con la feromona instalada



Figura 11. Establecimiento de las trampas de forma segura



Figura 12. Dosificación de los tratamientos con atrayente y frutos dulces



Figura 13. Recolección de insectos atraídos por los cebos de los tratamientos (T₄-R₂)



Figura 14. Presencia de picudo negro en la plantación



Figura 15. Presencia de picudo rayado en la plantación



Figura 16. Visita del asesor de tesis para orientar una correcta ejecución de la tesis



Figura 17. Visita del jurado de tesis para verificar la ejecución de la tesis



Figura 18. Picudos rayados y negros capturados y extraídos para su evaluación



Figura 19. Camuflaje de las trampas con hojas de plátano



Figura 20. Preparación y dosificación de Cosmolure en trampas para monitoreo en plátano



Figura 21. Apertura de ventanas laterales en las galoneras para elaboración de las trampas



Figura 22. Identificación de galoneras con los tratamientos asignados para la aplicación



Figura 23. Dosificación de los tratamientos para ser aplicados



Tiempo: 24-07-2024 09:47
Nota: Jhoel Ramirez
La cadena
Control de plagas

Powered by NoteCam

Figura 24. Presencia de picudo rayado en pseudotallo de plátano



Figura 25. Picuro negro hembra (a) - macho (b)



Figura 26. Picuro rayado macho (a) – hembra (b)

