

<https://doi.org/10.69639/arandu.v13i3.2469>

Eficacia de la ubicación de trampas por altura para *Metamasius hemipterus* (Coleoptera: Dryophthoridae) mediante cebo de piña y spinosad en plantaciones bananeras

Efficacy of trap height placement for Metamasius hemipterus (Coleoptera: Dryophthoridae) using pineapple bait and spinosad in banana plantations

César Alejandro Andrade Astudillo

cesar145222@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0008-8923-6349>

Universidad Técnica de Machala
Machala - Ecuador

Luis Armando Delgado Naula

delgadoluis684@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0002-1912-3222>

Universidad Técnica de Machala
Machala - Ecuador

Salomón Alejandro Barrezueta Unda

sabarrezueta@utmachala.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-4147-9284>

Universidad Técnica de Machala
Machala – Ecuador

Artículo recibido: 10 julio 2026- Aceptado para publicación: 16 agosto 2026

Conflictos de intereses: Ninguno que declarar.

RESUMEN

El objetivo fue evaluar la eficacia de trampas cebadas con piña y tratadas con spinosad, ubicadas a diferentes alturas durante dos periodos, para capturar adultos de *Metamasius hemipterus* en plantaciones bananeras. Se evaluaron seis tratamientos, resultantes de combinar tres diseños de trampa —cuña, sánduche y V— con dos alturas —30 y 50 cm—. Las capturas se registraron a los 3, 6 y 9 días, cuantificando individuos totales, muertos, vivos y porcentaje de mortalidad. En el día 3 se encontraron diferencias entre tratamientos para adultos muertos ($F=2,70$; $p=0,033$) y vivos ($F=2,53$; $p=0,042$). La trampa sánduche a 50 cm presentó la mayor captura total (30,6 individuos) y 92,8 % de mortalidad, seguida por las trampas en V. En los días 6 y 9 no se observaron diferencias entre tratamientos ($p>0,05$), mientras las capturas disminuyeron 84,9 % y 93,0 %, respectivamente, frente al día 3. La mortalidad general estimada fue de 90,9 %. Aunque las trampas cuña y sánduche aumentaron descriptivamente su captura a 50 cm, la interacción tipo de trampa $\times$ altura no fue significativa ($p>0,32$). Se concluye que las trampas fueron eficaces, especialmente durante los primeros tres días, pero la hipótesis sobre el efecto de la altura se aceptó parcialmente. Se recomienda renovar el cebo cada tres días y evaluar conjuntamente los efectos temporales y ambientales.

Palabras clave: cebo alimenticio, mortalidad de adultos, manejo integrado de plagas

ABSTRACT

This study evaluated the efficacy of pineapple-baited traps treated with spinosad and positioned at different heights during two periods for capturing adult *Metamasius hemipterus* in banana plantations. Six treatments were assessed by combining three trap designs—wedge, sandwich, and V-shaped—with two placement heights—30 and 50 cm. Captures were recorded 3, 6, and 9 days after trap installation, quantifying total, dead, and live adults and mortality percentage. On day 3, significant differences among treatments were detected for dead ($F=2.70$; $p=0.033$) and live adults ($F=2.53$; $p=0.042$). The sandwich trap positioned at 50 cm produced the highest total capture (30.6 adults) and 92.8% mortality, followed by the V-shaped traps. No differences among treatments were observed on days 6 and 9 ($p>0.05$), while captures decreased by 84.9% and 93.0%, respectively, compared with day 3. Overall estimated mortality was 90.9%. Although wedge and sandwich traps descriptively increased their captures at 50 cm, the trap type $\times$ height interaction was not significant ($p>0.32$). The traps were therefore effective, particularly during the first three days, but the hypothesis concerning the effect of trap height was only partially supported. Replacing the pineapple bait every three days and jointly evaluating temporal and environmental effects are recommended.

Keywords: food bait, adult mortality, integrated pest management

Todo el contenido de la Revista Científica Internacional Arandu UTIC publicado en este sitio está disponible bajo licencia Creative Commons Attribution 4.0 International. 

INTRODUCCIÓN

El banano (*Musa spp.*) es uno de los cultivos alimenticios y de exportación más importantes en las regiones tropicales y subtropicales, con una producción global que supera los 125 millones de toneladas anuales (FAO, 2023). Sin embargo, la rentabilidad y sostenibilidad de las plantaciones bananeras se encuentran frecuentemente comprometidas por un complejo de insectos plaga, entre los cuales picudos de la familia Dryophthoridae son considerados los más perjudiciales (Castillo & Montenegro 2022). Dos especies destacan como plagas primarias: el picudo negro del banano, *Cosmopolites sordidus* Germar, y el picudo rayado, *Metamasius hemipterus* Linnaeus (Reddy et al., 2012; Lozano-Castellanos et al., 2024). A diferencia de *C. sordidus*, cuyo daño se concentra en el cormo y el sistema radicular, *M. hemipterus* ocupa el tejido aéreo del pseudotallo; (Reddy et al., 2012).

Metamasius hemipterus es un curculiónido polífago de origen Neotropical que ha expandido su distribución a prácticamente todas las áreas bananeras del mundo (Castillo & Montenegro 2022; Velez et al., 2024). Sus larvas barrenan el pseudotallo formando galerías que comprometen la integridad estructural de la planta, favorecen la colonización por patógenos fúngicos y pueden ocasionar el volcamiento prematuro o la muerte de la planta en infestaciones severas (Lozano-Castellanos et al., 2024).

El manejo de *M. hemipterus* ha dependido principalmente de prácticas culturales e insecticidas químicos, pero su eficacia se ha visto limitada por los hábitos crípticos del picudo y las preocupaciones ambientales asociadas al uso de plaguicidas (Delaplace et al., 2024). Las estrategias de control que combinan atrayentes alimentarios con insecticidas en un mismo dispositivo han cobrado relevancia dentro de los programas de manejo integrado de plagas (Reddy et al., 2012; Lozano-Castellanos et al., 2024; Velez et al., 2024). Entre los atrayentes, los trozos de cascara de piña (*Ananas comosus*) han demostrado mayor poder de atracción sobre *M. hemipterus* que otros sustratos en condiciones de campo como el uso de coco o banano en estado de maduración (Bandeira et al., 2021; Lozano-Castellanos et al., 2024). Mientras que el spinosad (insecticida derivado de la bacteria *Saccharopolyspora spinosa*) ofrece un perfil toxicológico y ambiental favorable para su uso en estos sistemas (Thompson et al., 2000; Montoya et al., 2026).

Por otra parte, la estratificación vertical de la actividad de vuelo es un fenómeno bien documentado en Dryophthoridae (Leiva et al., 2025). Por estos, la altura de las trampas con cebos alimenticios influye significativamente en las tasas de captura, reflejando el comportamiento de vuelo, las preferencias de hábitat y la distribución vertical de los volátiles del hospedero (Saoud et al., 2010; Hammad et al., 2020).

En plantaciones bananeras, los pseudotallos alcanzan entre 2 y 6 m de altura, generando un gradiente vertical particular que podría modular el comportamiento de búsqueda de hospederos de *M. hemipterus* (Alpizar et al., 2012; Leiva et al., 2025).

Otro factor importante es el clima, por ejemplo, la temperatura y las precipitaciones tiene una relación directa con la fluctuación poblacional de los picudos en banano (Mondragon-Herrera et al., 2026). No obstante, el efecto de la altura de la trampa sobre las capturas de *M. hemipterus* en sistemas bananeros permanece prácticamente inexplorado, lo que limita la optimización de los programas de trapeo en este cultivo (Kannan et al., 2022).

El objetivo de este estudio fue evaluar la eficacia de trampas cebadas con piña y tratadas con spinosad, ubicadas a diferentes alturas en dos periodos para la captura de adultos de *M. hemipterus* en plantaciones bananeras. Se planteó como hipótesis que la altura de la trampa y las condiciones ambientales influye significativamente en la tasa de captura y la mortalidad de adultos de *M. hemipterus*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

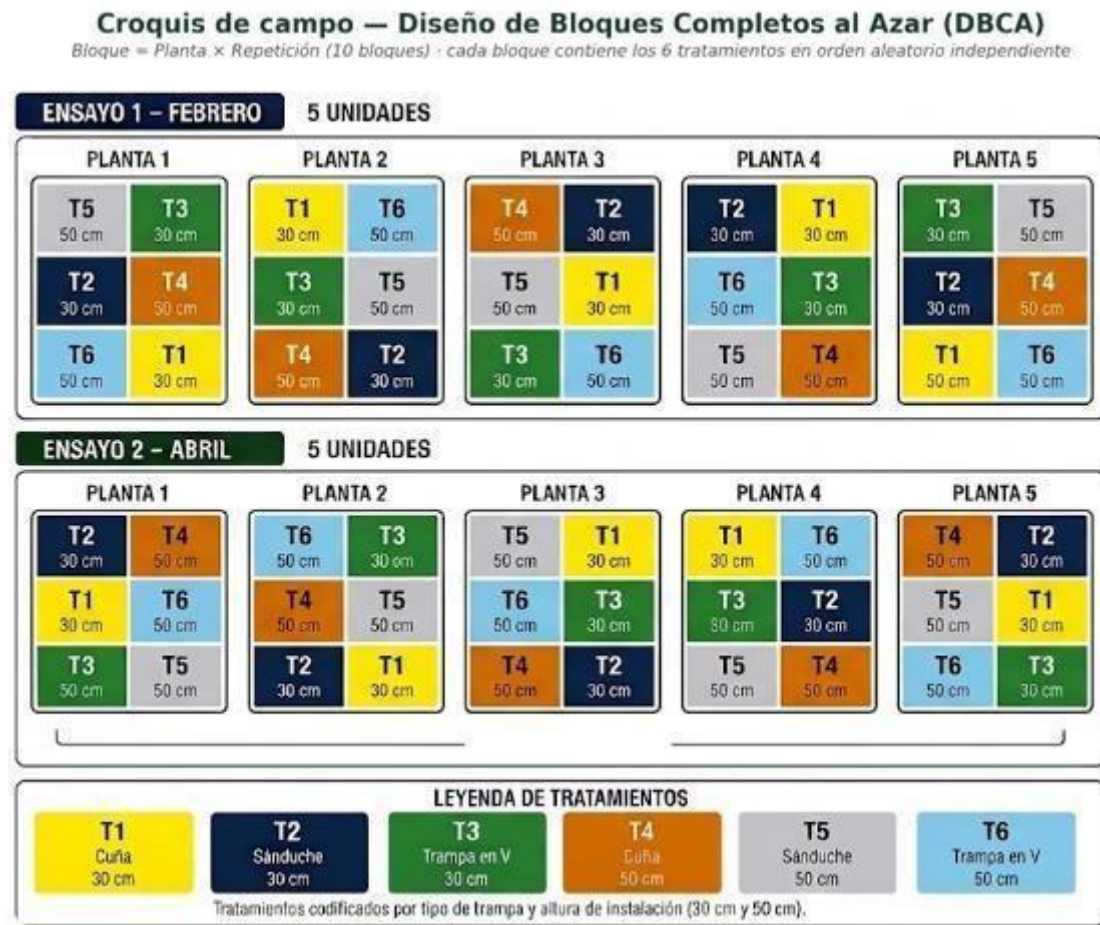
El experimento se realizó en una plantación comercial de banano (*Musa* AAA, subgrupo Cavendish) ubicada en la parroquia Buenavista, cantón Pasaje, provincia de El Oro, Ecuador cuyas coordenadas geográficas son Longitud 79° 51' 04", Latitud 03° 21' 20", con una altitud de 20 msnm. La región se caracteriza por un clima tropical húmedo con una temperatura media anual de 25.2 °C, humedad relativa media anual de 84% y precipitación media anual de 1150 mm. El suelo se clasifica como Franco Arenoso con un pH de 5.5 y contenido de materia orgánica de 3%. Se utilizó toda el área de la plantación (2.83 Has) como parcela experimental, con historial confirmado de infestación por *M. hemipterus*, edad uniforme del cultivo y manejo agronómico estandarizado.

Diseño experimental

Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar, con diseño factorial: 3 tipos de trampa × 2 alturas, evaluado a los días 3, 6 y 9. n = 10 por celda (5 plantas × 2 repeticiones). El croquis (Figura 1), se muestra los 10 bloques reales de tu diseño (5 Plantas × 2 Repeticiones), cada uno con los 6 tratamientos en un orden aleatorio independiente, por eso ninguna planta mantuvo los tratamientos en la misma posición. El color indica el tipo de Tratamiento: (Amarillo T1 = Cuña a 30 cm, Azul T2 = Sánduche a 30 cm, Verde T3 = En V a 30 cm, Naranja T4 = Cuña a 50 cm, Plomo T5 Sánduche a 50 cm, Celeste T6 En V a 50 cm. Colores que se integraron en la figura 1.

Figura 1

Croquis de los tratamientos



Se estructuró en dos ensayos, primero entre la semana 7 a la 8 del 09 al 18 de febrero 2026 y el segundo ensayo entre la semana 16 a la 17 del 13 al 22 de abril del 2026, siendo los datos climáticos entre 27 a 30 C de temperatura y 1050 mm de precipitación y entre 29 a 35 C de temperatura con 230 mm de precipitación, valores obtenidos de la estación meteorológica de la UTMACH. por cada Tratamiento se colocaron 50 g de cascara de piña y 20 ml de Spinosad, guardando una distancia mínima de 25m entre trampas. El factor experimental fue la altura de ubicación de la trampa con dos niveles y 3 tipos de trampas como se detalla a continuación (Tabla 1).

Tabla 1

Diseño experimental para la evaluación de la altura de trampa sobre la captura de adultos de Metamasius hemipterus mediante cebo de piña y spinosad en banano

Factor	Niveles	Descripción
Altura de trampa	2	30 cm; 50cm
Tipo de trampa	3	Cuña (C), Sánduche (S) en V (V)
Total de trampas	30	2 alturas × 3 trampas × 5 Plantas

Cebo	Cáscara de Piña	<i>Ananas comosus</i> , 50 g/trampa
Insecticida	Spinosad	Picudín 20 ml/trampa

Las posiciones de las trampas fueron re-aleatorizadas durante la repetición siguiendo un esquema en zigzag.

Construcción de trampas y cebado

Para la confección de las trampas se utilizaron los pseudotallos de plantas recién cosechadas. Se establecieron tres tipos de trampas para captura del picudo rayado en el presente trabajo. La trampa de tipo cuña consiste en efectuar un corte horizontal sin traspasar el pseudotallo, se lo levantaba y se colocaba un alza con una nervadura para la aplicación del insecticida y colocar el atrayente. La trampa de tipo sánduche consiste en efectuar un corte horizontal en el pseudotallo de manera que traspase, aplicar el insecticida y colocar el atrayente, luego del mismo pseudotallo cortar un disco de 5 a 10 cm de aproximadamente y colocar en forma de sándwich utilizando como alzas dos nervaduras. La trampa tipo en 'V' consiste en realizar dos cortes biselados en el pseudotallo de manera tal que se forma una figura en 'V' aplicar del insecticida y colocar el atrayente luego del mismo pseudotallo cortar la parte en v colocar con alzar o nervaduras. Para los tres tipos de trampas se utilizó como agente insecticida Picudin 20ml a base de Spinosad y el cómo atrayente cascara de piña 50 g, el cual se los aplicó en la parte interna de las trampas.

Colecta y evaluación de picudos

El monitoreo y revisión de las trampas se comenzó a partir del tercer día de su confección. Los intervalos de monitoreo fueron a los 3, 6, 9 días posterior a la instalación de las unidades experimentales, completando 3 revisiones para cada unidad experimental.

Variables evaluadas

Las variables primarias fueron: (1) número de adultos de *M. hemipterus* capturados por trampa por período (tasa de captura); (2) proporción de picudos muertos al momento de la colecta (mortalidad por spinosad).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La captura de adultos de *Metamasius hemipterus* presentó una marcada disminución temporal como se muestra en la Tabla 2. La suma descriptiva de las medias de los seis tratamientos fue de 130,7 individuos en el día 3, 19,8 en el día 6 y 9,1 en el día 9. Por tanto, aproximadamente el 81,9 % de las capturas se concentró en la primera evaluación. En comparación con el día 3, la captura disminuyó 84,9 % en el día 6 y 93,0 % en el día 9. En el día 3, T5 —trampa sánduche a 50 cm— registró la mayor captura media, con $30,6 \pm 34,3$ individuos, seguido por T3 —trampa en V a 30 cm— con $28,2 \pm 23,2$ y T6 —trampa en V a 50 cm— con $26,4 \pm 20,6$ individuos. La menor captura correspondió a T1 —trampa cuña a 30 cm— con $8,3 \pm 4,3$ individuos. La elevada desviación estándar de T5 y T3 evidencia una considerable variabilidad entre unidades

experimentales. En el día 6 las capturas fueron menores y relativamente semejantes, con valores entre $2,3 \pm 1,9$ individuos en T1 y $4,0 \pm 2,4$ en T6. En el día 9, T4 —trampa cuña a 50 cm— presentó la mayor captura media, con $2,4 \pm 3,0$ individuos, mientras que T6 registró la menor, con $0,8 \pm 1,1$ individuos. Al agrupar descriptivamente los tres periodos de evaluación, las trampas en V acumularon la mayor suma de capturas medias —64,0 individuos—, seguidas por las trampas sánduche —60,9— y cuña —34,7—. Asimismo, las trampas situadas a 50 cm alcanzaron una suma de 88,7 individuos, frente a 70,9 en las instaladas a 30 cm, lo que representa una diferencia descriptiva de 25,1 % a favor de la mayor altura. Sin embargo, estas diferencias no deben considerarse estadísticamente significativas sin un análisis inferencial de los datos originales.

La cantidad de insectos muertos siguió un patrón similar al de las capturas totales. En el día 3, T5 registró $28,4 \pm 32,8$ individuos muertos, seguido por T3 con $25,7 \pm 21,1$ y T6 con $24,7 \pm 18,9$. La mortalidad calculada a partir de la suma de las medias fue de aproximadamente 90,9 % durante todo el periodo. Aunque T1 alcanzó 100 % de mortalidad en los días 3 y 9, su capacidad de captura fue menor que la observada en las trampas sánduche y en V.

Tabla 2

Estadística descriptiva de la captura de insectos por tratamiento y día de evaluación

Tratamiento	Trampa	Altura	Día	Total captura Media (DE)	Muertos Media (DE)	Vivos Media (DE)	% Mortalidad
T1	Cuña	30 cm	3	8.3 (4.3)	8.3 (4.3)	0.0 (0.0)	100.0%
T2	Sánduche	30 cm	3	21.2 (16.6)	17.1 (11.5)	4.1 (7.6)	80.7%
T3	Trampa en V	30 cm	3	28.2 (23.2)	25.7 (21.1)	2.5 (2.8)	91.1%
T4	Cuña	50 cm	3	16.0 (4.7)	15.2 (4.3)	0.8 (0.8)	95.0%
T5	Sánduche	50 cm	3	30.6 (34.3)	28.4 (32.8)	2.2 (2.0)	92.8%
T6	Trampa en V	50 cm	3	26.4 (20.6)	24.7 (18.9)	1.7 (2.0)	93.6%
T1	Cuña	30 cm	6	2.3 (1.9)	2.1 (1.9)	0.2 (0.4)	91.3%
T2	Sánduche	30 cm	6	2.9 (2.9)	2.8 (2.9)	0.1 (0.3)	96.6%
T3	Trampa en V	30 cm	6	3.3 (1.8)	2.8 (1.4)	0.5 (1.1)	84.8%
T4	Cuña	50 cm	6	3.5 (3.8)	3.5 (3.8)	0.0 (0.0)	100.0%
T5	Sánduche	50 cm	6	3.8 (2.9)	3.0 (1.8)	0.8 (2.2)	78.9%
T6	Trampa en V	50 cm	6	4.0 (2.4)	3.1 (1.6)	0.9 (2.0)	77.5%
T1	Cuña	30 cm	9	2.2 (1.8)	2.2 (1.8)	0.0 (0.0)	100.0%
T2	Sánduche	30 cm	9	1.2 (1.8)	1.2 (1.8)	0.0 (0.0)	100.0%
T3	Trampa en V	30 cm	9	1.3 (1.6)	1.2 (1.6)	0.1 (0.3)	92.3%
T4	Cuña	50 cm	9	2.4 (3.0)	2.4 (3.0)	0.0 (0.0)	100.0%
T5	Sánduche	50 cm	9	1.2 (1.5)	1.1 (1.3)	0.1 (0.3)	91.7%
T6	Trampa en V	50 cm	9	0.8 (1.1)	0.3 (0.7)	0.5 (1.1)	37.5%

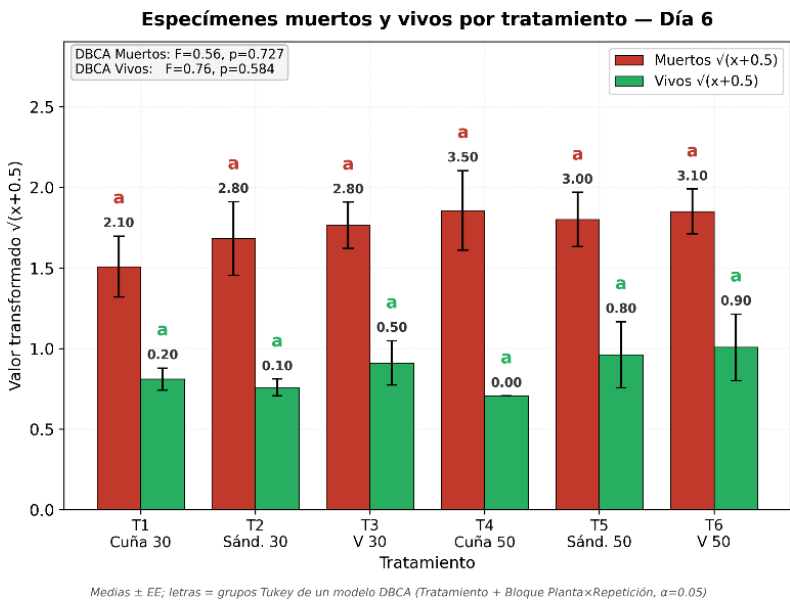
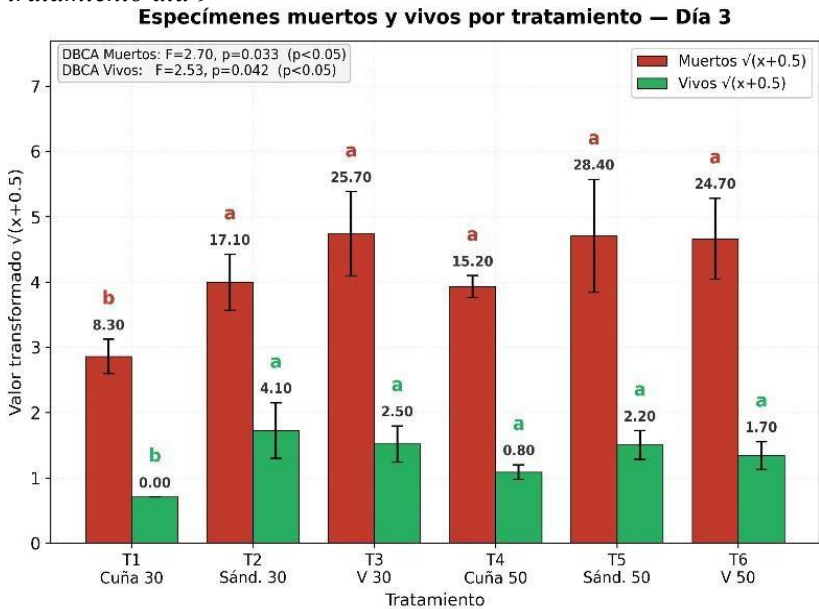
La comparación de especímenes muertos y vivos por tratamiento día se presenta en la Figura 2. En el día 3 hubo diferencias significativas entre tratamientos para muertos ($F=2,70$;

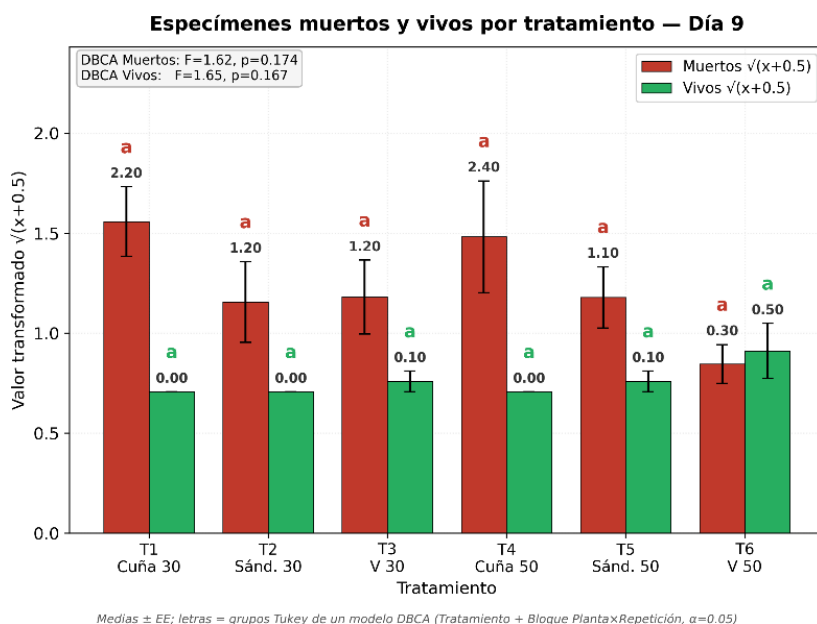
$p=0,033$) y vivos ($F=2,53$; $p=0,042$). T5, trampa sánduche a 50 cm, presentó más muertos (28,4), seguido de T3 (25,7) y T6 (24,7); T1 registró la menor captura (8,3). Aunque T1 alcanzó 100 % de mortalidad, T5 mostró mayor eficiencia operativa al combinar 30,6 capturas y 92,8 % de mortalidad. Este resultado coincide con Castillo y Montenegro (2022).

En los días 6 y 9 no existieron diferencias en muertos ni vivos ($p>0,05$). Las capturas disminuyeron 84,9 % y 93,0 %, respectivamente, frente al día 3. Esta reducción podría relacionarse con pérdida de humedad y volátiles del pseudotallo, condiciones ambientales y agotamiento de adultos, concordando con Vélez et al. (2024). En el día 6, T4 alcanzó 100 % de mortalidad con solo 3,5 capturas; mientras que, en el día 9, T6 presentó 37,5 % con 0,8 individuos.

Figura 2

Prueba de comparación de medias de Tukey al 5%: a) especímenes muertos y vivos por tratamiento día 3; b) especímenes muertos y vivos por tratamiento día 6; c) especímenes muertos y vivos por tratamiento día 9

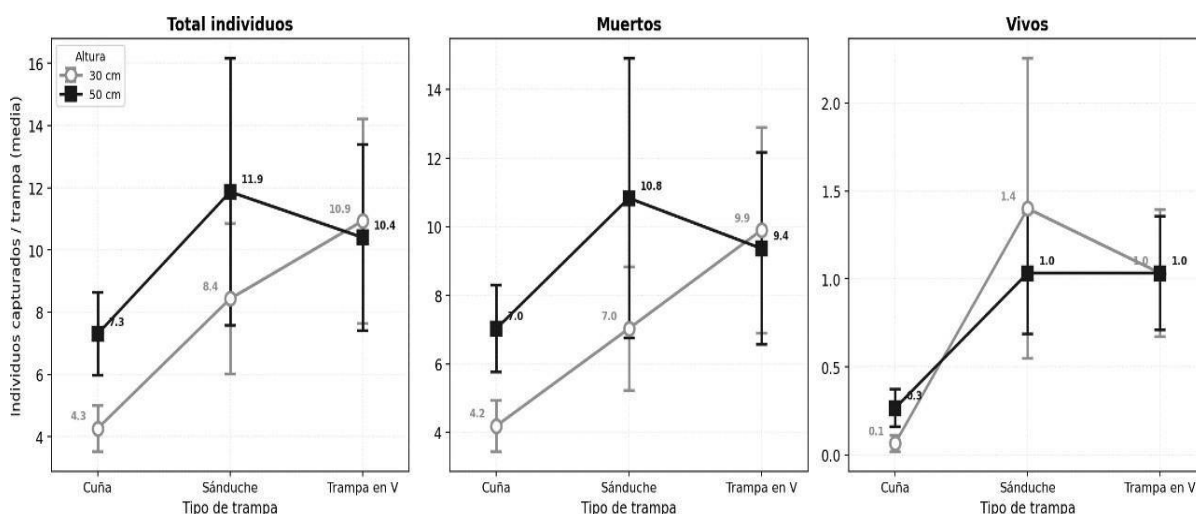




La captura presentó variaciones descriptivas según la combinación evaluada (Figura 3). A 30 cm, la trampa en V registró la mayor captura total (10,9 individuos), seguida por sánduche (8,4) y cuña (4,3). A 50 cm, la trampa sánduche alcanzó 11,9 individuos, seguida por V (10,4) y cuña (7,3). El número de muertos reprodujo este patrón: sánduche a 50 cm obtuvo 10,8 individuos y V a 30 cm, 9,9. Los individuos vivos fueron escasos, con medias entre 0,1 y 1,4 por trampa.

Aunque elevar las trampas de 30 a 50 cm aumentó descriptivamente la captura en cuña y sánduche, la trampa en V permaneció estable. Sin embargo, la prueba de razón de verosimilitud no confirmó una interacción tipo de trampa $\times$ altura para capturas totales, muertos o vivos ($p>0,32$). Por tanto, no existe evidencia suficiente para afirmar que el efecto de la altura dependa del diseño de la trampa. La mayor captura de la trampa sánduche coincide con Castillo y Montenegro (2022), mientras Vélez et al. (2024) señalaron que la posición no modificó consistentemente la captura de *M. hemipterus*. Las amplias barras de error indican elevada variabilidad, posiblemente asociada con la distribución de los picudos y las condiciones ambientales (Delaplace et al., 2024; Tinzaara et al., 2005).

Figura 3
Interacción tipo de Trampa por altura



Las diferencias entre tratamientos se concentraron en el día 3, cuando T5, T3 y T6 mostraron las mayores capturas y cantidades de individuos muertos. T1 alcanzó 100 % de mortalidad, pero capturó solo 8,3 individuos; en contraste, T5 combinó 30,6 capturas con 92,8 % de mortalidad, mostrando el mejor balance operativo. Este comportamiento coincide parcialmente con Castillo y Montenegro (2022), quienes registraron mayor captura con trampas sánduche. Sin embargo, la eficiencia depende también de la altura, condición del cebo, microambiente y distribución espacial de los picudos.

En los días 6 y 9 desaparecieron las diferencias estadísticas y las capturas disminuyeron 84,9 % y 93,0 %, respectivamente, frente al día 3. Esta reducción coincide con Vélez et al. (2024) y podría relacionarse con pérdida de humedad, deterioro del pseudotallo, menor liberación de volátiles o agotamiento temporal de adultos próximos. La temperatura, precipitación y estrategia de instalación también afectan la respuesta de los picudos (Delaplace et al., 2024; Tinzaara et al., 2005). Aunque las capturas iniciales fueron mayores a 50 cm, no se confirmó una interacción trampa $\times$ altura, por lo que esta posición no puede considerarse universalmente superior.

La mortalidad general estimada, 90,9 %, superó el 70,13 % informado por Jami Caluña et al. (2024), aunque ambos resultados provienen de condiciones diferentes. El trampeo debe combinar atracción y mortalidad e integrarse con feromonas, saneamiento y control microbiológico (Alpizar et al., 2012; Bandeira et al., 2021; Reddy et al., 2009).

CONCLUSIONES

Las trampas cebadas con piña y tratadas con spinosad fueron eficaces para capturar y eliminar adultos de *Metamasius hemipterus*, con una mortalidad general estimada de 90,9 %. La mayor respuesta ocurrió durante los primeros tres días; en T5, trampa sánduche a 50 cm presentó el mejor balance entre captura total y mortalidad, seguida por las trampas en V. Posteriormente, las capturas disminuyeron considerablemente, lo que justifica renovar el cebo cada tres días.

Aunque las trampas cuña y sánduche mostraron incrementos descriptivos al ubicarse a 50 cm, la interacción entre tipo de trampa y altura no fue significativa. Por tanto, la hipótesis planteada se acepta parcialmente: el tiempo de exposición influyó en el comportamiento de las capturas, pero no se confirmó estadísticamente que la altura modificara la eficacia de las trampas. Asimismo, el efecto de las condiciones ambientales entre periodos requiere comprobarse mediante un modelo conjunto que incluya periodo, temperatura, precipitación, tratamiento y sus interacciones.

REFERENCIAS

- Alpizar, D., Fallas, M., Oehlschlager, A. C., & Gonzalez, L. M. (2012). Management of *Cosmopolites sordidus* and *Metamasius hemipterus* in banana by pheromone-based mass trapping. *Journal of chemical ecology*, 38(3), 245-252.
- Bandeira, P. T., Fávaro, C. F., Francke, W., Bergmann, J., & Zarbin, P. H. G. (2021). Aggregation pheromones of weevils (Coleoptera: Curculionidae): advances in the identification and potential uses in semiochemical-based pest management strategies. *Journal of Chemical Ecology*, 47(12), 968-986.
- Blomme, G., Kearsley, E., & Ocimati, W. (2026). Integrated pest and disease management for banana crops in East and Central Africa: addressing the challenges of co-occurring biotic threats. *Frontiers in Agronomy*, 8, 1757848.
- Castillo, H., & Montenegro, G. (2022). Evaluación de cuatro tipos de trampas para monitoreo y control de *Cosmopolites sordidus* y *Metamasius hemipterus* (Coleoptera: Curculionidae) en cultivos de plátano en Bocas del Toro, Panamá. *Revista Semilla del Este*, 3(1), 161-170.
- Caluña, L. M. J., Cunuhay, K. A. E., Enríquez, D. F. S., & Ayala, O. N. V. (2024). Evaluación de trampas con insecticidas para controlar picudo negro (*Cosmopolites sordidus*) y rayado (*Metamasius hemipterus*). *ConcienciaDigital*, 7(3.1), 171-184.
- Delaplace, L., Carval, D., Tixier, P., & Duyck, P. F. (2024). Effect of climatic variables and pheromone trapping strategy on the capture of *Cosmopolites sordidus* in banana fallows. *Crop Protection*, 176, 106501.
- FAO. (2023). FAOSTAT: Banana and plantain production data. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/faostat/>
- Hammad, E. M., Al-Deeb, M. A., & Sharif, S. I. (2020). Effect of trap colour and height on the capturing efficiency of red palm weevil, *Rhynchophorus ferrugineus* (Coleoptera: Dryophthoridae). *International Journal of Tropical Insect Science*, 40, 643–650.
- Kannan, M., Padmanaban, B., Anbalagan, S., & Krishnan, M. (2022). A review on monitoring and integrated management of banana Pseudostem Weevil, *Odoiporus longicollis* Oliver (Coleoptera: Curculionidae) in India. *International Journal of Tropical Insect Science*, 42(1), 21-29.
- Leiva-Espinoza, S. T., Román, A., Aguilar, V., Requejo, E., Meza-Maicelo, W., Banda-Martinez, D., ... & Maicelo-Quintana, J. (2025). Identification of *Metamasius hemipterus* (Coleoptera: Dryophthoridae) and its biological control through the use of species of the genus *Beauveria* and *Metarhizium*. Amazonas, Peru. *Frontiers in Agronomy*, 7, 1695515.
- Lenth, R. V. (2023). emmeans: Estimated Marginal Means, aka Least-Squares Means. R package version 1.8.7. <https://CRAN.R-project.org/package=emmeans>
- Lozano-Castellanos, J. A., Garcia-Gonzalez, L. E., & Bustillo-Pardey, A. E. (2024). Optimizing

- artisanal plastic traps for monitoring and managing banana weevils: color, odor, and position. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 41(3), 1–16.
- Lozano-Soria, A., Diaz, A. P. B., Lopez-Moya, F., Valverde-Urrea, M., Zubcoff, J. J., Martinez-Perez, J. E., ... & Lopez-Llorca, L. V. (2025). Volatile organic compounds from entomopathogenic and nematophagous fungi repel banana weevil (*Cosmopolites sordidus*) under banana field conditions. *PeerJ*, 13, e19414.
- Mondragon-Herrera, E., Mena-Chacon, L. M., Leiva-Espinoza, S. T., & Huaman-Pilco, A. F. (2026). New Record of *Metarhizium brunneum* Infecting Banana Weevil in Peru: Implications for Biological Control. *Journal of Fungi*, 12(5), 363.
- Montoya, A. B., Giraldo-Jaramillo, M., & Cotes, A. M. (2026). New record of *Metarhizium brunneum* infecting banana weevil in Peru: Implications for biological control. *Journal of Fungi*, 12(5), 363.
- R Core Team. (2023). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org/>
- Reddy, G. V. P., Cruz, Z. T., & Guerrero, A. (2009). Development of an efficient pheromone-based trapping method for the banana root borer *Cosmopolites sordidus*. *Journal of Chemical Ecology*, 35, 111–123.
- Reddy, G. V. P., Cruz, Z. T., & Guerrero, A. (2012). Management of *Cosmopolites sordidus* and *Metamasius hemipterus* in banana by pheromone-based mass trapping. *Journal of Chemical Ecology*, 38, 245–252.
- Rehner, S. A., Minnis, A. M., Sung, G. H., Luangsa-ard, J. J., Devotto, L., & Humber, R. A. (2011). Phylogeny and systematics of the anamorphic, entomopathogenic genus *Beauveria*. *Mycologia*, 103, 1055–1073.
- Saoud, A. H., Yusta, W. R., & Al-Deeb, M. A. (2010). Effect of trap setting height and colour on pheromone mass-trapping of the red palm weevil, *Rhynchophorus ferrugineus* (Coleoptera: Dryophthoridae). *Acta Horticulturae*, 882, 327–334.
- Thompson, G. D., Dutton, R., & Sparks, T. C. (2000). Spinosad—a case study: an example from a natural products discovery programme. *Pest Management Science*, 56, 696–702.
- Tinzaara, W., Gold, C. S., Dicke, M., Van Huis, A., & Ragama, P. E. (2005). Factors influencing pheromone trap effectiveness in attracting the banana weevil, *Cosmopolites sordidus*. *International Journal of Pest Management*, 51(4), 281–288.
- Vélez, M. C., Garcia-Gaibor, G. J., Guedes, R. N., & Rivero-Herrada, M. (2024). Optimizing artisanal plastic traps for monitoring and managing banana weevils: color, odor, and position. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 41(3).