

RESEARCH ARTICLE

Evaluación comparativa de modelos de trampas y cebos para la captura de *Rhynchophorus palmarum* en Palma aceitera en época lluviosa.

Isaac Isidro Freile Mera ¹  Marlene Luzmila Medina Villacís ¹  Maira Elizabeth Freile Mera ¹  Adriana Mercedes Quevedo Loja ¹  Digna Jael Nivela Andrade ¹  Isabel Cristina Coello Peralta ¹ 

¹ Maestría en Agronomía con mención en producción agrícola sostenible, Universidad Estatal de Quevedo, Quevedo, Ecuador.

✉ Correspondencia: imera6526@gmail.com  + 593 987227333

DOI/URL: <https://doi.org/10.53313/gwj91328>

Resumen: La palma aceitera (*Elaeis guineensis*) es un cultivo de gran importancia económica en Ecuador; sin embargo, enfrenta serias limitaciones fitosanitarias, entre ellas el ataque del picudo negro (*Rhynchophorus palmarum*), plaga que ocasiona daños directos al meristemo y actúa como vector del anillo rojo. El estudio evaluó la eficacia de dos modelos de trampas (tradicional y de galón) y cuatro tipos de cebos durante la época lluviosa en tres haciendas de las provincias de Los Ríos y Guayas. Se aplicó un diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial 2×4. Los resultados demostraron que la trampa de galón combinada con melaza, piña y guarapo presentó la mayor eficacia de captura y mejor relación costo-beneficio. En contraste, los cebos con melaza y agua mostraron menor efectividad. Se concluye que esta alternativa constituye una estrategia viable, económica y sostenible para el manejo integrado de la plaga en condiciones de alta precipitación.

Palabras claves: Picudo negro, melaza, piña, guarapo, eficacia.

Comparative evaluation of trap and bait models for capturing *Rhynchophorus palmarum* in oil palms during the rainy season.

Abstract: The oil palm (*Elaeis guineensis*) is a crop of great economic importance in Ecuador; however, it faces serious phytosanitary constraints, including attacks by the black weevil (*Rhynchophorus palmarum*), a pest that causes direct damage to the meristem and acts as a vector for red ring disease. The study evaluated the effectiveness of two trap models (traditional and gallon) and four types of baits during the rainy season on three farms in the provinces of Los Ríos and Guayas. A randomized complete block design with a 2×4 factorial arrangement was applied. The results showed that the gallon trap combined with molasses, pineapple, and guarapo had the highest



Cita: Isaac Isidro, F. M., Marlene Luzmila, M. V., Mayra Elizabeth, F. M., Adriana Mercedes, Q. L., Digna Jael, N. A., & Isabel Cristina, C. P. (2026). Evaluación comparativa de modelos de trampas y cebos para la captura de *Rhynchophorus palmarum* en Palma aceitera en época lluviosa. Green World Journal, 09(01), 328. <https://doi.org/https://doi.org/10.53313/gwj91328>

Received: 10/ January/2026

Accepted: 19 /February /2026

Published: 20 /February /2026

Prof. Carlos Mestanza-Ramón, PhD.
Editor-in-Chief / CaMeRa Editorial
editor@greenworldjournal.com

Editor's note: CaMeRa remains neutral with respect to legal claims resulting from published content. The responsibility for published information rests entirely with the authors.



© 2025 CaMeRa license, Green World Journal. This article is an open access document distributed under the terms and conditions of the license.
Creative Commons Attribution (CC BY).
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

capture efficiency and best cost-benefit ratio. In contrast, baits with molasses and water were less effective. It is concluded that this alternative is a viable, economical, and sustainable strategy for integrated pest management in conditions of high precipitation.

Keywords: Black weevil, molasses, pineapple, guarapo, effectiveness.

1. Introducción

La palma aceitera (*Elaeis guineensis*) constituye uno de los cultivos tropicales de mayor relevancia económica a nivel mundial, al representar aproximadamente el 35 % de la producción global de aceites vegetales (Alhaji et al., 2024). Su aceite es ampliamente utilizado en la industria alimentaria, cosmética, farmacéutica y en la producción de biocombustibles, lo que ha impulsado su expansión en regiones tropicales de África, Asia y América Latina (Sierra-Márquez et al., 2017; Hernández y Sato, 2023). Países como Indonesia y Malasia lideran la producción mundial, mientras que en América Latina Ecuador se ha consolidado como uno de los principales productores, ocupando el segundo lugar en la región y el sexto a nivel global (Chamorro, 2023; USDA, 2024). Esta posición estratégica ha convertido al cultivo en un pilar del desarrollo agrícola nacional, generando empleo, dinamizando economías locales y aportando significativamente a las exportaciones.

En Ecuador, la expansión del cultivo ha sido sostenida durante las últimas décadas, alcanzando más de 250.000 hectáreas sembradas (Becerra et al., 2023). No obstante, este crecimiento ha venido acompañado de desafíos fitosanitarios que comprometen la sostenibilidad productiva del sector. Diversas investigaciones señalan que la incidencia de enfermedades y plagas se ha intensificado debido a factores edafoclimáticos, prácticas agronómicas y condiciones ambientales propias de las zonas tropicales húmedas (Murphy et al., 2021; Paterson et al., 2020). Entre los principales problemas sanitarios destacan la pudrición del cogollo (PC) y la enfermedad del anillo rojo, ambas asociadas a pérdidas significativas en rendimiento y mortalidad de plantas (Mihai et al., 2023; Abubakar et al., 2023).

Dentro de este contexto, el picudo negro de la palma (*Rhynchophorus palmarum*) se ha consolidado como una de las plagas más importantes del cultivo en América tropical (Hoddle et al., 2024; Anankware et al., 2024). Este coleóptero, perteneciente a la familia Curculionidae, posee una alta capacidad reproductiva y un amplio rango de hospedantes, lo que dificulta su control (Jibin et al., 2024). El daño principal ocurre durante su fase larval, cuando las larvas perforan el tejido interno del tronco y el meristemo apical, debilitando la estructura de la planta y provocando su colapso (Vásquez-Ordóñez et al., 2024). Además del daño mecánico, esta plaga actúa como vector del nematodo *Bursaphelenchus cocophilus*, agente causal del anillo rojo, enfermedad vascular que genera marchitez, necrosis y muerte progresiva de la palma (Pinho et al., 2016; León-Martínez et al., 2019).

El impacto económico de *R. palmarum* es considerable, ya que reduce la productividad, incrementa los costos de manejo y afecta la estabilidad financiera de pequeños y medianos productores (Dalbon et al., 2024; Gutiérrez et al., 2024). La detección temprana resulta compleja debido a que las larvas se desarrollan en el interior del estípite, donde el daño no es visible hasta etapas avanzadas (Hoddle et al., 2024). Por ello, el manejo integrado de esta plaga requiere estrategias que combinen control

químico, biológico y etológico, priorizando alternativas sostenibles que reduzcan la dependencia de insecticidas sintéticos.

El control químico ha mostrado resultados efectivos con insecticidas como tiametoxam, carbaryl y deltametrina (Martínez et al., 2019); sin embargo, el uso continuo de estos productos favorece la aparición de resistencia y genera impactos ambientales negativos (Hoddle et al., 2024). Por su parte, el control biológico mediante hongos entomopatógenos como *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* ha demostrado tasas de mortalidad elevadas bajo condiciones controladas (Dalbon et al., 2024; Ali et al., 2024), aunque su efectividad en campo puede verse influenciada por factores climáticos. En este escenario, el control etológico mediante el uso de trampas y atrayentes se presenta como una alternativa viable, económica y compatible con programas de manejo integrado (Santos et al., 2018).

Las trampas para la captura de *R. palmarum* han evolucionado en diseño y funcionalidad, incorporando feromonas de agregación y cebos alimenticios que incrementan la atracción del insecto (Dalbon et al., 2021; Oehlschlager, 2016). Entre los modelos más utilizados se encuentran las trampas tipo balde, las trampas Picusan y las trampas tipo cubo de basura (TCT), cuya eficiencia depende del diseño estructural, la retención de insectos y la combinación con atrayentes adecuados (Milosavljević et al., 2020; Castañeda et al., 2022). No obstante, la efectividad de estos dispositivos puede variar significativamente según las condiciones ambientales, particularmente en regiones de alta precipitación.

Los factores climáticos, como temperatura, humedad relativa y lluvias, influyen directamente en la dinámica poblacional del insecto y en la liberación de compuestos volátiles de los cebos (Pinho et al., 2016; Correia et al., 2015). Durante la época lluviosa, la dilución de los cebos fermentados y el deterioro estructural de las trampas reducen su rendimiento (Fowler et al., 2024). Esta situación representa un desafío para los productores, ya que precisamente en condiciones de alta humedad se incrementa la actividad del insecto y su dispersión.

Diversos estudios han destacado la eficacia de cebos fermentados elaborados a base de melaza, piña y guarapo, debido a la liberación de compuestos volátiles que actúan como kairomonas y potencian la acción de la feromona de agregación (Murguía-González et al., 2018; Moya y Murillo, 2015). La piña, por su alto contenido de azúcares y rápida fermentación, genera un perfil aromático altamente atractivo (Milosavljević et al., 2020), mientras que el guarapo incrementa la emisión de alcoholes y ácidos orgánicos que estimulan la respuesta olfativa del insecto (Murguía-González et al., 2018). Sin embargo, la interacción entre tipo de trampa y composición del cebo bajo condiciones de lluvia intensa no ha sido suficientemente documentada en el contexto ecuatoriano.

Además del componente biológico, el análisis económico de las estrategias de control es fundamental para garantizar su adopción por parte de los productores. La relación costo-beneficio de las trampas depende tanto del valor del dispositivo como del costo de los insumos utilizados en los cebos (Mora-Castañeda et al., 2022). Alternativas de bajo costo que mantengan alta eficacia pueden representar soluciones sostenibles, especialmente para agricultores con recursos limitados

(Mendel et al., 2023).

En este contexto, surge la necesidad de evaluar comparativamente diferentes modelos de trampas y formulaciones de cebos durante la época lluviosa, con el fin de identificar combinaciones que maximicen la captura de *R. palmarum* y optimicen la inversión económica. Generar información científica local permite adaptar las estrategias de manejo a las condiciones edafoclimáticas de las provincias productoras de palma en Ecuador, fortaleciendo la sostenibilidad del cultivo.

Por lo tanto, el presente estudio se orienta a evaluar la eficacia de dos modelos de trampas y cuatro combinaciones de cebos en la captura de *Rhynchophorus palmarum* durante la época lluviosa, considerando tanto el desempeño biológico como el análisis de costos. Los resultados aportan evidencia técnica para mejorar los programas de manejo integrado de plagas, contribuyendo a la reducción de pérdidas productivas y al fortalecimiento de la competitividad del sector palmicultor ecuatoriano.

2. Materiales y métodos

La investigación se desarrolló con el objetivo de evaluar la eficacia de dos modelos de trampas y cuatro tipos de cebos para la captura de *Rhynchophorus palmarum* en plantaciones de palma aceitera durante la época lluviosa. El estudio se llevó a cabo en tres haciendas ubicadas en las provincias de Los Ríos y Guayas, zonas caracterizadas por alta producción de palma y condiciones climáticas de elevada precipitación, factores que influyen en la dinámica poblacional de la plaga.

Se empleó un diseño experimental de bloques completos al azar con arreglo factorial 2×4. El primer factor correspondió al tipo de trampa (trampa tradicional y trampa tipo galón), mientras que el segundo factor incluyó cuatro tipos de cebos: melaza con agua, melaza con piña, melaza con guarapo y una combinación de melaza, piña y guarapo. Cada tratamiento resultó de la combinación de un modelo de trampa con uno de los cebos evaluados, generando un total de ocho tratamientos. Estos fueron distribuidos aleatoriamente dentro de cada bloque para minimizar la variabilidad asociada a las condiciones propias del terreno, como humedad del suelo, densidad de plantas y nivel de infestación.

La instalación de las trampas se realizó siguiendo criterios técnicos estandarizados para garantizar uniformidad en la toma de datos. Las trampas se colocaron a una distancia determinada entre sí para evitar interferencia en la atracción de los insectos y asegurar independencia experimental. Asimismo, fueron ubicadas estratégicamente dentro del lote, considerando áreas con antecedentes de presencia de la plaga y accesibilidad para el monitoreo periódico.

Los cebos fueron preparados previamente bajo condiciones controladas, respetando proporciones específicas de cada componente para asegurar consistencia en todos los tratamientos. La melaza fue utilizada como base atrayente por su capacidad de fermentación y liberación de compuestos volátiles. En los tratamientos correspondientes, se incorporaron trozos de piña madura y guarapo con el fin de potenciar la atracción mediante procesos de fermentación natural. La renovación de los cebos se efectuó con una frecuencia establecida para mantener su efectividad durante todo el

periodo de evaluación.

El monitoreo se realizó semanalmente durante la época lluviosa, periodo en el cual la actividad del insecto tiende a incrementarse debido a las condiciones de humedad y temperatura. En cada revisión se contabilizó el número de individuos capturados por trampa, diferenciando entre machos y hembras cuando fue posible, y registrando los datos en formatos previamente diseñados. Además, se verificó el estado físico de las trampas y la condición de los cebos, realizando mantenimiento cuando fue necesario.

Las variables evaluadas incluyeron el número total de insectos capturados por tratamiento, el promedio de captura por trampa y la relación costo-beneficio asociada a cada combinación. Para el análisis estadístico se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) acorde al diseño factorial, con el propósito de determinar diferencias significativas entre tratamientos y la posible interacción entre el tipo de trampa y el tipo de cebo. Cuando se identificaron diferencias estadísticas, se realizaron pruebas de comparación de medias para establecer cuál tratamiento presentó mayor eficacia.

Adicionalmente, se efectuó un análisis económico considerando el costo de elaboración e instalación de cada tipo de trampa, así como el costo de los insumos utilizados en los cebos. Este análisis permitió determinar no solo la eficiencia biológica en términos de captura, sino también la viabilidad práctica de su implementación a nivel productivo.

Durante todo el proceso se mantuvieron condiciones homogéneas de manejo agronómico en las plantaciones, evitando la aplicación de insecticidas u otras prácticas que pudieran interferir con los resultados. De esta manera, se aseguró que las diferencias observadas en la captura del picudo negro fueran atribuibles exclusivamente a los tratamientos evaluados.

La metodología aplicada permitió obtener información confiable sobre la efectividad de las combinaciones estudiadas, proporcionando bases técnicas para fortalecer estrategias de manejo integrado del picudo negro en plantaciones de palma aceitera bajo condiciones de alta precipitación.

3. Resultado

3.1. Eficacia de dos modelos de trampas en la captura de *Rhynchophorus palmarum* en cultivos de palma africana

En las tres haciendas evaluadas ("La Cosecha", "La Graciela" y "Narcisa"), las combinaciones de trampas con melaza + piña + guarapo presentaron las mayores eficacias de captura, destacándose como las más efectivas en todos los casos. En "La Cosecha" y "Narcisa", la trampa de galón con este cebo alcanzó los valores más altos, clasificados como "muy alta" eficacia, seguida por la trampa tradicional con la misma mezcla. En "La Graciela", la trampa tradicional con melaza + piña + guarapo mostró ligeramente mejor resultado que la de galón, aunque ambas fueron catalogadas con eficacia alta.

La combinación melaza + piña + agua presentó eficacias intermedias (altas o moderadas-altas), mientras que los tratamientos con melaza + guarapo y especialmente melaza + agua mostraron rendimientos moderados, bajos o incluso inferiores al control. En conjunto, se confirma que las mezclas con piña y guarapo fueron consistentemente superiores, y que melaza + agua fue la alternativa menos eficiente.

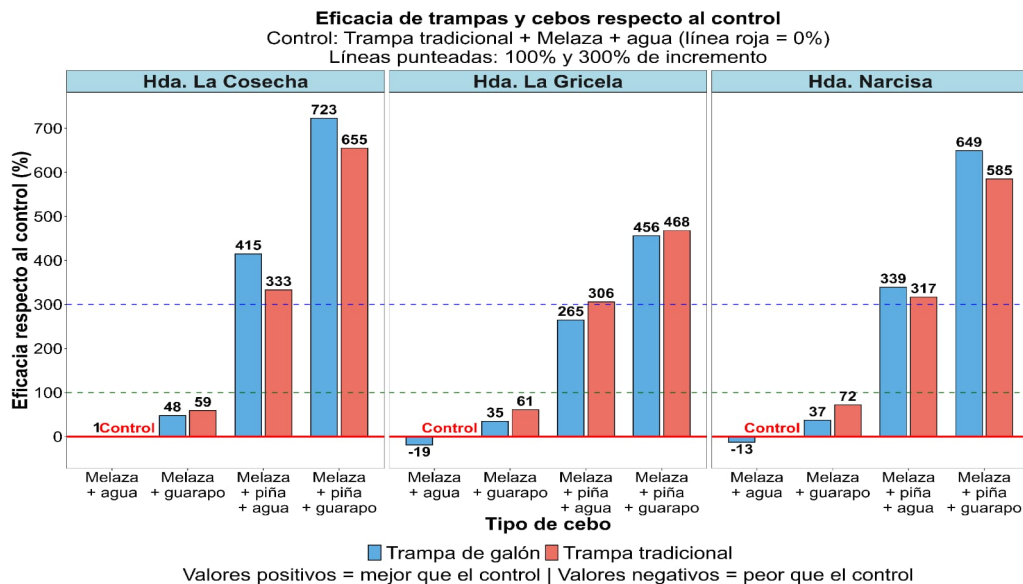


Figura 1. Eficacia de trampas y cebos respecto al control. Impacto de cebos en la captura de *Rhynchophorus palmarum* en los dos modelos de trampas

En la Figura 2 se presenta el número de *Rhynchophorus palmarum* capturados según el tipo de trampa en las tres haciendas evaluadas. En “La Cosecha”, la trampa de galón obtuvo el mayor promedio de captura (26,64 insectos), siendo estadísticamente superior a la trampa tradicional (24,27 insectos). Por el contrario, en “La Graciela” la trampa tradicional registró la mayor captura (24,69 insectos), superando de manera significativa a la trampa de galón (22,76 insectos). En la hacienda “Narcisa”, ambas trampas mostraron promedios similares (24,99 y 24,31 insectos, respectivamente), sin diferencias estadísticas significativas entre ellas. Estos resultados evidencian que la eficacia relativa de los modelos de trampa varió según la localidad, presentando diferencias significativas en “La Cosecha” y “La Graciela”, pero no en “Narcisa”.

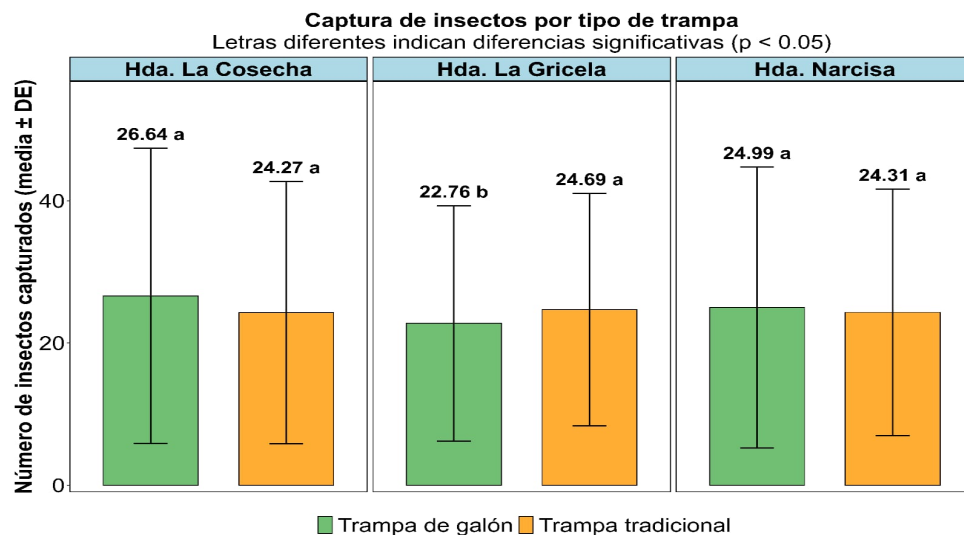


Figura 2. Número de insectos capturados por tipo de trampa

En la Figura 3 se muestra el número de *Rhynchophorus palmarum* capturados en función del tipo de cebo en las tres haciendas evaluadas. En “La Cosecha”, el mayor promedio de captura se obtuvo con la combinación melaza + piña + guarapo (52,94 insectos), seguido por melaza + piña + agua (31,81 insectos), melaza + guarapo (10,31 insectos) y melaza + agua (6,75 insectos), registrándose diferencias estadísticas significativas entre todos los tratamientos.

En “La Graciela” se observó un comportamiento similar, encabezado por melaza + piña + guarapo (44,96 insectos), seguido de melaza + piña + agua (30,83 insectos), melaza + guarapo (11,85 insectos) y melaza + agua (7,25 insectos), también con diferencias significativas entre cada tratamiento.

De igual manera, en “Narcisa” la mayor captura correspondió a melaza + piña + guarapo (50,77 insectos), seguida por melaza + piña + agua (30,29 insectos), melaza + guarapo (10,92 insectos) y melaza + agua, que presentó el menor promedio de captura. En conjunto, los resultados confirman que los cebos que incorporaron piña y guarapo fueron consistentemente los más efectivos, mientras que melaza + agua mostró la menor capacidad de atracción.

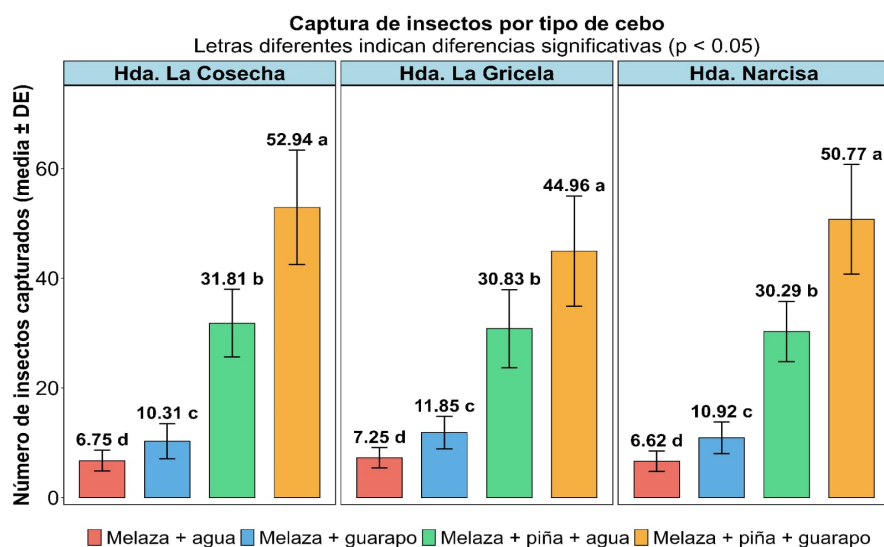


Figura 3. Número de insectos capturados por tipo de cebo

En la Figura 4 se presenta el número de *Rhynchophorus palmarum* capturados según la combinación entre el tipo de cebo y el modelo de trampa en las tres haciendas evaluadas. En “La Cosecha”, la mayor captura se obtuvo con la trampa de galón + melaza + piña + guarapo (55,21 insectos), seguida por la trampa tradicional con la misma mezcla (50,67 insectos), ambas con diferencias estadísticas significativas frente a los demás tratamientos. Las combinaciones con melaza + piña + agua y melaza + guarapo mostraron valores intermedios, mientras que melaza + agua registró las menores capturas en ambos modelos de trampa.

En “La Graciela”, los mayores promedios también correspondieron a melaza + piña + guarapo, tanto en trampa tradicional (45,42 insectos) como en trampa de galón (44,50 insectos), seguidos por melaza + piña + agua, melaza + guarapo y, finalmente, melaza + agua, manteniéndose diferencias significativas entre los grupos.

De forma similar, en “Narcisa” la trampa de galón con melaza + piña + guarapo lideró las capturas (53,04 insectos), seguida por la trampa tradicional con el mismo cebo (48,50 insectos). En todas las localidades, las combinaciones que incluyeron piña y guarapo fueron estadísticamente superiores, mientras que melaza + agua resultó la menos efectiva, evidenciando un efecto significativo de la interacción trampa–cebo en la atracción del insecto.

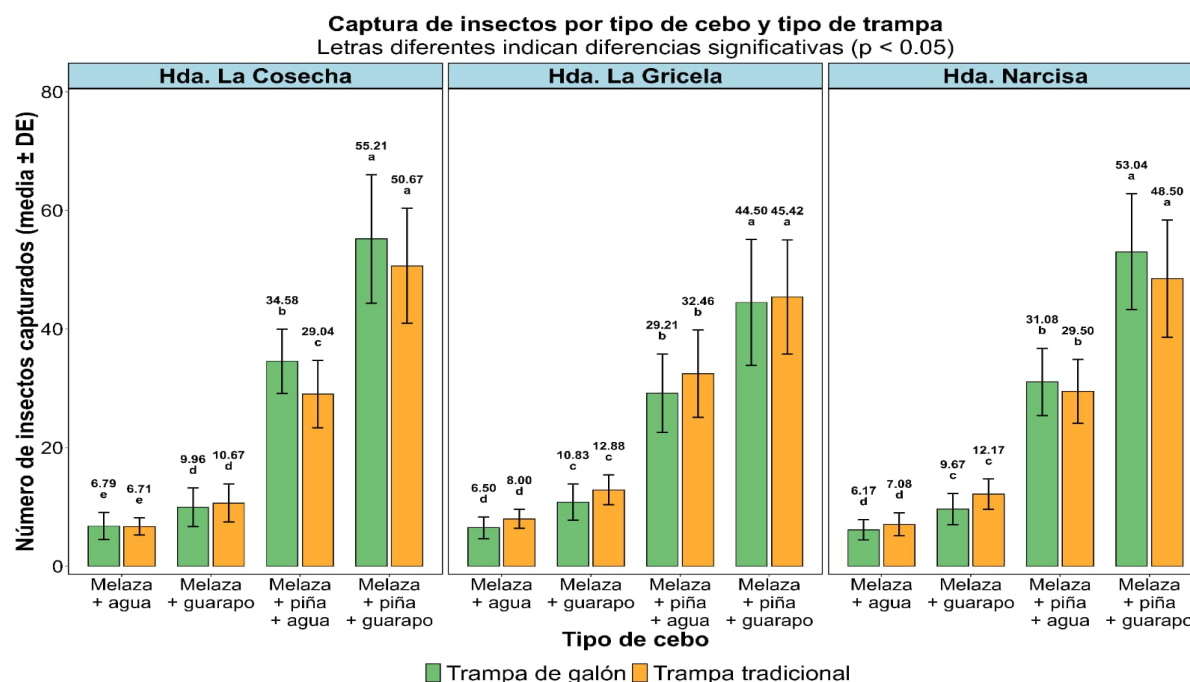


Figura 4. Número de insectos capturados por tipo de cebo y tipo de trampa

3.2. Costos de los modelos de trampas y cebos

En la tabla 1 se presenta el análisis de los costos individuales y totales de cada tratamiento, lo que permitió identificar diferencias económicas significativas entre las ocho alternativas evaluadas para el control del picudo negro. Los tratamientos se conformaron a partir de la combinación de dos modelos de trampas: trampa tradicional (Tt) y trampa de galón (Tg), junto con cuatro mezclas de cebos a base de melaza, piña, guarapo y agua, incluyendo en todos los casos el uso de feromona de agregación.

Los resultados evidencian que los tratamientos que incorporaron la trampa tradicional (Tt) registraron los mayores costos totales, debido principalmente al mayor valor unitario del dispositivo (USD 4,05), en comparación con la trampa de galón (USD 1,85). Dentro de este grupo, el tratamiento T1 (Tt + melaza + piña + guarapo + feromona de agregación) fue el más costoso, con un valor total de USD 10,70 por trampa, seguido de T2 (USD 9,95) y T4 (USD 8,70). Estos tratamientos incluyeron mezclas de cebos con ingredientes de mayor costo, como piña y guarapo, lo que incrementó el valor final.

En contraste, los tratamientos que utilizaron la trampa de galón (Tg) fueron consistentemente más económicos, reflejando el impacto de un menor costo base. El tratamiento T7 (Tg + melaza + agua + feromona de agregación) presentó el menor costo total (USD 5,75), seguido de T8 (USD 6,50) y T6 (USD 7,75), debido al uso de mezclas más simples y de bajo costo, como melaza y agua, sin incluir piña ni guarapo.

Tabla 1. Análisis de los costos individuales y combinados de los modelos de trampas y cebos

Tratamiento	Modelo	Costo trampa (USD)	Mezcla usada	Costo cebo (USD)	Feromona (USD)	Costo total por trampa (USD)
T1	Tt	4.05	0.5 L melaza + 0.5 kg piña + 1 L guarapo	4.25	2.40	10.70
T2	Tt	4.05	0.5 L melaza + 1 L guarapo	3.50	2.40	9.95
T3	Tt	4.05	0.5 L melaza + 1 L agua	1.50	2.40	7.95
T4	Tt	4.05	0.5 L melaza + 0.5 kg piña + 1 L agua	2.25	2.40	8.70
T5	Tg	1.85	0.5 L melaza + 0.5 kg piña + 1 L guarapo	4.25	2.40	8.50
T6	Tg	1.85	0.5 L melaza + 1 L guarapo	3.50	2.40	7.75
T7	Tg	1.85	0.5 L melaza + 1 L agua	1.50	2.40	5.75
T8	Tg	1.85	0.5 L melaza + 0.5 kg piña + 1 L agua	2.25	2.40	6.50

4. Discusión

Los resultados obtenidos confirman que la combinación melaza + piña + guarapo fue la alternativa más eficaz para la captura de *Rhynchophorus palmarum* en las tres haciendas evaluadas, tanto en trampas tradicionales como en trampas de galón. En “La Cosecha” se registraron eficacias de 722,8% y 655,1%; en “La Graciela” de 467,8% y 456,2%; y en “Narcisa” de 649,2% y 585,0%, respectivamente. Este comportamiento estable evidencia la alta capacidad atractiva del cebo, lo cual coincide con Milosavljević et al. (2020), quienes señalan que la sinergia entre feromonas y

cebos fermentados incrementa la liberación de compuestos volátiles, potenciando la respuesta del insecto. Asimismo, Oehlschlager (2016) destaca que ciertos diseños de trampa favorecen la dispersión del aroma, mejorando la eficiencia de captura.

En contraste, los tratamientos con melaza + agua presentaron la menor eficacia, incluso con valores cercanos o inferiores al control, lo que evidencia su limitada capacidad de atracción al carecer de sustratos fermentables complejos. Las mezclas melaza + guarapo y melaza + piña + agua mostraron resultados intermedios, pero significativamente inferiores a la combinación completa con piña y guarapo. Este patrón confirma que la complejidad del cebo influye directamente en la emisión de volátiles atractivos.

Hallazgos similares fueron reportados por Abbas et al. (2019), quienes determinaron que la adición de dátiles a la feromona incrementó notablemente la captura del picudo rojo de las palmas, superando a otras mezclas más simples. De igual manera, Barraza y Chavarría (2020) señalaron que el tipo de trampa influye en la eficacia del control, y que modelos de bajo costo o poco adecuados pueden reducir la eficiencia si no se combinan con cebos altamente fermentados.

El efecto del modelo de trampa varió según la localidad. En “La Cosecha”, la trampa de galón superó a la tradicional; en “La Graciela” ocurrió lo contrario; y en “Narcisa” no se observaron diferencias significativas. Sin embargo, en todas las haciendas los cebos con melaza + piña + guarapo registraron las mayores capturas promedio, superando los 44 insectos y alcanzando 52,94 en “La Cosecha”. Estos resultados coinciden con Moya-Murillo et al. (2015), quienes reportaron incrementos sustanciales en la captura al emplear cebos fermentados combinados con feromonas, así como con Ovando-Cruz et al. (2019), quienes demostraron que modificaciones en el diseño de la trampa pueden duplicar la eficiencia de captura.

Por el contrario, las combinaciones con melaza + agua registraron las capturas más bajas (menores a 8 insectos), lo cual es consistente con Murguía-González et al. (2018), quienes evidenciaron que trampas económicas pueden ser efectivas siempre que incorporen cebos fermentados adecuados.

Desde el punto de vista económico, se identificaron diferencias claras en los costos. La trampa tradicional presentó mayores valores, destacándose T1 (Tt + melaza + piña + guarapo) como el tratamiento más costoso (USD 10,70), mientras que T7 (Tg + melaza + agua) fue el más económico (USD 5,75). Estos resultados concuerdan con Murguía-González et al. (2018) y con Moya y Murillo (2015), quienes indican que estructuras más complejas incrementan los costos sin garantizar mejoras proporcionales en la captura.

En conjunto, el estudio demuestra que la combinación de trampas de galón con cebos fermentados de bajo costo puede constituir una alternativa técnica y económicamente viable para el manejo integrado de *R. palmarum*, especialmente para pequeños y medianos productores.

5. Conclusión

La investigación demostró que la combinación melaza + piña + guarapo fue el tratamiento más eficaz para la captura de *Rhynchophorus palmarum* en las tres haciendas evaluadas, independientemente del modelo de trampa utilizado. Los mayores porcentajes de eficacia y promedios de captura se registraron consistentemente con esta mezcla, confirmando que la sinergia entre feromona y cebos fermentados complejos incrementa significativamente la atracción del insecto. Este patrón estable en diferentes localidades evidencia la confiabilidad del tratamiento como herramienta dentro de programas de manejo integrado.

El desempeño de los modelos de trampa varió según la localidad, observándose diferencias significativas en dos de las tres haciendas evaluadas. Sin embargo, estas variaciones no superaron el efecto determinante del tipo de cebo empleado. Las mezclas simples, como melaza + agua, mostraron bajos niveles de captura, lo que confirma que la presencia de sustratos fermentables como piña y guarapo es un factor clave en la generación de compuestos volátiles atractivos. Por tanto, el tipo de cebo tiene mayor influencia en la eficacia de captura que el modelo estructural de la trampa.

Desde el punto de vista económico, las trampas de galón representaron una alternativa más accesible debido a su menor costo de fabricación, especialmente cuando se combinaron con cebos simples. No obstante, aunque las mezclas de bajo costo reducen la inversión inicial, la combinación de trampa de galón con melaza + piña + guarapo ofrece un equilibrio adecuado entre eficiencia biológica y viabilidad económica. En consecuencia, esta alternativa se perfila como una estrategia sostenible y técnicamente sólida para el manejo del picudo negro en plantaciones de palma aceitera, particularmente en sistemas productivos de pequeños y medianos agricultores.

Contribución de autores: Los autores redactaron a integridad el estudio.

Financiamiento: Los autores financiaron a integridad el estudio.

Conflictos de interés: Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Referencias

1. Abubakar, A; Gambo, J; Ishak, MY. 2023. Chapter Three – Navigating climate challenges: Unraveling the effects of climate change on oil palm cultivation and adaptation strategies (en línea). In Cohen, MJ (ed.). s.l., Elsevier, vol.8, (Advances in Food Security and Sustainability). p. 95–116 DOI: <https://doi.org/10.1016/bs.afs.2023.07.002>.
2. Alhaji, AM; Almeida, ES; Carneiro, CR; da Silva, CAS; Monteiro, S; Coimbra, JS dos R. 2024. Palm Oil (*Elaeis guineensis*): A Journey through Sustainability, Processing, and Utilization. *Foods* 13(17):2814. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods13172814>.
3. Ali, MA; Abou-Ghadi, NMF; Hassan, M a. A; Ahmed, DM. 2024. Enhanced Biocontrol of Red Palm Weevil Using Insect Pathogens in Date Palm Cultivation: A Sustainable Alternative to Pesticides. *Journal of Plant Protection and Pathology* 15(12):433–441. DOI: <https://doi.org/10.21608/jppp.2024.339668.1288>.
4. Anankware, J; Debrah, S; Asomah, S; Egonyu, J; Obeng-Ofori, D. 2024. Morphometrics and reproductive parameters of *Rhynchophorus* morphotypes (Coleoptera: Curculionidae) in Ghana (en línea). s.l., Research Square. DOI: <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-4919892/v1>.
5. Benítez, É; García, C. 2014. The history of research on oil palm bud rot (*Elaeis guineensis* Jacq.) in Colombia. *Agronomía Colombiana* 32(3):390–398. DOI: <https://doi.org/10.15446/agron.colomb.v32n3.46240>.
6. Brooks, ME; Kristensen, K; Benthem, KJ van; Magnusson, A; Berg, CW; Nielsen, A; Skaug, HJ; Mächler, M; Bolker, BM. 2017. glmmTMB Balances Speed and Flexibility Among Packages for Zero-inflated Generalized Linear Mixed

- Modeling. *The R Journal* 9(2):378–400.
7. CABI. 2020. *Rhynchophorus palmarum* (South American palm weevil). CABI Compendium CABI Compendium:47473. DOI: <https://doi.org/10.1079/cabicompendium.47473>.
 8. Castañeda, JGDM; Mora, IYL; Cupul, WC; García, JMP. 2022. EFFICACY AND COST EFFICIENCY OF TRAPS FOR MASS CAPTURE OF *Rhynchophorus palmarum* L. IN A MEXICAN *Cocos nucifera* L. ORCHARD (en línea). *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 25(3). DOI: <https://doi.org/10.56369/tsaes.3933>.
 9. Chamorro Cristóbal, A. 2023. La expansión de la palma aceitera en Ecuador desde la revolución verde, 1961–2021. *Historia agraria: Revista de agricultura e historia rural* (91):191–221.
 10. Cieřla, M; Bartoszek, L; Gruca-Rokosz, R. 2019. Effectiveness Assessment of a New System of Sediment Trap in the Investigation of Matter Sedimentation in a Reservoir—A Case Study. *Hydrology* 6(2):48. DOI: <https://doi.org/10.3390/hydrology6020048>.
 11. Correia, RG; Lima, ACS; Cordeiro, ACC; Maciel, FC da S; Martins, WBR; Dionísio, LFS. 2015. Flutuação Populacional de *Rhynchophorus palmarum* L. (Coleoptera: Curculionidae) em Plantios de Palma de Óleo em Roraima. *Entomobrasilia* 8(2):130–134. DOI: <https://doi.org/10.12741/ebrazilis.v8i2.490>.
 12. Dalbon, VA; Acevedo, JPM; Ribeiro Junior, KAL; Ribeiro, TFL; da Silva, JM; Fonseca, HG; Santana, AEG; Porcelli, F. 2021. Perspectives for Synergic Blends of Attractive Sources in South American Palm Weevil Mass Trapping: Waiting for the Red Palm Weevil Brazil Invasion. *Insects* 12(9):828. DOI: <https://doi.org/10.3390/insects12090828>.
 13. Dalbon, VA; Acevedo, JPM; Ribeiro Junior, KAL; Silva, JM da; Ferro, MM de M; Negrisoni Júnior, AS; Fonseca, HG; Santana, AEG; Porcelli, F. 2024. Native Entomopathogenic Fungi Isolated from *Rhynchophorus palmarum* (Linnaeus, 1758) in Northeast Brazil. *Insects* 15(3):159. DOI: <https://doi.org/10.3390/insects15030159>.
 14. Erinoso, SM; Aworinde, DO; Teniola, OA; Ojo, SO. 2020. Ethnobotany of *Elaeis guineensis* Jacq. and its importance in the household economy of the Ikale and Ilaje of Ondo State, Nigeria. *Ethnobotany Research and Applications* 20:1–16.
 15. Fowler, EV; Starkie, ML; Blacket, MJ; Mayer, DG; Schutze, MK. 2024. Effect of temperature and humidity on insect DNA integrity evaluated by real-time PCR. *Journal of Economic Entomology* 117(5):1995–2002. DOI: <https://doi.org/10.1093/jee/toae193>.
 16. Gonçalves, LMS. 2021. Análise técnica e econômica do cultivo de *Elaeis guineensis* Jacq. em sistema agroflorestal (en línea). . Consultado 19 feb. 2025. Disponible en <https://locus.ufv.br//handle/123456789/28654>.
 17. Gustavo, MRC. 2015. UNIDAD III DISEÑOS EXPERIMENTALES RELACIONADOS CON UN SOLO FACTOR DE ESTUDIO (en línea) (En accepted: 2016-03-15t20:53:33z). . Consultado 15 mar. 2025. Disponible en <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/34375>.
 18. Gutiérrez, Y; Alarcón, KA; Ortiz, C; Santos-Holguín, JM; García-Riaño, JL; Mejía, C; Amaya, CV; Uribe-Gutiérrez, L. 2024. Isolation and characterization of a native strain of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* for the control of the palm weevil *Dynamis borassi* (Coleoptera: Curculionidae) in the neotropics. *World Journal of Microbiology and Biotechnology* 40(9):260. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11274-024-04044-5>.
 19. _____. 2024. Isolation and characterization of a native strain of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* for the control of the palm weevil *Dynamis borassi* (Coleoptera: Curculionidae) in the neotropics. *World Journal of Microbiology and Biotechnology* 40(9):260. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11274-024-04044-5>.
 20. Hernández, HP; Sato, MP. 2023. ¿La palma aceitera (*Elaeis guineensis*) genera un impacto negativo sobre el suelo? Una revisión1 (en línea). *Agronomía Mesoamericana* 34(1). Consultado 2 mar. 2025. Disponible en <https://www.redalyc.org/journal/437/43772368015/html/>.
 21. Hoddle, MS; Antony, B; El-Shafie, HAF; Chamorro, ML; Milosavljević, I; Löhr, B; Faleiro, JR. 2024. Taxonomy, Biology, Symbionts, Omics, and Management of *Rhynchophorus* Palm Weevils (Coleoptera: Curculionidae: Dryophthorinae). *Annual Review of Entomology* 69(Volume 69, 2024):455–479. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-013023-121139>.
 22. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología – INAMHI. 2025. (en línea, sitio web). Consultado 12 mar. 2025. Disponible en <https://www.inamhi.gob.ec/>.
 23. Jaimes Becerra, JR; Tinoco Díaz, EK; Bravo Bravo, IF; Caicedo Aldaz, JC; Campaña Chaglla, JA; Pérez Rivas, NY. 2023. Análisis de datos en el cuidado de *Elaeis guineensis* (palma africana) en Colombia, Ecuador y Perú. Publicado el 30 de junio de 2023 16(1):p 35–42. DOI: <https://doi.org/10.18779/cyt.v16i1.470>.
 24. Jibin, J; Mohammad, N; Hattan, A; Mohammad, A; Binu, A. 2024. Silencing sensory neuron membrane protein RferSNMPu1 impairs pheromone detection in the invasive Asian Palm Weevil (en línea). *Scientific reports* 14(1). DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-024-67309-x>.
 25. Lenth, RV; Banfai, B; Bolker, B; Buerkner, P; Giné-Vázquez, I; Herve, M; Jung, M; Love, J; Miguez, F; Piskowski, J; Riebl, H; Singmann, H. 2025. emmeans: Estimated Marginal Means, aka Least-Squares Means (en línea). s.l., s.e. Consultado 20 ago. 2025. Disponible en <https://cran.r-project.org/web/packages/emmeans/index.html>.
 26. León-Martínez, GA; Campos-Pinzón, JC; Arguelles-Cárdenas, JH. 2019. Patogenicidad y autodiseminación de cepas promisorias de hongos entomopatógenos sobre *Rhynchophorus palmarum* L. (Coleoptera:

- Dryophthoridae)1. *Agronomía Mesoamericana* 30(3):631–646.
27. Löhr, B; Vásquez-Ordóñez, AA; Lopez-Lavalle, LAB. 2015. Rhynchophorus palmarum in Disguise: Undescribed Polymorphism in the "Black" Palm Weevil. *PLOS ONE* 10(12):e0143210. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0143210>.
 28. López-Vásquez, JM; Cárdenas, DAG; Bojacá-Aldana, C; Sarria, GA; Morales-Rodríguez, A. 2024. Improving Early Detection of Bud Rot in Oil Palm Through Digital Field Monitoring. *Agronomy* 14(11):2486. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy14112486>.
 29. Martínez, LC; Plata-Rueda, A; Rodríguez-Dimaté, FA; Campos, JM; Santos Júnior, VC dos; Rolim, GDS; Fernandes, FL; Silva, WM; Wilcken, CF; Zanuncio, JC; Serrão, JE. 2019. Exposure to Insecticides Reduces Populations of Rhynchophorus palmarum in Oil Palm Plantations with Bud Rot Disease. *Insects* 10(4):111. DOI: <https://doi.org/10.3390/insects10040111>.
 30. _____. 2019. Exposure to Insecticides Reduces Populations of Rhynchophorus palmarum in Oil Palm Plantations with Bud Rot Disease. *Insects* 10(4):111. DOI: <https://doi.org/10.3390/insects10040111>.
 31. Mendoza, FRI; Mendoza, FCI; Mendoza, RMI. 2023. Reconversión de cultivo: de palma aceitera (Elaeis guineensis) a cacao (Theobroma cacao) en Quinindé, Ecuador: Crop reconversión: from oil palm: (Elaeis guineensis) to cocoa (Theobroma cacao) in Quininde, Ecuador (en línea). *Boletín Científico Ideas y Voces* 3(2). DOI: <https://doi.org/10.60100/bciv.v3i2.111>.
 32. Mihai, RA; Guacollantes, GMC; Villacrés Mesias, SA; Florescu, LI; Catana, RD. 2022. Variation of the Antioxidative Defense in Elaeis guineensis Jacq. Facing Bud Rot Disease in the Coastal Area of Ecuador. *Molecules* 27(21):7314. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules27217314>.
 33. Mihai, RA; Melo Heras, EJ; Landazuri Abarca, PA; Catana, RD. 2023. The Fungal, Nutritional, and Metabolomic Diagnostics of the Oil Palm Elaeis guineensis Affected by Bud Rot Disease in Esmeraldas, Ecuador. *Journal of Fungi* 9(9):952. DOI: <https://doi.org/10.3390/jof9090952>.
 34. Milosavljević, I; Hoddle, CD; Mafra-Neto, A; Gómez-Marco, F; Hoddle, MS. 2020. Effects of Food Bait and Trap Type on Captures of Rhynchophorus palmarum (Coleoptera: Curculionidae) and Trap Bycatch in Southern California. *Journal of Economic Entomology* 113(5):2407–2417. DOI: <https://doi.org/10.1093/jee/toaa175>.
 35. _____. 2020. Use of Digital Video Cameras to Determine the Efficacy of Two Trap Types for Capturing Rhynchophorus palmarum (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Economic Entomology* 113(6):3028–3031. DOI: <https://doi.org/10.1093/jee/toaa223>.
 36. Mirza, MS; Al-Mufti, SA. 2024. EFFICIENCY OF DIFFERENT TRAP TYPES FOR ATTRACTING TOMATO LEAF MOTH Tuta absoluta UNDER FIELD CONDITIONS. *Mesopotamia Journal of Agriculture* 52(1):122–134. DOI: <https://doi.org/10.33899/mja.2024.144676.1327>.
 37. Mora-Castañeda, JG de la; Chan-Cupul, W; Durán-Puga, N; González-Eguiarte, DR; Ruiz-Corral, JA; Muñoz-Urias, A. 2022. Costo-beneficio del trapeo y fluctuación poblacional de Rhynchophorus palmarum L. en genotipos de coco (Cocos nucifera L.). *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 28(3):447–463. DOI: <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2022.02.010>.
 38. Murguía-González, J; Landero-Torres, I; Leyva-Ovalle, OR; Galindo-Tovar, ME; Llaena-Hernández, RC; Presa-Parra, E; García-Martínez, MA. 2018. Efficacy and Cost of Trap-Bait Combinations for Capturing Rhynchophorus palmarum L. (Coleoptera: Curculionidae) in Ornamental Palm Polycultures. *Neotropical Entomology* 47(2):302–310. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13744-017-0545-8>.
 39. _____. 2018. Efficacy and Cost of Trap-Bait Combinations for Capturing Rhynchophorus palmarum L. (Coleoptera: Curculionidae) in Ornamental Palm Polycultures. *Neotropical Entomology* 47(2):302–310. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13744-017-0545-8>.
 40. Murphy, DJ; Goggin, K; Paterson, RRM. 2021. Oil palm in the 2020s and beyond: challenges and solutions. *CABI Agriculture and Bioscience* 2(1):39. DOI: <https://doi.org/10.1186/s43170-021-00058-3>.
 41. Oehlschlager, AC. 2016. Palm Weevil Pheromones – Discovery and Use. *Journal of Chemical Ecology* 42(7):617–630. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10886-016-0720-0>.
 42. Pashkevich, MD; Marshall, CAM; Freeman, B; Reiss-Woolever, VJ; Caliman, J-P; Drewer, J; Heath, B; Hendren, MT; Saputra, A; Stone, J; Timperley, JH; Draper, W; Gbarway, A; Geninyan, B; Goll, B; Guahn, M; Gweh, AN; Hadfield, P; Jah, MT; Jayswen, S; Jones, T; Kandie, S; Koffa, D; Korb, J; Koon, N; Manewah, B; Medrano, LM; Palmeirim, AF; Pett, B; Rocha, R; Swope-Nyantee, E; Tue, J; Tuolee, J; Van Dessel, P; Vincent, A; Weah, R; Widodo, R; Yennego, AJ; Yonmah, J; Turner, EC. 2024. The socioecological benefits and consequences of oil palm cultivation in its native range: The Sustainable Oil Palm in West Africa (SOPWA) Project. *Science of The Total Environment* 926:171850. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.171850>.
 43. Paterson, R; Goggin, K; Paterson, R. 2020. Oil Palm in the 2020s and Beyond: Challenges and Solutions (en línea). s.l., Preprints. DOI: <https://doi.org/10.20944/preprints202012.0129.v1>.
 44. Pinho, RC; Farias, PRS; Rodrigues, KCV; Tinôco, RS; Santos, AVFD; Marssena, RTP. 2016. Distribuição espacial de Rhynchophorus palmarum em palma de óleo no Estado do Pará, Amazônia. *Revista de Ciências Agrárias – Amazon Journal of Agricultural and Environmental Sciences* 59(1):22–31. DOI: <https://doi.org/10.4322/rca.2116>.
 45. _____. 2016. Distribuição espacial de Rhynchophorus palmarum em palma de óleo no Estado do Pará,

- Amazônia. Revista de Ciências Agrárias – Amazon Journal of Agricultural and Environmental Sciences 59(1):22–31. DOI: <https://doi.org/10.4322/rca.2116>.
46. Plata-Rueda, A; Martínez, LC; Fernandes, FL; Ramalho, F de S; Zanuncio, JC; Serrão, JE. 2016. Interactions Between the Bud Rot Disease of Oil Palm and *Rhynchophorus palmarum* (Coleoptera: Curculionidae). Journal of Economic Entomology 109(2):962–965. DOI: <https://doi.org/10.1093/jee/tov343>.
 47. R Core Team. 2025. R Core Team. (2025) R A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing. – References – Scientific Research Publishing (en línea, sitio web). Consultado 20 ago. 2025. Disponible en <https://www.scrip.org/reference/referencespapers?referenceid=3967248>.
 48. Sabbahi, R; Hock, V. 2024. Entomopathogenic fungi against the red palm weevil: Lab and field evidence. Crop Protection 177:106566. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2023.106566>.
 49. Sagna, B; Ngom, D; Diedhiou, MAA; Camara, B; Goudiaby, M; Mane, AS; Coq, YL. 2019. Importance socioéconomique des parcs agroforestiers à *Elaeis guineensis* Jacq. dans la région de Cacheu (Guinée-Bissau). International Journal of Biological and Chemical Sciences 13(7):3289–3306. DOI: <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v13i7.25>.
 50. Santos, S dos; Silva Júnior, VA da; Broglio, SMF; Negrisoli Junior, AS; Guzzo, EC. 2018. Effect of plant protection products on *Rhynchophorus palmarum* L. (Coleoptera: Curculionidae) larvae in laboratory. Arquivos do Instituto Biológico 85:e0452017. DOI: <https://doi.org/10.1590/1808-1657000452017>.
 51. Schlickmann–Tank, JA; Enciso–Maldonado, GA; Hauptenthal, DI; Luna–Alejandro, G; Badillo–López, SE; Schlickmann–Tank, JA; Enciso–Maldonado, GA; Hauptenthal, DI; Luna–Alejandro, G; Badillo–López, SE. 2020. Detección y variación temporal de *Rhynchophorus palmarum* (Linnaeus) (Coleoptera: Dryophthoridae) en cultivos de *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart. en Itapúa, Paraguay. Revista chilena de entomología 46(2):163–169. DOI: <https://doi.org/10.35249/rche.46.2.20.04>.
 52. Sierra–Márquez, J; Sierra–Márquez, L; Olivero–Verbel, J. 2017. Potencial económico de la palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq) 1. Agronomía Mesoamericana 28(2):523–534.
 53. USDA. 2024. Palm Oil | USDA Foreign Agricultural Service (en línea, sitio web). Consultado 26 feb. 2025. Disponible en <https://www.fas.usda.gov/data/production/commodity/4243000>.
 54. Vásquez–Ordóñez, AA; Torres–López, W; Monmany–Garzia, AC. 2024. A multi-scale approach to study palm-weevils in a tropical agroecosystem. Landscape Ecology 39(3):45. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10980-024-01796-1>.



© 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>