



Mitigación de la plaga del picudo negro que afecta las raíces de plátanos en la finca La Merced, Manabí, Noboa

Mitigation of the black weevil plague affecting banana roots at La Merced farm, Manabí, Noboa

 <https://doi.org/10.47230/agrosilvicultura.medioambiente.v4.n1.2026.57-70>

Recibido: 23-01-2026

Aceptado: 11-03-2026

Publicado: 01-06-2026


Jéssica Jessenia Morán Morán^{1*}

 <https://orcid.org/0000-0002-6487-1038>


Nixon Wilson Quimis Piguave²

 <https://orcid.org/0009-0001-5512-521X>

Miguel Ramon Moran González³

 <https://orcid.org/0000-0002-6072-3599>

Luisa Anabel Palacios López⁴

 <https://orcid.org/0000-0002-9257-7557>

1. Universidad Estatal del Sur de Manabí, Facultad de Ciencias Naturales y de la Agricultura, Carrera Agropecuaria; Jipijapa, Ecuador.
2. Universidad Estatal del Sur de Manabí, Facultad de Ciencias Naturales y de la Agricultura, Ingeniería Ambiental; Jipijapa, Ecuador.
3. Universidad Estatal del Sur de Manabí, Facultad de Ciencias Naturales y de la Agricultura, Ingeniería Ambiental; Jipijapa, Ecuador.
4. Universidad Estatal del Sur de Manabí, Facultad de Ciencias Naturales y de la Agricultura, Ingeniería Ambiental; Jipijapa, Ecuador.

Volumen: 4

Número: 1

Año: 2026

Paginación: 57-70

URL: <https://revistas.unesum.edu.ec/agricultura/index.php/ojs/article/view/72>

***Correspondencia autor:** jessica.moran@unesum.edu.ec



RESUMEN

El cultivo plátano es uno de los sistemas agrícolas de mayor relevancia tanto social, económica y alimentaria a escala mundial. El objetivo general fue evaluar los efectos biorrepelentes sobre la incidencia del picudo negro y su impacto en el desarrollo y productividad del cultivo de plátano en condiciones reales de campo. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con cuatro tratamientos (testigo, biológico, cultural y químico) y cuatro repeticiones, sobre 160 plantas en 3200 m². Los materiales incluyeron plantas de plátano establecidas en la finca, trampa etológica tipo “sánduche” para monitoreo, el insecticida INVADERS como tratamiento químico y *Trichoderma* spp. como insumo biológico, además de instrumentos de medición de altura, diámetro de pseudotallo y peso de racimo. Se realizaron ocho monitoreos cada cuatro días, registrando adultos capturados por tratamiento, y las variables agronómicas se sometieron a análisis de varianza y prueba de Tukey ($p \leq 0,05$) con STATGRAPHICS Centurión XVI. Los resultados mostraron diferencias altamente significativas en la incidencia del picudo en todos los monitoreos, donde el tratamiento químico (T4) presentó siempre la menor cantidad de insectos y la mayor eficacia de control (75–88%), mientras el testigo mantuvo las mayores poblaciones. El tratamiento biológico (T2) alcanzó eficacias intermedias (58–71%) y, simultáneamente, promovió la mayor altura final de planta (2,78 m), el mayor diámetro de pseudotallo (25,59 cm) y el mayor peso de racimo (20,21 kg), superando al testigo y al manejo cultural. El tratamiento cultural mostró eficacias menores (38–50%), contribuyendo a un control parcial de la plaga. Concluimos que, aunque el manejo químico sigue siendo el método más efectivo para reducir rápidamente la incidencia del picudo negro, los tratamientos biológicos constituyen una alternativa más sostenible al combinar un control aceptable de la plaga con mejoras significativas en el crecimiento y rendimiento del cultivo, por lo que deben priorizarse dentro de un programa de manejo integrado, complementados con prácticas culturales y reservando los químicos para situaciones de alta infestación.

Palabras clave: Plátano, Picudo negro, Biorrepelentes, Manejo integrado, *Trichoderma* spp.

ABSTRACT

Banana cultivation is one of the most important agricultural systems globally, both socially, economically, and in terms of food security. The overall objective was to evaluate the effects of biorepellents on the incidence of the banana weevil and their impact on the development and productivity of banana crops under real field conditions. A completely randomized experimental design with four treatments (control, biological, cultural, and chemical) and four replicates was used, on 160 plants in 3200 m². Materials included banana plants established on the farm, a sandwich-type ethological trap for monitoring, the insecticide INVADERS as a chemical treatment, and *Trichoderma* spp. as a biological input, in addition to instruments for measuring plant height, pseudostem diameter, and bunch weight. Eight monitoring sessions were conducted every four days, recording the number of adults captured per treatment, and the agronomic variables were subjected to analysis of variance and Tukey's test ($p \leq 0.05$) using STATGRAPHICS Centurion XVI. The results showed highly significant differences in weevil incidence across all monitoring periods. The chemical treatment (T4) consistently exhibited the lowest insect numbers and the highest control efficacy (75–88%), while the control maintained the highest populations. The biological treatment (T2) achieved intermediate efficacy (58–71%) and simultaneously promoted the greatest final plant height (2.78 m), the largest pseudostem diameter (25.59 cm), and the greatest bunch weight (20.21 kg), surpassing both the control and cultural management practices. The cultural treatment showed lower efficacy (38–50%), contributing to only partial pest control. We conclude that, although chemical management remains the most effective method for rapidly reducing weevil incidence, biological treatments offer a more sustainable alternative by combining acceptable pest control with significant improvements in crop growth and yield. Therefore, they should be prioritized within an integrated management program, complemented by cultural practices, reserving chemical treatments for situations of high infestation.

Keywords: Banana, Black weevil, Biorepellents, Integrated pest management, *Trichoderma* spp.



Creative Commons Attribution 4.0
International (CC BY 4.0)

Introducción

El cultivo plátano es uno de los sistemas agrícolas de mayor relevancia tanto social, económica y alimentaria a escala mundial. En la región ecuatorial, el plátano es un producto importante para la alimentación económica de las familias rurales y un soporte esencial para la nutrición nacional, después del petróleo, es el principal rubro de producción agrícola nacional Guzmán et al., (2019). Sin embargo, su producción se enfrenta a una serie de limitaciones importantes, a causa de problemas como la presencia de plagas que amenazan el rendimiento y la salud de la planta. Entre ellos, sobresale el picudo negro (*Cosmopolites sordidus*), una de las plagas más destructivas de las musáceas. Tunki y Tarco (2025) señalan que “el picudo negro es una de las amenazas más insistentes para las plantaciones de musáceas debido al daño directo que causa en el sistema de raíz y el pseudotallo”, disminuyendo la absorción de nutrientes en gran medida. Esto resulta en una caída todavía mayor en los niveles de producción.

El control químico sigue siendo la estrategia clave para reducir la plaga; el uso excesivo ha tenido efectos nocivos como la resistencia en las poblaciones del insecto, los riesgos para la salud humana y el perjuicio ecológico. Según Ullón et al. (2024), “la dependencia excesiva de insecticidas ha hecho inevitable la necesidad de nuevos métodos que disminuyan tanto la toxicidad como la parte ecológica”. Ante esta situación, los biorrepelentes pueden constituir una alternativa sostenible, ya que parte de su soporte químico está en compuestos naturales capaces de reducir la aparición de enfermedades sin efectos adversos sobre suelos de calidad ni equilibrio medioambiental.

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la finca La Merced, ubicada en la parroquia Noboa, cantón 24 de Mayo, provincia de Manabí, que es un área caracterizada por su alta producción de plátano

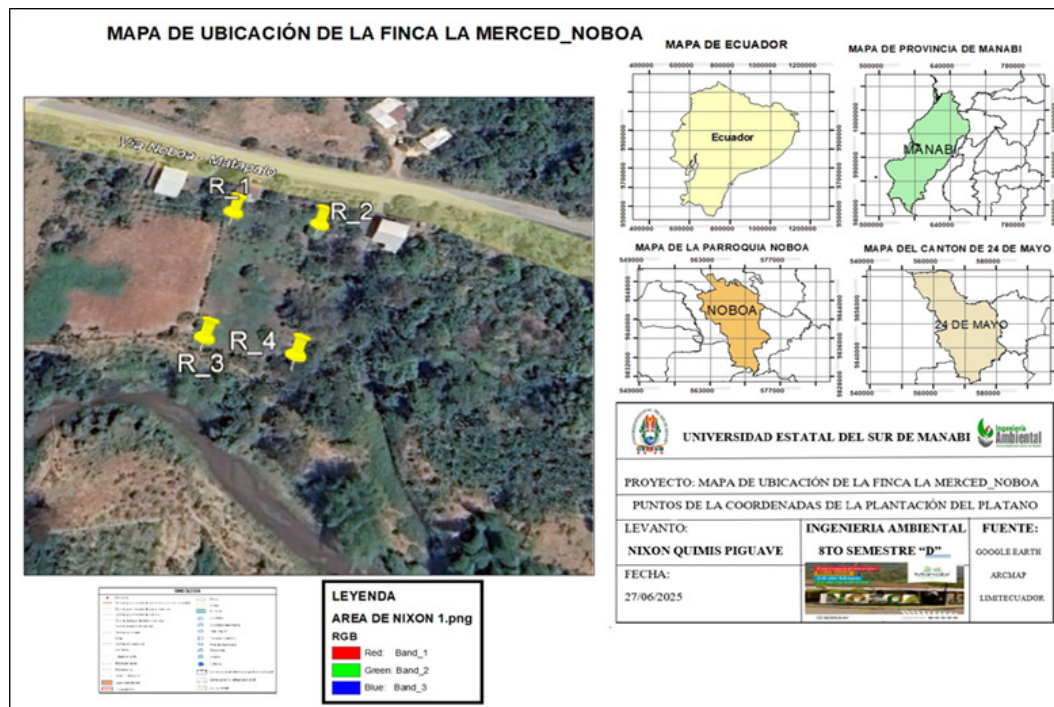
y su marcada vulnerabilidad al picudo negro medida de la introducción de prácticas sostenibles que permitan controlar plagas que periódicamente sin recubrir *C. sordidus*”. La metodología experimental en este estudio busca determinar la eficacia de los biorrepelentes en la disminución de la plaga del picudo negro y proporcionar a los agricultores pruebas científicas para mejorar sus estrategias de gestión hacia un cultivo de plátano más ecológico. Díaz et al. (2024) afirman que “la implementación de alternativas técnicas en plátano y banano contribuye a mejorar la productividad y reducir los impactos ambientales asociados con el cultivo tradicional”. Los resultados de esta investigación tienen el potencial objetivo de beneficiar a los agricultores locales, fomentar prácticas agrícolas sostenibles y consolidar un desarrollo responsable de la producción en la zona de Noboa. Evaluar los efectos biorrepelentes de la incidencia de la plaga Picudo negro en la finca La Merced, Manabí Noboa.

Materiales y Métodos

Localización del área de estudios

Figura 1.

Ubicación de la investigación



El estudio se llevó a cabo en la finca “La Merced”, ubicada en la parroquia Noboa, cantón 24 de Mayo, provincia de Manabí, Ecuador. Esta región se caracteriza por su marcada vocación agrícola, destacando el cultivo de plátano, actividad que constituye uno de los principales motores económicos locales Díaz et al. (2024).

Las condiciones agroclimáticas son en general favorables para el cultivo; sin embargo, también propician la proliferación de plagas, como el picudo negro (*Cosmopolites sordidus*). En comparación con las zonas interiores del país, las áreas de producción de musáceas en el litoral ecuatoriano presentan un entorno más apropiado, aunque los insectos picudos que penetran los rizomas representan una seria amenaza.

La finca se sitúa en una zona de clima tropical seco a subtropical, donde las temperaturas medias registran 22,29 °C a 24,7 °C, máxima media 29,62 °C a 30,07 °C y mínima media de 19,34 °C a 18,97 °C. Los suelos presentan una alta aptitud para el cultivo

continuo del plátano, condición que contribuye a altos niveles de productividad.

Diseño experimental

Se utilizó un Diseño experimental Completamente al Azar (DCA), con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. Cada unidad experimental contó con 10 plantas haciendo un total de 40 individuos por repetición en total, el experimento requirió de 160 plantas, cada parcela tuvo una dimensión de 10 x 20 metros siendo utilizado 3200 m² en todo el experimento. Los datos obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza, previo a lo cual se realizó la prueba de normalidad utilizando el estadístico Shapiro-Wilks para determinar si los datos tenían distribución normal, para medir las diferencias entre las medias de los tratamientos se aplicó la prueba de significación de Tukey ($p \leq 0,05$). El análisis de los datos se realizó utilizando el programa estadístico STATGRAPHICS centurión XVI.

Metodológico

Para el cumplimiento de los objetivos se utilizaron, diferentes técnicas métodos e instrumentos lo cuales se detallan a continuación:

Referente a la identificación de la incidencia del picudo negro (*Cosmopolites sordidus Germar*) en las raíces de los plátanos en la finca La Merced, parroquia Noboa, Provincia de Manabí esta se realizó mediante el uso de trampas etológicas tipo “sánduche”, instaladas en cada uno de los tratamientos establecidos en el ensayo. En cada tratamiento se colocó una trampa por unidad experimental, confeccionada con secciones de pseudotallo dispuestas en forma de arena y ubicadas a nivel de suelo, siguiendo las recomendaciones técnicas para el monitoreo de esta plaga.

La toma de datos de captura se realizó cada 4 días, efectuándose un total de 8 monitoreos durante el período de evaluación que inicio el 2 de agosto y culmino el 30 agosto del 2025, registrándose en cada fecha el número de adultos de picudo negro capturados por trampa, por tratamiento y repetición. Con estos datos se calculó la incidencia de la plaga en función del tiempo y de los tratamientos aplicados.

Para el control químico se realizó la aplicación del insecticida INVADERS de síntesis a razón de 1 litro por hectárea diluido en 200 litros de agua recomendado para el cultivo, efectuando una aplicación uniforme sobre el área del ensayo. El tratamiento biológico *Trichoderma spp.*, se empleó aplicado también a razón de 1 litro por hectárea, distribuido en la zona radicular de las plantas, conforme a las recomendaciones para el manejo integrado del cultivo.

En cuanto a la determinación del impacto de los biorrepelentes en el desarrollo de las plantas de plátanos. Se establecieron las siguientes variables:

Altura de planta

La altura de planta fue determinada mediante la utilización de una metro y se mide en cada unidad experimental desde la superficie del suelo, en contacto con la base del pseudotallo, hasta el punto de inserción de las hojas más altas plenamente expandidas (unión donde se forma la “V” de la corona), las mediciones se realizan a las 6 plantas intermedias por unidad experimental para evitar el efecto de bordes, y se expresaron en metros, registrando los datos en fichas de campo para su posterior análisis estadístico de medias, varianza y comparación entre tratamientos.

Diametro de pseudotallo

El diámetro o perímetro del pseudotallo se ha utilizado ampliamente como indicador del crecimiento fisiológico de plantas de plátano en condiciones de campo (Zamoraño, 2018). Para determinar el diámetro del pseudotallo se utilizó un calibrador vernier, registrando los valores en centímetros para cada planta evaluada, la medición se realizó rodeando el pseudotallo a una altura de 1 m sobre la superficie del suelo, a fin de obtener lecturas uniformes y comparables entre tratamientos, en cada unidad experimental se seleccionaron únicamente 6 plantas ubicadas en la parte central de la unidad experimental, descartando las plantas de los bordes, con el propósito de minimizar el efecto borde y evitar la influencia de condiciones microambientales distintas tales como sombra, compactación o mayor exposición al viento, las mediciones obtenidas se registraron en una libreta de campo diseñadas para tal fin y posteriormente se organizaron en una base de datos para su análisis estadístico, empleándose como una de las variables indicadoras del vigor y desarrollo del cultivo.

Peso del racimo

El peso del racimo de plátano se determinó en el momento de la cosecha, cortando manualmente cada racimo de las plantas se-

leccionadas y colocándolo en una balanza de plataforma previamente calibrada. Inmediatamente después del corte, el racimo se trasladó hasta la balanza evitando golpes o pérdidas de dedos, y se registró el peso total en kilogramos. En cada unidad experimental se evaluaron únicamente seis racimos provenientes de las plantas centrales, con el fin de reducir el efecto borde y obtener valores representativos de cada tratamiento, los datos de peso se anotaron en una libreta de campo diseñadas para tal propósito y posteriormente se ingresaron en una hoja de cálculo para su análisis estadístico.

Para evaluar la efectividad de los diferentes compuestos biorrepelentes en la reducción de incidencia del Picudo negro, esta se determinó a partir de la diferencia entre el número de insectos capturados en el testigo sin aplicación y el número de insectos capturados en cada uno de los tratamientos evaluados, expresando este efecto en forma de porcentaje para cuantificar cuánto se redujo la población de la plaga respecto a la condición sin control. Para ello se empleó la

fórmula propuesta por Abbott, que corrige los resultados en función de la mortalidad o captura observada en el testigo y permite obtener un valor de eficacia ajustado, de modo que valores cercanos al 100% indican un control muy alto del picudo, mientras que valores bajos reflejan poca o nula acción del tratamiento.

$$\text{Eficacia (\%)} = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ insectos capturados en el testigo} - \text{N}^{\circ} \text{ insectos capturados en el tratamiento}}{\text{N}^{\circ} \text{ insectos capturados en el testigo}} \times 100$$

Resultados

La Identificación de la incidencia del Picudo negro en las raíces de los plátanos en la finca La Merced, Manabí. Noboa. Al realizar el análisis de varianza para la variable incidencia de picudo negro mostró diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos en todos los monitoreos realizados. El coeficiente de variación obtenido indica el porcentaje de variación de los datos obtenidos con respecto a la media; los mismos fueron 26,63; 29,68; 27,70 y 28,30, 28,93, 28,89, 27,92 y 28,81%; respectivamente (Tabla 1).

Tabla 1.

Análisis de varianza de los monitoreos de la incidencia de picudo negro en el cultivo de plátano

Monitoreo 1					
Fuente	GL.	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Tratamientos	3	71,1875	23,7292	49,52	0,0000**
Error	12	5,75	0,479167		
Total	15	76,9375			
CV.		26,63			
Monitoreo 2					
Fuente	GL.	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Tratamientos	3	88,25	29,4167	100,86	0,0000**
Error	12	3,5	0,291667		
Total	15	91,75			
CV.		29,68			
Monitoreo 3					
Fuente	GL.	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Tratamientos	3	97,25	32,4167	59,85	0,0000**
Error	12	6,5	0,541667		
Total	15	103,75			
CV.		27,70			
Monitoreo 4					

Fuente	GL.	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Tratamientos	3	105,187	35,0625	62,33	0,0000**
Error	12	6,75	0,5625		
Total	15	111,937			
CV.		28,30			
Monitoreo 5					
Fuente	GL.	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Tratamientos	3	126,187	42,0625	106,26	0,0000**
Error	12	4,75	0,395833		
Total	15	130,937			
CV.		28,93			
Monitoreo 6					
Fuente	GL.	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Tratamientos	3	130,188	43,3958	122,53	0,0000**
Error	12	4,25	0,354167		
Total	15	134,438			
CV.		28,89			
Monitoreo 7					
Fuente	GL.	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Tratamientos	3	141,5	47,1667	102,91	0,0000**
Error	12	5,5	0,458333		
Total	15	147,0			
CV.		27,92			
Monitoreo 8					
Fuente	GL.	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Tratamientos	3	130,188	43,3958	231,44	0,0000**
Error	12	2,25	0,1875		
Total	15	132,438			
CV.		28,81			

** : Altamente significativo

Los resultados obtenidos al aplicar la prueba de Tukey para la incidencia de picudo negro en el cultivo de banano evidencian que, durante todos los monitoreos realizados, el tratamiento T4 (químico) registró el menor número de picudo negro, ubicándose de forma constante en el grupo de medias con menor incidencia, por lo que se lo considera el método más efectivo para reducir la población de la plaga. En contraste, el tratamiento testigo T1 presentó los mayores promedios de picudo negro en cada fecha de evaluación, manteniéndose siempre en el grupo estadístico superior, lo que indica ausencia de control y una alta susceptibilidad del cultivo a la infestación. Los tratamientos T2 (biológico) y T3 (cultural) mostraron va-

lores intermedios de incidencia, con promedios significativamente inferiores al testigo, pero superiores al tratamiento químico en la mayoría de los monitoreos, reflejando un efecto de control moderado que contribuye a disminuir la población del insecto, aunque sin alcanzar la eficiencia del manejo químico. En términos prácticos, estos resultados sugieren que el uso de productos biológicos y prácticas culturales puede integrarse dentro de un programa de manejo integrado de plagas como alternativas complementarias, mientras que el tratamiento químico se mantiene como la estrategia de mayor impacto inmediato sobre la reducción del picudo negro (Tabla 2).

Tabla 2.*Monitoreo sobre la incidencia de picudo negro en el cultivo de banano*

Tratamientos	Monitoreos							
	M1 02/08/2025	M2 06/08/2025	M3** 10/08/2025	M4** 14/08/2025	M5** 18/08/2025	M6** 22/08/2025	M7** 26/08/2025	M8** 30/08/2025
T1 Testigo	7,25 a*	7,50 a	8,25 a	8,50 a	8,50 a	9,25 a	9,75 a	9,25 a
T2 Biológico	3,00 b	2,50 c	2,25 c	2,50 c	2,50 c	3,00 c	3,25 c	3,00 c
T3 Cultural	4,00 b	4,25 b	4,74 b	4,74 b	4,50 b	5,25 b	6,00 b	5,25 b
T4 Químico	1,50 c	1,25 d	2,00 c	2,00 c	1,00 d	1,75 d	2,00 d	1,75 d
CV.%	26,63	29,68	27,70	28,30	28,93	28,89	27,92	28,81

*: Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0,05$). **: Transformados $\sqrt{x+0,5}$

En lo referente a la determinación del impacto de los biorrepelentes en el desarrollo de las plantas de plátanos. El análisis de varianza para la variable Altura de planta no muestra diferencias estadísticas al

($p \leq 0,05$) entre los tratamientos, mientras, el coeficiente de variación obtenido para esta variable indica que existe una variación del 4,60% de los datos obtenidos respecto al valor promedio (Tabla 3).

Tabla 3.*Análisis de varianxa Altura de planta inicial*

Fuente	GL.	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Tratamientos	3	0,00645	0,00215	0,30	0,8264 ^{NS}
Error	12	0,08665	0,00722083		
Total	15	0,0931			
CV.		4,60			

**: Altamente significativo NS: No significativo

El análisis de varianza para la variable del diámetro de la planta no muestra diferencias estadísticas al ($p \leq 0,05$) entre los tratamientos, mientras, el coeficiente de va-

riación obtenido para esta variable indica que existe una variación del 4,60% de los datos obtenidos respecto al valor promedio (Tabla 4).

Tabla 4.*Análisis de varianxa Diametro de la planta inicial*

Fuente	GL.	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Tratamientos	3	0,333675	0,111225	0,04	0,9902 ^{NS}
Error	12	36,6507	3,05423		

Total	15	36,9844
CV.		9,23

** : Altamente significativo NS: No significativo

Los datos fenológicos iniciales del cultivo de plátano Tabla 5 muestran que la altura de las plantas y el diámetro del pseudotallo fueron similares en todos los tratamientos (testigo, biológico, cultural y químico), sin evidenciar diferencias estadísticas entre ellos. La altura promedio osciló entre 1,68 y 1,73 m y el diámetro entre 16,85 y 17,16 cm,

lo que indica que las unidades experimentales iniciaron el ensayo con condiciones de crecimiento homogéneas. El coeficiente de variación fue de 4,60% para altura y 9,23% para diámetro, valores que confirman una variabilidad baja a moderada y respaldan la uniformidad del experimento al momento del inicio de la investigación.

Tabla 5.

Datos fenológicos iniciales del cultivo de plátano

Tratamiento	Altura m	Diámetro cm
T1 Testigo	1,72 a*	16,88 a
T2 Biológico	1,68 a	17,14 a
T3 Cultural	1,71 a	16,85 a
T4 Químico	1,73 a	17,16 a
CV.%	4,60	9,23

*: Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0,05$).

El análisis de varianza para la variable Altura de planta final si muestra diferencias estadísticas altamente significativa al ($p \leq 0,05$) entre los tratamientos, el coeficiente de va-

riación obtenido para esta variable indica que existe una variación del 6,44% de los datos obtenidos respecto al valor promedio (Tabla 6).

Tabla 6.

Análisis de varianza altura de planta final

Fuente	GL.	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Tratamientos	3	0,345125	0,115042	19,88	0,0001**
Error	12	0,06945	0,0057875		
Total	15	0,414575			
CV.		6,44			

** : Altamente significativo NS: No significativo

El análisis de varianza para la variable diámetro de planta final si muestra diferencias estadísticas altamente significativa al ($p \leq 0,05$) entre los tratamientos, el coeficien-

te de variación obtenido para esta variable indica que existe una variación del 10,45% de los datos obtenidos respecto al valor promedio (Tabla 7).

Tabla 7.*Análisis de varianza diámetro de planta final*

Fuente	GL.	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Tratamientos	3	50,0292	16,6764	5,07	0,0170**
Error	12	39,4949	3,29125		
Total	15	89,5242			
CV.		10,45			

** : Altamente significativo NS: No significativo

En la Tabla 8 los datos fenológicos final del experimento se detectaron diferencias altamente significativas en la altura de planta y el diámetro del pseudotallo en la toma de datos final entre los tratamientos evaluados ($p \leq 0,05$). El tratamiento biológico alcanzó la mayor altura promedio con 2,78 m y el mayor diámetro con 25,59 cm, superando claramente al testigo, que registró 2,37 m de altura y 21,14 cm de diámetro, respectivamente. El tratamiento químico mostró valores intermedios, con 2,63 m de altura y 24,59 cm de diámetro, mientras que el

manejo cultural presentó 2,53 m de altura y 22,21 cm de diámetro, ubicándose también por encima del testigo. Estos resultados indican que el biorepelente de origen biológico promovió un crecimiento más vigoroso de las plantas de plátano en comparación con el resto de los tratamientos. El coeficiente de variación fue de 6,44% para altura y 10,45% para diámetro, lo que evidencia una variabilidad aceptable y respalda que las diferencias observadas se deben principalmente al efecto de los tratamientos.

Tabla 8.*Datos fenológicos finales del cultivo de plátano*

Tratamiento	Altura m	Diametro cm
T1 Testigo	2,37 a*	21,14 a
T2 Biológico	2,78 c	25,59 b
T3 Cultural	2,53 ab	22,21 ab
T4 Químico	2,63 bc	24,59 ab
CV.%	6,44	10,45

*: Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0,05$).

El análisis de varianza para la variable del peso de racimo si muestra diferencias estadísticas altamente significativa al ($p \leq 0,05$) entre los tratamientos, el coeficiente de va-

riación obtenido para esta variable indica que existe una variación del 5,66 de los datos obtenidos respecto al valor promedio (Tabla 9).

Tabla 8.

Datos fenológicos finales del cultivo de plátano

Tratamiento	Altura m	Diametro cm
T1 Testigo	2,37 a*	21,14 a
T2 Biológico	2,78 c	25,59 b
T3 Cultural	2,53 ab	22,21 ab
T4 Químico	2,63 bc	24,59 ab
CV.%	6,44	10,45

*: Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0,05$).

El análisis de varianza para la variable del peso de racimo si muestra diferencias estadísticas altamente significativa al ($p \leq 0,05$) entre los tratamientos, el coeficiente de va-

riación obtenido para esta variable indica que existe una variación del 5%,66 de los datos obtenidos respecto al valor promedio (Tabla 9).

Tabla 9.

Análisis de varianza peso del racimo kg

Fuente	GL.	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Tratamientos	3	10,5475	3,51585	5,72	0,0115**
Error	12	7,37895	0,614912		
Total	15	17,9265			
CV.		5,66			

** : Altamente significativo NS: No significativo

En la Tabla 10 podemos observar que el tratamiento biológico (T2) generó el mayor peso promedio de racimo de plátano con 20,21 kg, siendo estadísticamente superior al testigo (T1) y al tratamiento cultural (T3), que alcanzaron 18,44 y 18,70 kg respectivamente, sin diferencias entre sí, mientras

que el tratamiento químico (T4) obtuvo un peso intermedio de 19,56 kg, sin diferir ni del testigo ni del biológico, de modo que solo el uso del biológico evidencia una mejora clara en el rendimiento, respaldada por una baja variabilidad experimental con un Coeficiente de variación de 6,66%.

Tabla 10.

Datos productivos del cultivo de plátano peso del racimo kg

Tratamiento	Peso Racimo kg
T1 Testigo	18,44 a*
T2 Biológico	20,21 b
T3 Cultural	18,70 a
T4 Químico	19,56 ab
CV.%	5,66

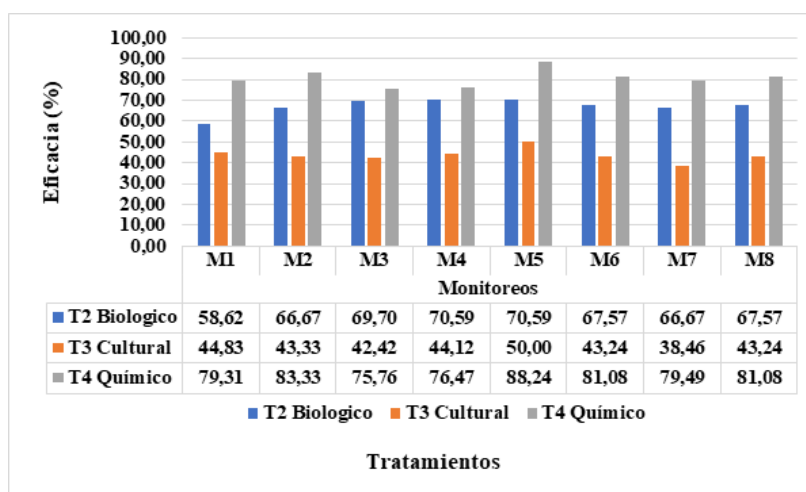
*: Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0,05$).

Los resultados al evaluar la efectividad de los diferentes compuestos biorrepelentes en la reducción de incidencia del Picudo negro. Muestran en la figura 2 la variación temporal de la eficacia de los tres tratamientos evaluados (biológico, cultural y químico) sobre la reducción de la incidencia del picudo negro, calculada mediante la fórmula de Abbott con respecto al testigo sin aplicación. En todos los monitoreos (M1 - M8) el tratamiento químico (T4) presentó los mayores porcentajes de eficacia, con valores que fluctuaron aproximadamente entre 75 y 88%, lo que indica un control alto y consistente de la plaga durante todo el periodo de evaluación. El tratamiento biológico (T2) mostró una eficacia intermedia, cercana a 58 - 71%,

manteniéndose por encima del tratamiento cultural y evidenciando un efecto importante en la reducción de la población del picudo, aunque inferior al del control químico. Por su parte, el tratamiento cultural (T3) registró los porcentajes más bajos (alrededor de 38 - 50%), lo que refleja un control parcial de la plaga y sugiere que, si bien contribuye a disminuir las capturas respecto al testigo, no resulta suficiente como única estrategia de manejo. En conjunto, los resultados respaldan la mayor efectividad del tratamiento químico, seguido del biológico, mientras que las prácticas culturales deberían considerarse principalmente como complemento dentro de un programa de manejo integrado del picudo negro.

Figura 2.

Eficiencia de los tratamientos en el control de picudo negro en el cultivo de banano



El enfoque de este trabajo resalta que, si bien el tratamiento químico logra los porcentajes más altos de control del picudo negro, su uso continuo resulta incompatible con una agricultura sostenible, debido al deterioro progresivo del suelo, la contaminación del agua y la reducción de microorganismos benéficos que sostienen la productividad del sistema. En contraste, los productos orgánicos y biológicos ofrecen una alternativa más respetuosa con el ambiente, ya que permiten disminuir la presión de la plaga sin dejar residuos tóxicos persistentes ni alterar

de forma drástica la biodiversidad edáfica, favoreciendo procesos como la descomposición de la materia orgánica y el ciclo de nutrientes. Este estudio se orienta a evidenciar que es posible alcanzar niveles aceptables de eficacia en el control del picudo mediante compuestos biorrepelentes, planteando que su adopción progresiva puede reducir la dependencia de insecticidas sintéticos y, con ello, los riesgos para la salud humana y los ecosistemas asociados al cultivo de banano. En consecuencia, los resultados buscan contribuir a la concienti-

zación de productores y tomadores de decisión sobre la necesidad de transitar hacia estrategias de manejo integrado basadas en insumos orgánicos y prácticas agroecológicas, donde los plaguicidas químicos se utilicen solo de manera excepcional y no como herramienta principal de control.

Discusión

Los resultados de este estudio demostraron que el tratamiento químico (T4) fue el más eficaz para reducir la incidencia del picudo negro en todos los monitoreos, mientras que el testigo (T1) mantuvo las mayores poblaciones de la plaga y los tratamientos biológico y cultural mostraron eficacias intermedias. Estos hallazgos coinciden con lo reportado por González, (2002), quien señala que en plantaciones comerciales el control químico sigue siendo el método más difundido y de mayor impacto inmediato sobre las poblaciones de *Cosmopolites sordidus*. Así mismo, Briones (2020) y Jami et al., (2024) encontraron que los tratamientos con insecticidas químicos lograron menores niveles de infestación frente a alternativas biológicas, confirmando la alta efectividad inicial de los productos sintéticos en el manejo del picudo.

Sin embargo, aunque el control químico mostró la mayor eficiencia en este trabajo, el uso intensivo es poco compatible con esquemas de producción sostenible, debido a los riesgos de contaminación ambiental, afectación de enemigos naturales y resistencia de la plaga. En este contexto, los resultados de los tratamientos biológico (T2) y cultural (T3), que alcanzaron eficacias moderadas pero constantes, son concordantes con la literatura que destaca el valor del control cultural y del control biológico como componentes clave de programas de manejo integrado, especialmente en fincas de pequeños productores. Miranda (2019), mediante un meta-análisis, resalta que hongos y nematodos entomopatógenos pueden igualar o incluso superar la eficacia de algunos insecticidas en determinadas condiciones, lo que respalda la pertinencia de

fortalecer el uso de biorrepelentes y agentes biológicos como alternativa de mediano y largo plazo.

En tu investigación, el tratamiento biológico produjo el mayor peso de racimo (20,21 kg), superando al testigo y al manejo cultural, mientras que el tratamiento químico presentó un valor intermedio. Este patrón coincide con lo señalado por Vivar (2025), quien recopiló trabajos en banano donde el uso de bioestimulantes a base de extractos de algas, ácidos húmicos y otros compuestos orgánicos incrementó significativamente el rendimiento, expresado en mayor peso de racimo y número de manos, al mejorar el sistema radicular y la capacidad de absorción de nutrientes.

La eficacia de los tratamientos en este estudio siguió un gradiente claro: el manejo químico alcanzó los porcentajes de control más altos (75–88%), seguido del tratamiento biológico (58–71%) y, finalmente, del tratamiento cultural con valores más bajos (38–50%). Este comportamiento es similar a lo descrito por Ollón et al. (2024), quienes señalan que los insecticidas de síntesis consiguen eficacias superiores al 80% en el control del picudo negro, pero advierten que su uso intensivo aumenta el riesgo de resistencia y de impactos negativos sobre el ambiente, por lo que recomiendan incorporarlos dentro de un manejo integrado y no como única estrategia de control.

Por su parte, los valores intermedios de eficacia del tratamiento biológico se encuentran dentro de los rangos reportados por González et al. (2022), quienes demostraron que el hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* puede alcanzar mortalidades cercanas al 70–78% en adultos de *Cosmopolites sordidus*, dependiendo de la cepa, la formulación y las condiciones de aplicación.

Conclusiones

El tratamiento químico presentó la mayor eficacia de control ($\approx 75\text{--}88\%$) y la menor incidencia de picudo negro en todos los mo-

nitoreos, confirmándose como el método de impacto más rápido y directo sobre la plaga en la finca La Merced.

El tratamiento biológico alcanzó una eficacia intermedia ($\approx 58-71\%$) y, al mismo tiempo, promovió el mayor crecimiento vegetativo y el mayor peso de racimo, evidenciando que los biorrepelentes pueden controlar aceptablemente la plaga y mejorar la productividad del cultivo.

El tratamiento cultural mostró la menor eficacia ($\approx 38-50\%$), logrando solo un control parcial del picudo negro y mejoras moderadas en las variables agronómicas, por lo que su principal función es reforzar la eficacia de los manejos biológicos y químicos dentro de un esquema de manejo integrado.

Bibliografía

- Briones Guerrero, M. A. (2020). Comparación del control biológico y químico del picudo (*Cosmopolites sordidus* y *Metamasius hemipterus*) en el cultivo de banano en el cantón Milagro. Tesis de grado, Universidad Agraria del Ecuador.
- Díaz, E. P., Yzquierdo, G. A. R., Vásquez, M. B., Lara, D. A. C., Quijano, E. B., Gutiérrez, S. L. C., & Londoño, C. F. C. (2024). El cultivo de plátano (*Musa AAB*): una alternativa tecnológica para el departamento del Huila. <https://editorial.agrosavia.co/index.php/publicaciones/catalog/book/388>
- González, Dávila, R. P., Vivas Cedeño, J., Tacuri Troya, E. T., & Mendoza Mejía, J. L. (2022). Biocontrol de *Cosmopolites sordidus* (Germar) en plantaciones de *Musa AAB* del Carmen, Manabí, Ecuador. *RECIAMUC*, 6(4), 129-135. [https://doi.org/10.26820/reciamuc/6.\(4\).octubre.2022.129-135](https://doi.org/10.26820/reciamuc/6.(4).octubre.2022.129-135)
- Guzmán Agurto, C. D., Quevedo Guerrero, J. N., & García Batista, R. M. (2019). Alternativas para el control de picudo negro (*Cosmopolites Sordidus* G.) en el cultivo de banano convencional. *Revista Científica Agroecosistemas*, 7(2), 103-110. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>
- Jami Caluña, L. M., Espinosa Cunuhay, K. A., Salto Enríquez, D. F., & Vera Ayala, O. N. (2024). Evaluación de trampas con insecticidas para controlar picudo negro (*Cosmopolites sordidus*) y rayado (*Metamasius hemipterus*). *Conciencia Digital*, 7(3.1), 171-184. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v7i3.1.3156>
- Miranda, I., García, D y Rodríguez, M. (2029). Meta-análisis de las estrategias para el manejo de *Cosmopolites sordidus* Guermer en *Musa spp*. *Revista de Protección Vegetal*, Vol. 34, No. 2, mayo-agosto 2019, E-ISSN: 2224-4697. <http://scielo.sld.cu/pdf/rpv/v34n2/2224-4697-rpv-34-02-e08.pdf>
- Terrero, L. (2023). Eficacia de enraizadores orgánicos en plantas de plátanos (*Musa AAB*) y poblaciones de nematodos. Tesis de grado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Los Ríos. 35 <https://repositorio.uteq.edu.ec/items/20df7ff0-fa2a-4072-91b8-5233687c04f2>
- Tunki, J. G. C., & Tarco, V. M. N. (2025). Principales plagas del cultivo de plátano macho (*Musa AAB*). *Revista PRISMA Amazónico*, 2(1), 1-8. <https://prismaamazonico.com/index.php/revista-prisma/article/view/16>
- Ollón Chiriguaya, F. D. C., Moreno Solís, L. K., Martínez Peralta, E. R., Lindao Pérez, J. D., & Santillán Guzmán, A. L. (2024). Control de picudo negro en el cultivo de plátano (*Musa paradisiaca*): Control of black weevil in banana crops (*Musa paradisiaca*). *Revista Científica Multidisciplinar G-Nerando*, 5(1), 501-513. <https://doi.org/10.60100/rcmg.v5i1.209>
- Vivar, E. (2025). Efecto de diferentes dosis de un bioestimulante radicular para el desarrollo de plantas de banano (*Musa AAA*) en vivero en el cantón Naranjal. trabajo de titulación como requisito previo para la obtención del título de ingeniero agrónomo. Universidad Agraria del Ecuador. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/VIVAR%20ERAZO%20EDDY%20FERNANDO.pdf>

Cómo citar: Morán Morán, J. J., Quimis Piguave, N. W., Moran González, M. R., & Palacios López, L. A. (2026). Mitigación de la plaga del picudo negro que afecta las raíces de plátanos en la finca La Merced, Manabí, No-boa. *Agrosilvicultura Y Medioambiente*, 4(1), 57-70. <https://doi.org/10.47230/agrosilvicultura.medioambiente.v4.n1.2026.57-70>