

Efecto de nematicida químico y biológico más calostro de pseudotallo para manejos de nematodos en el cultivo de banano

Effect of chemical and biological nematicide plus pseudostem colostrum for nematode management in banana crop

- ¹ Juan Kevin Cruz Miranda  <https://orcid.org/0009-0008-2301-2545>
Maestría en Sanidad Vegetal, Universidad Agraria del Ecuador, Milagro, Ecuador.
jcruz@uagraria.edu.ec
- ² Maria Germania Mena Ponce  <https://orcid.org/0000-0003-2923-9210>
Maestría en Sanidad Vegetal, Universidad Agraria del Ecuador, Milagro, Ecuador.
mmena@mag.gob.ec
- ³ Abel Andrey Gómez Bermeo  <https://orcid.org/0009-0009-8714-3269>
Maestría en Sanidad Vegetal, Universidad Agraria del Ecuador, Milagro, Ecuador.
agomez@uagraria.edu.ec
- ⁴ César Ernesto Morán Castro  <https://orcid.org/0000-0002-6596-9766>
Doctorado en Ciencias Ambientales, Universidad Agraria del Ecuador, Milagro, Ecuador.
cmoran@uagraria.edu.ec
- ⁵ Colón Eusebio Cruz Romero  <https://orcid.org/0000-0002-4956-4961>
Maestría en Sanidad Vegetal, Universidad Agraria del Ecuador, Milagro, Ecuador.
cmoran@uagraria.edu.ec



Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 20/08/2024

Revisado: 15/09/2024

Aceptado: 11/10/2024

Publicado: 30/10/2024

DOI: <https://doi.org/10.33262/ap.v6i4.549>

Cítese:

Cruz Miranda, J. K., Mena Ponce, M. G., Gómez Bermeo, A. A., Morán Castro, C. E., & Cruz Romero, C. E. (2024). Efecto de nematicida químico y biológico más calostro de pseudotallo para manejos de nematodos en el cultivo de banano. AlfaPublicaciones, 6(4), 85–100. <https://doi.org/10.33262/ap.v6i4.549>



ALFA PUBLICACIONES, es una revista multidisciplinar, **trimestral**, que se publicará en soporte electrónico tiene como **misión** contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://alfapublicaciones.com>

La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) www.celibro.org.ec

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Attribution Non Commercial No Derivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Palabras claves:

R. similis, *H. multicinctus*, abamectina, tiametoxam, densidad de población

Keywords:

R. similis, *H. multicinctus*, abamectin, thiamethoxam, population density

Resumen

Introducción. Algunas investigaciones indican que el calostro del pseudotallo junto a productos químicos y biológicos desempeña una acción eficaz contra el ataque de *R. similis* y *H. multicinctus* en el cultivo de banano. **Objetivo.** Evaluar el efecto nematicida con componentes químico y biológico más calostro del pseudotallo para el manejo de *R. similis* y *H. multicinctus*. **Metodología.** Mediante un diseño de Bloques completamente al azar, con un total de 8 tratamientos (*P. fluorescens* + calostro) (*B. subtilis* + Calostro) (Abamectina + Tiametoxam + calostro) (*P. fluorescens* + *B. subtilis*) (*P. fluorescens*) (*B. subtilis*) (Abamectina + Tiametoxam) y Testigo) con tres repeticiones cada uno. **Resultados.** Se realizó el ANOVA para comparar las medias de las variables mediante la prueba de Tukey (p0.05). De acuerdo con el análisis se pudo evidenciar que el mejor tratamiento en reducir *R. similis* en el suelo y las raíces fue el T6 *B. subtilis* reportando un porcentaje de disminución de 77,84%, seguido del T1 (*P. fluorescens* + calostro) con 68,16%. Sin embargo, no tuvo la misma efectividad para el control del nemátodo *H. multicintus*, para el cual el tratamiento 3 (Abamectina + Tiametoxan + calostro) reportó el porcentaje de eficacia de disminución de población más alto. **Conclusión.** El calostro del pseudotallo influyo de manera significativa en la eficacia de los tratamientos, trabajando como captador o cebo de los nematodos en estudio, de esta manera al atraer los nematodos las rizobacterias *P. fluorescens* y *B. subtilis* y la molécula química Abamectina + Tiametoxam resultaron ser más eficaces que al emplearlas individualmente, reflejándose así el efecto catalizador del calostro frente a los tratamientos. **Área de estudio general:** Agronomía. **Área de estudio específica:** Sanidad Vegetal. **Tipo de estudio:** Artículos originales.

Abstract

Introduction. Some research indicates that pseudostem colostrum, together with chemical and biological products, performs an effective action against the attack of *R. similis* and *H. multicinctus* in banana crops. **Objective.** To evaluate the nematicidal effect with chemical and biological components plus pseudostem colostrum for the management of *R. similis*

and *H. multicinctus*. **Methodology.** Using a completely randomized block design, with a total of 8 treatments (*P. fluorescens* + colostrum) (*B. subtilis* + colostrum) (Abamectina + Tiametoxam + colostrum) (*P. fluorescens* + *B. subtilis*) (*P. fluorescens*) (*B. subtilis*) (Abamectina + Tiametoxam) and Witness, with three repetitions each. **Results.** Subsequently, the ANOVA was performed to compare the means of the variables using the Tukey test ($p < 0.05$). According to the analysis, it was evident that the best treatment in reducing *R. similis* in the soil and roots was T6 *B. subtilis*, reporting a reduction percentage of 77.84%, followed by T1 (*P. fluorescens* + colostrum) with 68.16%. However, it did not have the same effectiveness for the control of the nematode *H. multicinctus*, for which treatment 3 (Abamectin + Thiamethoxan + colostrum) reported the highest percentage of population reduction efficacy. **Conclusion.** The colostrum of the pseudostem had a significant influence on the efficacy of the treatments, working as a catcher or bait for the nematodes under study. By attracting the nematodes, the rhizobacteria *P. fluorescens* and *B. subtilis* and the chemical molecule Abamectin + Thiamethoxam proved to be more effective than when used individually, thus reflecting the catalytic effect of the colostrum against the treatments. **General area of study:** Agronomy. **Specific study area:** Plant Health. **Type of study:** Original articles.

Introducción

El cultivo de banano (*Musa AAA*), representa uno de los productos con la actividad agrícola de mayor importancia económica y social, no solo por su aporte nutricional debido al alto contenido de potasio, magnesio, fósforo, zinc y calcio; sino también por las fuentes de trabajo e ingresos que genera. Reportes de la *Food and Agriculture Organization Statistics* (FAOSTAT, 2023), indican que la producción de banano en América Latina y el Caribe alcanzó un total de 29 985 807 toneladas, que corresponde a 2,18% de disminución en comparación a la producción del año 2022.

En Ecuador se sembraron aproximadamente 184 034 hectáreas en el 2023 y el rendimiento nacional fue de 40,87 t/ha, lo cual representó un 12,65% de incremento en relación con el año 2022 donde se obtuvo un rendimiento nacional de 36,28 t/ha; cabe

recaltar que la superficie cosechada para el 2023 año fue mayor de 175 181 hectáreas. La Región Costa es considerada la principal zona de producción de banano, siendo Los Ríos, Guayas y El Oro las provincias con mayor superficie, las cuales suman el 95,13 %. Los Ríos es la provincia más dedicada a este cultivo, con una producción de 46,12 t/ha; Guayas con el 41,88 t/ha y El Oro con 41,90 t/ha (Sistema de Información Pública Agropecuaria [SIPA], 2024).

El banano es afectado por varios agentes infecciosos, que en alguna manera han causado pérdidas severas, siendo los nemátodos uno de los principales problemas fitosanitarios que afectan el cultivo de banano a nivel mundial, debido a que se alimentan de raíces y cormos de banano y plátano, afectando así el crecimiento y desarrollo de la planta, provocando pérdidas de producción de entre el 20 y 100% (Guzmán, 2011). Como lo es el caso del nematodo *Radopholus similis* y *Helicotylenchus multicinctus* que se estudiarán en esta investigación.

Cada vez es mayor la demanda de la reducción de plaguicidas químicos y la introducción de sistemas de control biológico, mediante investigaciones sobre los mismos. La implementación de bacterias para el manejo de nematodos fitoparásitos ha resultado ser una opción biológica muy importante, de la cual disponen, pero aún se requiere seguir desarrollando investigación, ya que muchas veces son específicos para un patógeno. Por lo que es importante fomentar e investigar la utilización de bacterias con material vegetal, como el calostro del pseudotallo, para que interactúen entre sí para el beneficio de la planta, determinando así la compatibilidad de estos.

Dentro de las alternativas biológicas para controlar los daños causados por los nemátodos *Radopholus similis* y *H. multicinctus*, las cuales se expondrán en la presente investigación, disponemos de *Pseudomonas fluorescens* y *B. subtilis*, dos de las bacterias más estudiadas, debido a su particularidad de producir metabolitos como sideróforos, antibióticos, compuestos volátiles, enzimas y fitohormonas (Migunova & Sasanelli, 2021). Estudios realizados indican que estas bacterias tienen propiedades nematicidas (Pérez et al., 2015). Otras investigaciones más específicas determinaron que tienen potencial para el control de *R. similis* y *H. multicinctus* (Núñez, 2006).

La práctica de destronque del pseudotallo de la planta madre sirve como reserva de agua y minerales para los hijos de sucesión en desarrollo, sin embargo, al descomponerse (calostro), es capaz de atraer plagas y enfermedades de importancia económica (Quevedo et al., 2019). Por lo que surge la idea de desarrollar y comparar los controles químico y biológico junto con el calostro del pseudotallo, este brindando condiciones favorables a la planta hijo, activando la flora microbiana y a la vez como captador o cebador de *R. similis* y *H. multicinctus*; mientras que los agentes de control trabajan sobre los nemátodos.

Metodología

Se emplearon los métodos teóricos- científicos, usando técnicas analíticas, empírico – experimental donde se evaluó la eficacia antagonista de *P. fluorescens*; *B. subtilis* y un fungicida químico Abamectina + Tiametoxam, más el calostro del pseudotallo con el fin de determinar si dicha combinación representa un mayor control contra el nemátodo *Radopholus similis* y *Helicotylenchus multicintus* y a la vez el menor costo de producción.

Ensayo de campo

Esta investigación se realizó en la hacienda “San Julián” en el recinto Puerto Real, del cantón Simón Bolívar, provincia Guayas, con una duración de 4 meses aproximadamente. Estableciendo 8 tratamientos con 3 repeticiones dando un total de 24 parcelas experimentales, distribuidas en la bananera cuya variedad implementada es Cavendish, las cuales estuvieron establecidas en un área de 4 946 m² delineadas de acuerdo con el Diseño Experimental bloques completos al azar, con una densidad poblacional de 32 plantas por cada parcela, como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1

Tratamientos por evaluarse en la investigación

Tratamientos	Productos
1	<i>P. fluorescens</i> + Calostro
2	<i>B. subtilis</i> + Calostro
3	Abamectina + Tiametoxam + Calostro
4	<i>P. fluorescens</i> + <i>B. subtilis</i>
5	<i>P. fluorescens</i>
6	<i>B. subtilis</i>
7	Abamectina + Tiametoxam
8	Testigo

A fin de determinar la población inicial y puntos de infección de los nemátodos *Radopholus similis* y *Helicotylenchus multicintus* para determinar la eficacia de los tratamientos, se realizó un muestreo en forma de zigzag siguiendo la metodología descrita por Mendoza & Espinoza (2017), con el objetivo de coleccionar una muestra compuesta por las raíces de 6 plantas situadas dentro de cada parcela experimental, identificando los puntos de muestreo. Las raíces se coleccionaron frente al hijo de sucesión, porque es el sitio donde se realizaron las aplicaciones de los tratamientos. Para lo cual, se realizó un hoyo de 15 cm de ancho, 15 cm de largo y 30 cm de profundidad, posterior a esto se depositó el suelo excavado en una bolsa plástica y se llevaron a laboratorio para su posterior análisis.

Se realizaron 2 aplicaciones (10 - 120 días), de los tratamientos en estudio, a partir de los resultados del muestreo de la densidad poblacional inicial de los nemátodos en el suelo, luego de haber culminado los tratamientos se determinó la **densidad poblacional final** y **peso de raíces sanas y dañadas** en el cultivo de banano, 20 días después de la última aplicación. Para determinar la densidad poblacional se mezclaron las raíces sanas y dañadas, cortándolas en pedazos de 1 a 2 cm de largo, se pesaron 25 g por cada repetición, luego se licuaron por 20 segundos en la tercera velocidad de una licuadora. El licuado se pasó por tres tamices de arriba abajo de N.º 60, 100 y 400. En el último se colectaron a los nemátodos, este sedimento se recogió en un vaso graduado y se lo aforó en 100 ml. Finalmente se extrajeron alícuotas de 2 ml y se colocaron en cámaras contadoras. Se evaluó la población de *R. similis* con el uso de un microscopio y contadores-chequeadores.

A su vez, para determinar la variable peso de raíces sanas y dañadas se procedió cavar un hoyo al frente de la plata sobre la superficie del suelo de 13,5 dm³ (30 cm largo 15 cm ancho x 30 cm de profundidad) y se colectarán todas las raíces. Posterior a esto en el laboratorio se las secó, y se tomó 35 gramos de raíces de cada muestra representativa, se separaron las sanas de las afectadas y las dos categorías se procedieron a pesar por separado en una balanza electrónica.

Ensayo en laboratorio

Para un mejor análisis de la efectividad de los tratamientos, esta investigación también se evaluó en condiciones controlada, siguiendo el procedimiento descrito por Condemarín et al. (2018) para evaluar la eficacia de *P. fluorescens*; *B. subtilis* y Abamectina + Tiametoxam solos y en combinación con calostro del pseudotallo se establecieron los tratamientos en caja Petri, mediante un sustrato de suelo previamente esterilizado, posterior a esto se los inoculó con una concentración específica de los nematodos *R. similis* y *H. multicintus* adicionándole raíces para que se alimenten. Después de un periodo de acondicionamiento de 24 horas se aplicaron los tratamientos, a fin de determinar la eficacia de estos, una vez transcurridos 7 días se procedió a contar la población de los nemátodos.

Resultados

Densidad poblacional de R. similis y H. multicintus

El muestreo realizado en campo (figura 1) para identificar los nemátodos en estudio (figura 2) y determinar la densidad poblacional inicial permitió identificar la efectividad de los tratamientos mediante la densidad poblacional final, como se muestra en la Tabla 2. De acuerdo con el análisis se pudo evidenciar que el mejor en reducir *R. similis* en el suelo y las raíces fue el T6 *B. subtilis* reportando un porcentaje de disminución de

77,84%, seguido del T1 (*P. fluorescens* + calostro) con 68,16%. Sin embargo, no tuvo la misma efectividad para el control del nemátodo *H. multicinctus*, para el cual el tratamiento 3 (Abamectina + Tiametoxan + calostro) reportó el porcentaje de eficacia de disminución de población más alto.

En los resultados se puede observar la influencia del calostro en la eficacia de los tratamientos para ambos agentes causales, en comparación con los resultados donde trabajan de manera individual, reportando un aumento en la población de estos patógenos. Sin embargo, la acción controladora de las bacterias y agentes químicos en estudio no lograron ser tan efectivos sobre la incidencia natural de los nemátodos ya que en la mayoría de los tratamientos aumento la población de los agentes, disminuyendo únicamente en los tratamientos 1,2,3 los cuales tenían calostro, demostrando así la resistencia de estos nemátodo a los agentes en estudio.

Tabla 2

Densidad poblacional inicial y final de R. similis y H. multicinctus en el cultivo de banano sometido a la aplicación de rizobacterias solas y en conjunto con el calostro del pseudotallo

Tratamientos	<i>R. similis</i>			<i>H. multicinctus</i>		%
	Población Inicial	Población final		Población Inicial	Población final	
<i>P. fluorescens</i> + Calostro	4 422	1 408	68,16	3 897	3 135	19,55
<i>B. subtilis</i> + Calostro	3 936	3 433	12,78	7 503	6 199	17,38
Abamectina + Tiametoxam + Calostro	2 055	790	61,56	3 922	3 150	19,68
<i>P. fluorescens</i> + <i>B. subtilis</i>	2 038	1 527	25,07	2 893	3 790	0
<i>P. fluorescens</i>	2 074	2 177	0	4 729	6 678	0
<i>B. subtilis</i>	7 637	1 692	77,84	2 767	3 156	0
Abamectina + Tiametoxam	4 405	4 978	0	5 087	7 464	0
Testigo	1 913	2 415	0	4 445	5 152	0

Nota: porcentaje de disminución de la densidad poblacional de los agentes causales en estudio

El análisis de varianza correspondiente a la densidad poblacional de *R. similis* y *H. multicinctus* no demostró significancia para los factores en estudio. La prueba de Tukey reportó igualdad estadística entre las medias de todos los tratamientos.

Figura 1

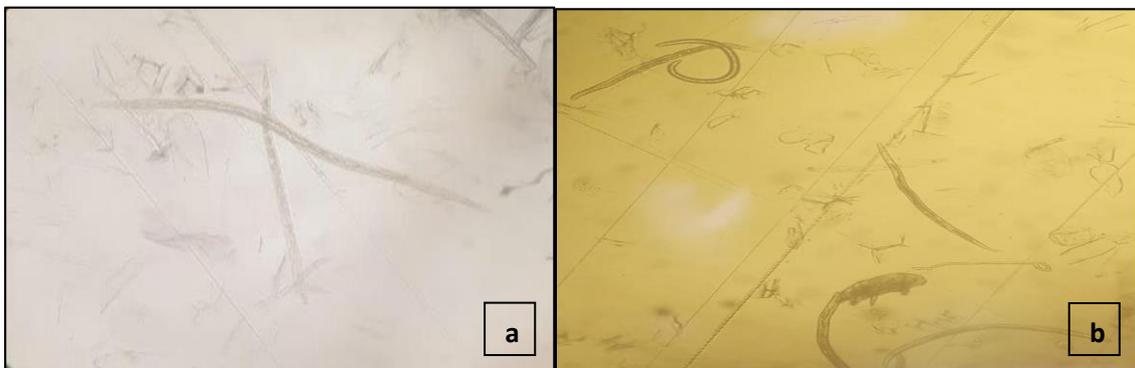
Muestreo de nematodos a) recolección de muestras de raíces b) extracción de nemátodos en laboratorio



Como se puede observar se realizó el muestreo con el objetivo de colectar una muestra compuesta por las raíces de 6 plantas situadas dentro de cada parcela experimental, para llevar a laboratorio e iniciar el proceso de identificación y conteo de nemátodos, este sedimento se recogió en un vaso graduado y se lo aforó en 100 ml. Finalmente se extrajeron alícuotas de 2 ml y se colocaron en cámaras contadoras. Determinando así la población inicial y final de *R. similis* y *H. multicintus* con el uso de un microscopio y contadores-chequeadores. Proceso se repitió dos veces.

Figura 2

*Identificación de nemátodos mediante microscopio a) *R. similis* b) *H. multicintus**



Con las muestras colectadas al inicio de la investigación se identificaron los nemátodos presente en el suelo, por lo que se determinó a evaluar los agentes causales en esta investigación.

Peso de raíces sanas y dañadas

Tomando un peso representativo de 35 gr de cada muestra, se procedió a evaluar el peso de las raíces sanas y dañadas que estas contenían. De acuerdo a los resultados obtenidos respecto a esta variable, como se observa en la tabla 3, se puede evidenciar que los tratamientos 1 (*P. fluorescens* + calostro) y 6 (*B. subtilis*) reflejaron los promedios más altos ambos con 23 y 24 gramos de raíces sanas. A su vez, estos tratamientos reflejaron los promedios más bajos respecto a peso de raíces dañadas.

Tabla 3

Peso de raíces sanas y dañadas en el cultivo de banano sometido a la aplicación de rizobacterias solas y en conjunto con el calostro del pseudotallo

Tratamientos	Promedio de raíces en gramos	
	Raíces sanas	Raíces dañadas
<i>P. fluorescens</i> + Calostro	24	11
<i>B. subtilis</i> + Calostro	21	14
Abamectina + Tiametoxam + Calostro	20	15
<i>P. fluorescens</i> + <i>B. subtilis</i>	22	13
<i>P. fluorescens</i>	18	17
<i>B. subtilis</i>	23	12
Abamectina + Tiametoxam	18	17
Testigo	13	22

El análisis de varianza correspondiente a peso de raíces sanas demostró que no hubo significancia para los factores en estudio. La prueba de Tukey realizada a las medias de los tratamientos no reflejó diferencias estadísticas.

Densidad poblacional en condiciones in vitro

Para un mejor análisis de la efectividad de los tratamientos se procedió a evaluar el grado de micoparasitismo por parte de las bacterias, moléculas químicas y el testigo en los patógenos en estudio en condiciones controladas como se observa en la figura 3, cuyos resultados reportados en la tabla 4, indican que las bacterias en conjunto con el calostro y de manera individual reflejaron el mayor porcentaje de disminución de la población de los agentes causales en estudio. A su vez se evidenció que la molécula química Abamectina + Tiametoxan reflejaron porcentajes similares trabajando de manera individual ya que fue aplicado directamente sobre el sustrato y raíces sanas. Mientras que, al mezclarlo con el calostro en condiciones controladas, no fue eficaz como cebador ya que al contener sustancias tóxicas del producto químico, los nemátodos se alimentaron en gran parte con las raíces sanas que se emplearon en la caja Petri. El testigo no desarrolló ninguna actividad antagónica.

Tabla 4

Porcentaje de disminución de la densidad poblacional de los nemátodos en condiciones in vitro

Tratamientos	Porcentaje de disminución poblacional de nemátodos
<i>P. fluorescens</i> + Calostro	78%
<i>B. subtilis</i> + Calostro	76%
Abamectina + Tiametoxam + Calostro	21%
<i>P. fluorescens</i> + <i>B. subtilis</i>	80%
<i>P. fluorescens</i>	74%
<i>B. subtilis</i>	74%
Abamectina + Tiametoxam	76%
Testigo	0%

Los resultados obtenidos del ensayo de laboratorio, como alternativa de verificación y validación de los resultados obtenidos en campo, demostraron la eficacia de los agentes biológicos y químicos individual y en conjunto con el calostro en el control de los nemátodos, a excepción del agente químico que no fue tan eficaz en conjunto con el calostro.

Figura 3

Análisis de eficacia antagónica de los tratamientos sobre los agentes en estudio en condiciones in vitro



Como se puede observar los tratamientos se desarrollaron en condiciones controladas en una caja Petri con sustrato previamente esterilizado, posterior a esto se inoculó una

concentración específica de los nematodos en estudio, se adicionó raíces para que se alimenten. Después de un periodo de acondicionamiento de 24 horas se aplicaron los tratamientos.

Discusión

Los resultados obtenidos en la determinación de densidad de población de *R. similis*, mostraron que el mejor tratamiento para reducir este nemátodo en el suelo y las raíces es *B. subtilis*, seguido de *P. fluorescens* + calostro. A su vez, se pudo evidenciar la influencia del calostro en la efectividad de los tratamientos para las variables en estudio, los acules en unión al calostro fueron más eficaces, obteniendo porcentajes de disminución de población que iban de 19,68% hasta 68,16%. En relación con el control de la densidad de la población de *H. multincinctus*, podemos observar la influencia del calostro en la eficacia de los tratamientos debido a que las bacterias en estudio y el tratamiento químico se comportaron mejor en conjunto con el calostro que de manera individual.

Lo cual concuerda con Senthilkumar (2020) quien en una evaluación de la actividad antagónica de la aplicación de *P. fluorescens* y *B. subtilis* contra *R. similis*, indica que todos los tratamientos aumentaron significativamente los parámetros de rendimiento y se observó que la reducción de la población de nematodos en sistema raíz fue significativa. El 86 % de la población de nematodos se redujo desde la población de nematodos inicial registrada en la aplicación combinada de *P. fluorescens* + *B. subtilis* cada 12.5 g/planta respectivamente en comparación con el control no tratado o testigo. De igual manera Da Silva et al. (2018), en su ensayo del estudio de la habilidad de colonización y penetración de *Bacillus subtilis* en plántulas de banano Terra cv. comprados infectada con una población mixta de *Radopholus similis*, *Meloidogyne spp.*, *Pratylenchus spp.* y *Helicotylenchus spp.* se obtuvieron como resultado que las dosis de 200 y 250 mL de *B. subtilis* mostraron la mayor reducción de las poblaciones de nematodos en raíces y rizomas, demostrando así la eficacia de la bacteria para el control de nematodo.

Por otro lado, Canchignia et al. (2015), en su investigación sobre la aplicación de rizobacterias que promueven el crecimiento en plantas (PGPR) del género *Pseudomonas spp.* como controladores biológicos de insectos y nematodos plagas, concluyeron en que *P. fluorescens* produce un antibiótico de amplio espectro denominado 2,4- DAPG el cual tiene propiedades antifúngicas, antibacterianas, actividades antihelmínticas y fitotóxicas. También estimula la resistencia sistémica inducida en plantas al interaccionar con las raíces de esta inhibiendo así la penetración de la raíz por el nematodo. Respecto al control biológico de nematodos, las cepas de *P. fluorescens* y *P. putida* han demostrado una fuerte actividad antagonista contra los nematodos

Radopholus similis y *Meloidogyne spp.*, en cultivo de banano, maíz y tomate (Chabla, 2021).

De acuerdo con el análisis del peso de raíces sanas, se demostró la inexistencia de diferencias significativas para los factores en estudio. Los tratamientos 1 (*P. fluorescens* + calostro) y 6 (*B. subtilis*) reflejaron los promedios más altos ambos con 23 y 24 gramos de raíces sanas. El testigo estadísticamente se comportó diferente al resto de los tratamientos obteniendo un promedio de 13 gramos.

La investigación mostró la influencia del calostro en la eficacia de los tratamientos en estudio, actuando como catalizador y cebador de los nemátodos en estudio. Además, debido a su aporte nutricional contribuyó al buen desarrollo del hijo secuencia respecto a las variables altura y diámetro del tallo de la planta secuencia, lo que concuerda con Vargas et al. (2013), quien realizó dos experimentos en el Caribe de Costa Rica, para determinar el efecto del cubrimiento de hijos de sucesión atrasados y enfermos con pseudotallo descompuesto, fresco o seco. Para lo cual, se determinaron poblaciones microbianas, reguladores de crecimiento y nutrimentos; variables de crecimiento y producción. Corroborando lo manifestado por Murgueitio-Manzanares et al. (2019), quien indica que los análisis químicos del calostro determinan la existencia de saponinas y compuesto fenólicos, entre otros metabolitos. El contenido de los compuestos químicos va a depender del método de extracción que se aplique. Los estudios biológicos indican que el calostro extraído mediante extracto hidroalcohólico presenta un efecto mucolítico similar al Bisolvon. En relación con la actividad molusquicida del líquido del pseudotallo se determinó que este tiene un efecto paralizador en caracoles.

Conclusiones

- El mejor tratamiento para reducir *R. similis* en el suelo y raíces fue *B. subtilis* reportando un porcentaje de disminución de 77,84%, seguido de *P. fluorescens* + calostro con 68,16%. Sin embargo, no tuvieron la misma efectividad para el control del nemátodo *H. multicinctus*, para el cual el T3 (Abamectina + Tiametoxan + calostro) reportó el porcentaje de eficacia de disminución de población más alto.
- Los tratamientos con componentes químico y biológicos más calostro del pseudotallo para el manejo y control de los agentes causales *R. similis* y *H. multicinctus*, tuvieron efectos significativos en la reducción de la densidad poblacional de los nemátodos en condiciones de campo.
- El calostro del pseudotallo influyó de manera significativa en la eficacia de los tratamientos, trabajando como captador o cebo de los nematodos en estudio, de esta manera al atraer los nematodos las rizobacterias *P. fluorescens* y *B.*

subtilis y la molécula química Abamectina + Tiametoxam resultaron ser más eficaces que al emplearlas individualmente, reflejándose así el efecto catalizador del calostro frente a los tratamientos.

- De acuerdo con los resultados obtenidos en laboratorio, se determinó que existe compatibilidad in vitro del calostro del pseudotallo en conjunto con las bacterias *P. fluorescens* y *B. subtilis* para pruebas de biocontrol contra los nemátodos en estudio, reflejándose un porcentaje de disminución de población de hasta un 80%. A su vez, se observó que no existe compatibilidad in vitro del calostro con la molécula química Abamectina + Tiametoxam, inhibiendo el efecto cebador o captador del calostro por la molécula toxica, repeliendo así los nemátodos hacia las raíces sanas para alimentarse, lo que no ocurrió en el tratamiento de la molécula química sola, ya que fue aplicada directamente sobre el sustrato y las raíces sanas.

Conflicto de interés

Los autores declaran que no hay conflicto de interés con relación al artículo presentado.

Referencias bibliográficas

Canchignia Martínez, H., Cruz Rosero, N., Barrera Álvarez, A., Morante Carriel, J., Canchignia Malagón, G., & Peñafiel Jaramillo, M. (2015). Aplicación de Rizobacterias que promueven el crecimiento en plantas (PGPR) del género *Pseudomonas spp* como controladores biológicos de insectos y nemátodos-plagas. *Revista Ciencia y Tecnología*, 8(1), 25- 35.

<https://www.researchgate.net/publication/311951635> Aplicacion de rizobacterias que promueven el crecimiento en plantas PGPR del genero Pseudomonas spp como controladores biologicos de insectos y nematodos-plagas

Condemarín Montealegre, C., Oyola Medina, M., Mialhe, E., Quimi Mujica, J., Astudillo Urbina, S., Gutierrez Calle, S., Barreto Castillo, C., Túllume Pisfil, C., Duarte, P., & León Temple, G. (2018). Efecto de bacterias nativas del suelo cultivado y prístino sobre el control del nematodo agallador radicular, *Meloidogyne javanica*. en condiciones in vitro y producción de biomasa. *Revista Arnaldoa*, 25(2), 515-528.

<http://www.scielo.org.pe/pdf/arnal/v25n2/a11v25n2.pdf>

Chabla Salas, F. A. (2021). *Evaluación de nematicidas en la reducción de la población de Radopholus similis en el cultivo de banano Musa AAA en la parroquia de Pancho Negro, cantón la Troncal, provincia del Cañar* [Tesis de pregrado, Universidad de Guayaquil, Ecuador].

<http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/53216>

Da Silva Araújo, J. J., Silva Muniz, M. de F., Moura Filho, G., Da Silva Rocha, F., & Da Cunha e Castro, J. M. (2018). *Bacillus subtilis* in the treatment of banana plantlets infected by nematodes. *Revista Ceres*, 65(1), 99-103.

<https://www.scielo.br/j/rceres/a/F48BCXgzGj8c8wmc8BDTskS/?lang=pt>

Food and Agriculture Organization Statistics [FAOSTAT]. (2023, diciembre 23).

Estadísticas de producción. <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL>

Guzmán Piedrahita, O. A. (2011). El nematodo barrenador (*Radopholus similis* [COBB] thorne) del banano y plátano. *Revista Luna azul*, 33, 137-153.

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=321727235012>

Mendoza, R. & Espinoza, A. (2017). *Guía técnica para muestreo de suelos (1ra edición)*. Editorial Universidad Nacional Agraria y Catholic Relief Services.

<https://repositorio.una.edu.ni/3613/1/P33M539.pdf>

Migunova, V. D., & Sasanelli, N. (2021). Bacteria as biocontrol tool against phytoparasitic nematodes. *Journal Plants*, 10(2), 389.

<https://doi.org/10.3390/plants10020389>

Murgueitio-Manzanares, E., Campo-Fernández, M., Nirchio-Tursellino, M., Cuesta-Rubio, O., & Tocto-León, J. (2019). Composición química y actividad biológica del pseudotallo de *Musa x paradisiaca* L (BANANO). *Revista Ciencia UNEMI*, 12(31), 19-29.

<https://www.redalyc.org/journal/5826/582661248003/html/>

Núñez Pérez, C. (2006). *Estudio de poblaciones de bacterias endófitas de la rizosfera del banano para el biocontrol del nematodo barrenador Radopholus similis* [Tesis de maestría, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza Tropical y Agricultura – CATIE, Turrialba, Costa Rica].

<https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/4122>

Pérez Álvarez, S., Coto Arbelo, O., Echemendía Pérez, M., & Ávila Quezada, G. (2015). *Pseudomonas fluorescens* Migula, ¿control biológico o patógeno? (*Pseudomonas fluorescens*, biological control or pathogen?). *Revista de Protección Vegetal*, 30(3), 225-234.

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-275220150003000008&lng=es&tlng=es.

Quevedo Guerrero, J. N., Delgado Pontón, A. M., Tuz Guancay, I. G., & García Batista, R. M. (2019). Evaluación de la aplicación de fertilizante al pseudotallo de plantas cosechadas de banano (*Musa x paradisiaca* L.) y su

efecto en la velocidad de crecimiento del hijo retorno. *Revista Científica Agroecosistemas*, 7(2), 190-97.

<https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/300>

Senthilkumar, T. (2020). Assessment of potential bacterial biocontrol agents on plant parasitic nematodes in banana. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 8(4), 26-27.

<https://www.entomoljournal.com/archives/2020/vol8issue4S/PartA/S-8-4-9-280.pdf>

Sistema de Información Pública Agropecuaria [SIPA]. (2024, enero 30). *Ficha técnica del cultivo de banano*.

<http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/bananos>

Vargas, A., Guillén, C., & Arce, R. (2013). Efecto del manejo del pseudotallo de banano (*Musa AAA*) a la cosecha sobre la planta sucesora. *Revista Agronomía*, 21(2), 19-28.

[http://vip.ucaldas.edu.co/agronomia/downloads/Agronomia21\(2\)_3.pdf](http://vip.ucaldas.edu.co/agronomia/downloads/Agronomia21(2)_3.pdf)

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Alfa Publicaciones**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Alfa Publicaciones**.



Indexaciones

