

**Evaluación de tres inoculantes microbianos de
suelo AGRO-MOS[®], GALVANIZE[™] SOIL y
PAZAM[®] 13 WP sobre el control del
nematodo nodulador (*Meloidogyne incognita*)
en banano (*Musa acuminata* Colla cv. Gran
enano)**

Diovelis Ivania Quiróz González

Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano

Honduras

Noviembre, 2019

ZAMORANO
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**Evaluación de tres inoculantes microbianos de
suelo AGRO-MOS[®], GALVANIZE[™] SOIL y
PAZAM[®] 13 WP sobre el control del nematodo
nodulador (*Meloidogyne incognita*) en banano
(*Musa acuminata* Colla cv. Gran enano)**

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniera Agrónoma en el
Grado académico de Licenciatura

Presentado por

Diovelis Ivania Quiróz González

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2019

Evaluación de tres inoculantes microbianos de suelo AGRO-MOS[®], GALVANIZE[™] SOIL y PAZAM[®] 13 WP sobre el control del nematodo nodulador (*Meloidogyne incognita*) en banano (*Musa acuminata* Colla cv. Gran enano)
Diovelis Ivania Quiróz González

Resumen. Los nematodos reducen hasta un 50% de la producción en banano; su control actual es a través de químicos, por lo que es necesario buscar alternativas de control para maximizar rendimientos y reducir daño ambiental. Los objetivos fueron determinar el efecto de tres inoculantes microbianos de suelo y compararlos con el nematicida químico Fluopyran sobre las poblaciones y el daño a las raíces por el nematodo agallador *Meloidogyne incognita*. Se evaluaron 168 plantas de banano divididos en 7 tratamientos con 4 repeticiones y 6 plantas por unidad experimental en Zamorano, Honduras. Las plántulas aclimatadas se sembraron en sustrato estéril se inocularon con 20,000 nematodos por planta después de cuatro semanas; 15 días después se aplicaron los tratamientos Agro-Mos[®], Galvanize[™] Soil, Pazam[®] 13WP y Verango[®] 50 SC al 100% dosis comercial y las mezclas Agro-Mos[®]+ Verango[®] 50 SC, Galvanize[™] Soil+ Verango[®] 50 SC al 50% de la dosis comercial y el Testigo relativo. A los 43 días después de aplicación (DDA) Agro-Mos[®] y Verango[®] 50 SC disminuyeron el 86% y 78% de la población de *M. incognita* respectivamente ($p \leq 0.0001$). En el periodo de evaluación, Agro-Mos[®], Galvanize[™] Soil y Galvanize[™] Soil + Verango[®] 50 SC presentaron un menor daño radicular en 41%, 59% y 70% menos con respecto al testigo. Agro-Mos[®] presentó una reducción en la población de *Meloidogyne incognita* respecto a Galvanize[™] Soil y Pazam[®] 13 WP (43 DDA). Agro-Mos[®] redujo la población de nematodos al mismo nivel que el químico Verango[®] 50 SC. Agro-Mos[®], Galvanize[™] Soil y Galvanize[™] Soil + Verango[®] 50 SC presentaron una mejor protección a las raíces contra el daño causado por *Meloidogyne incognita*.

Palabras clave: Altura de planta, densidad poblacional, lesión de raíces, peso seco.

Abstract. Nematodes can cause damage up to 50% on banana yields; its control is commonly done by chemical products; therefore, it is required to find more alternatives to maximize yields and decreased the environmental impact. The objectives of this research were to determine the effect of three microbial soil inoculants over the population and root damage caused by the root-knot nematode *Meloidogyne incognita*, and compare three microbial inoculants with the chemical nematicide Fluopyram. There were 168 banana plants tested in seven treatments with four replicates and 6 plants for each experimental unit in Zamorano, Honduras. The seedlings were sow in sterile substrate and were inoculated with 20,000 nematodes per plant four weeks later; 15 days after Agro-Mos[®], Galvanize[™] Soil, Pazam[®] 13WP and Verango[®] 50 SC were applied in 50% of commercial doses and to the relative control. Agro-Mos[®] and Verango[®] 50 SC decreased 86% and 78% the *M. incognita* population respectively, 43 days after the application. Agro-Mos[®] showed 41% less damage than control, Galvanize[™] Soil 59% and Galvanize[™] Soil + Verango[®] 50 SC 70%. Agro-Mos[®] showed less *M. incognita* population than Galvanize[™] Soil y Pazam[®] 13 WP. Agro-Mos[®] and Verango[®] 50SC had the same effect over nematode population. During 43 days after application, Agro-Mos[®], Galvanize[™] Soil and Galvanize[™] Soil + Verango[®] 50 SC protected better the root system than other ones.

Key words: Dry weight, plant height, population density, root damage.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas.....	ii
Resumen	iii
Contenido.....	iv
Índice de cuadros y figuras	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	7
4. CONCLUSIONES.....	12
5. RECOMENDACIONES.....	13
6. LITERATURA CITADA.....	14

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadros	Página
1. Tratamientos con sus dosis e ingrediente activos, para el control de <i>Meloidogyne incognita</i> en banano, Zamorano, Honduras	5
2. Densidad poblacional del nematodo nodulador <i>Meloidogyne incognita</i> en 100 gramos de suelo para los días 15,43 y 78 días después de aplicación de los tratamientos, Zamorano, Honduras.....	8
3. Porcentaje de lesiones de raíz en plantas de banano expuestas a <i>Meloidogyne incognita</i> , Zamorano.....	9
4. Promedio del peso radicular seco (g) de las plantas de banano, como efecto de los tratamientos para el control del nematodo <i>Meloidogyne incognita</i> , Zamorano	10
5. Altura promedio de las plantas de banano a los 92 días después de la aplicación de los tratamientos, para control del nematodo <i>Meloidogyne incognita</i> , Zamorano, Honduras.....	11
Figuras	Página
1. Cultivo de banano en casa malla donde se realizó el experimento.....	3

1. INTRODUCCIÓN

El banano (*Musa acuminata* cv. Gran enano) es un cultivo perenne que crece con rapidez y puede cosecharse durante todo el año en todas las regiones tropicales. El banano es el cuarto cultivo alimentario más importante del mundo luego del arroz, el trigo y el maíz. Al ser un alimento básico contribuye a la seguridad alimentaria y debido a su comercialización, proporcionan ingresos y fuentes de empleos en comunidades rurales (Arias *et al.* 2004).

De acuerdo a la base de datos de la (FAO 2019) del año 2010 a 2017, la mayor producción de banano a nivel mundial está distribuida en: Asia (54%), América (26.3%) y África (18%). Siendo India el mayor productor con 28.9 millones de toneladas (Mt), seguido de China continental (11 Mt), Filipinas (7.4 Mt), Brasil (6.9 Mt), Ecuador (6.9 Mt) e Indonesia (6.9 Mt). El rendimiento promedio de banano a nivel mundial es 20.53 toneladas por hectárea para el 2017.

Las zonas bananeras presentan problemas sanitarios debido a plagas y enfermedades y su grado de afectación depende de las condiciones ambientales y el manejo del cultivo (DANE 2016). Entre las principales plagas y enfermedades que afectan el cultivo del banano están: el Moko (*Ralstonia solanacearum*), Sigatoka negra (*Mycosphaerella finjiensis*), Sigatoka amarilla (*Mycosphaerella musicola*), el picudo negro (*Cosmopolites sordidus*) y los nematodos fito-parasitos como: *Radopholus similis*, *Pratylenchus coffeae*, *Meloidogyne* spp y *Rotylenchulus reniformis* (González y Aristizábal 2014).

El nematodo agallador *Meloidogyne incognita* no solo está presente en este cultivo, también esté presente en hortalizas, produciendo agallas en las raíces, impidiendo la absorción de agua y nutrientes, originando plantas débiles, que presentan hojas de menor tamaño, clorosis en hojas bajas y disminuyendo la producción hasta en un 50% (Polanco Puerta *et al.* 2018).

El ciclo de vida de *Meloidogyne incognita*, consta de: huevo, cuatro estadios juveniles y el adulto (Hernández *et al.* 2012). El segundo estadio (J2) o juvenil parasítico busca ingresar a la zona radicular para su alimentación y migran al área de elongación celular donde se alimentarán durante todo su ciclo de vida el cual tiene una duración de 14 días. En raíces de banano y plátano, el ciclo de vida completo dura de 28-42 días, viéndose afectado por la

temperatura del suelo, el grado de humedad y de aireación; siendo la temperatura el factor más influyente (Lezaun 2016).

Los nematodos fito-parasitos son comúnmente controlados con productos químicos como Verango® 50 SC, (ingrediente activo: Fluopyram). Primer nematicida de banda verde y de bajo impacto ambiental, que beneficia la sanidad de las raíces en los cultivos; este producto actúa de forma sistémica, entrando a la pared externa del nematodo interfiriendo en los procesos de formación de ATP provocando que el nematodo quede sin una fuente de energía para moverse dejándolos inmóviles hasta que finalmente mueren (Rieck y Rist 2014).

El hongo *Paecilomyces lilacinus* es un hongo nematófago tiene la capacidad de regular las poblaciones de nematodos parasitando los huevos y juveniles, invadiéndolos y causándoles la muerte (Fernández *et al.* 2016). Una forma de disminuir el uso de químicos para controlar plagas y enfermedades es utilizar productos alternativos como inoculantes microbianos del suelo, estos son activadores de las enzimas responsables del cumplimiento de las rutas metabólicas para el buen funcionamiento del vegetal (Casillas *et al.* 1986); son productos a base de microorganismos vivos y los metabolitos que ellos producen (Castillo *et al.* 2007).

El inoculante microbiano Agro-Mos® está hecho a base de fermentados de *Saccharomyces cerevisiae*, aminoácidos, cobre, azufre, y zinc. El producto llega a la raíz desencadenando fitoalexinas y las respuestas genéticas de las plantas a las enfermedades. A medida que la planta libera nutrientes (cobre, azufre, y zinc), el producto los reemplaza; al ser bióticos, extraídos de partes de levaduras, induce naturalmente la resistencia en las plantas, sin afectar su crecimiento (Alltech 2016).

El inoculante microbiano Galvanize™ Soil contiene cultivos vivos *Bacillus subtilis*, *Enterococcus faecium* y *Bacillus licheniformis* y metabolitos beneficiosos que fortalecen los mecanismos de defensa en las plantas que contienen una mezcla de lactosa, enzimas hidrolizantes de fibra y proteínas. Las poblaciones microbianas existentes en el producto son capaces de activar y optimizar poblaciones de microorganismos benéficos del suelo, facilitando una mayor absorción de nutrientes y suprimiendo los patógenos del suelo (Alltech crop science 2017).

Los objetivos del estudio fueron:

- Determinar el efecto de tres inoculantes microbianos de suelo sobre las poblaciones y el daño a las raíces ocasionados por el nematodo agallador *Meloidogyne incognita* en plantas de banano.
- Comparar tres inoculantes microbianos con un nematicida químico Fluopyram sobre las poblaciones y daño del nematodo agallador *Meloidogyne incognita* en plantas de banano.

2. MATERIALES Y METODOS

Localización.

El estudio se efectuó durante los meses de abril a septiembre de 2019, en el lote experimental de control biológico de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras; localizado en el Valle Yeguaré en departamento de Francisco Morazán. El lugar se encuentra a 30 kilómetros de Tegucigalpa, Honduras, ubicado a 14°0'9.29" latitud Norte y 86°59'49.69" longitud Oeste, con una precipitación de 1100 mm por año, una temperatura promedio de 24 °C y una altura de 800 msnm.

El experimento se realizó en una casa malla de 4.2 m de ancho × 7.6 m de largo, con paredes de malla anti virus y techo plástico, temperatura promedio de 28.4 °C y humedad relativa de 60% (Figura 1).



Figura 1. Lote de banano en casa malla donde se realizó el experimento.

Siembra de banano. Se sembraron 210 plántulas de banano provenientes de cultivo *in vitro* previamente aclimatadas y se sembraron en bolsas de 22.86 cm × 30.48 cm con sustrato compuesto de suelo y casulla de arroz en relación 3:1 v/v, esterilizado a 121 °C por una hora a 1.76 kg/cm² (Coto 2009). Después del trasplante, se aplicó la mezcla del fertilizante Bayfolan[®] Forte (contiene NPK: 11,8,6) al follaje a una concentración de 2 mL/L más 1mL/L del adherente Break Thru[®] para romper la tensión superficial del agua.

Fertilización.

El 17 de mayo se aplicó 1 mL/L del fungicida Knight[®] 72 SC (Benzonitrilo halogenado chlorothalonil) para prevenir el crecimiento y desarrollo de hongos en el follaje. Se aplicó fertilizante Bayfolan[®] Forte a una concentración de 2 mL/L + 1 mL/L Break Thru[®] (adherente). A los 13 días después de siembra (DDS) se aplicó 25 g del fertilizante DAP (fosfato diamónico NPK: 18:46:0) por planta, a 2 cm de distancia del tallo, en forma de media luna y se tapó. A los 69 DDS se aplicó 100 kg/ha del fertilizante YaraVera[®] (compuesto de 40% N y 5.6% S) + 2 L/ha del fertilizante Bayfolan[®] Forte.

Recolección e inoculación de *Meloidogyne incognita* en plantas de banano.

El nematodo nodulador *Meloidogyne incognita* fue extraído de plantas de lechuga infectadas en campo, se procedió a extraer las plantas infestadas, las raíces se lavaron utilizando un atomizador con agua para desprender la mayor cantidad de nematodos presentes en el suelo, la solución (agua + suelo) se recolectó en recipientes y las raíces se licuaron por 30 segundos. La solución con los nematodos se pasó por un tamiz de 60 mesh para eliminar partículas gruesas y luego por uno de 400 mesh. El sedimento procedente del tamiz de 400 mesh se colectó en un tubo de ensayo y se procedió a contabilizar la concentración de nematodos existentes en la solución con ayuda de un microscopio, obteniendo un total de 400 nematodos/mL; posteriormente se inoculó cada planta con 50 mL de solución, obteniendo una concentración final de 20,000 nematodos/ planta. Los nematodos se inocularon a las cuatro semanas después de siembra (DDS).

Tratamientos.

Se evaluaron siete tratamientos, incluyendo productos individuales y mezclas entre los mismos, procurando la evaluación de interacciones entre los tratamientos para el control de nematodo nodulador *Meloidogyne incognita* (Cuadro 1).

Cuadro 1. Tratamientos con sus dosis e ingrediente activos para el control de *Meloidogyne incognita* en banano, Zamorano, Honduras.

Tratamientos	Dosis utilizada	Ingrediente activo
Agro-Mos [®]	2 L/ha	Fermentados sólidos solubles
Galvanize [™] Soil	4 kg/ha	Bacillus subtilis
Pazam [®] 13 WP	240 g/ha	Paecilomyces lilacinus (3.0 x 10 ⁹ conidias viables/g)
Verango [®] 50 SC	1 L/ha	Fluopyram
Agro-Mos [®] + Verango [®] 50 SC	1 L/ha + 0.5 L/ha	Fermentados sólidos solubles + Fluopyram
Galvanize [™] Soil + Verango [®] 50 SC	2 kg/ha + 0.5 L/ha	Bacillus subtilis + Fluopyram
Testigo	Agua	-

Aplicaciones.

Se realizaron un total de dos aplicaciones de los tratamientos: Agro-Mos[®] (2 L/ha), Galvanize[™] Soil (4 kg/ha) y Pazam[®] 13 WP (240 g/ha) cada 20 días (14 de junio y 4 de julio). Los tratamientos Verango 50 SC (1 L/ha), Agro-Mos[®] + Verango[®] 50 SC (2 kg/ha + 0.5 L/ha), Galvanize[™] Soil + Verango[®] 50 SC (2 kg/ha + 0.5 L/ha) se aplicaron una vez en el periodo de evaluación (14 de junio). La dosis utilizada por cada tratamiento se diluyó en 85.73 mL de solución (agua + producto) para saturar el sustrato.

Variables medidas.

Para realizar el conteo de los nematodos y evaluar el daño en las raíces se realizó un muestreo destructivo que consistió en seleccionar una planta de cada unidad experimental y extraer las raíces.

Altura de las plantas.

Se tomó una planta de cada unidad experimental y se midió la altura desde la base de la planta hasta la primera inserción de hojas con ayuda de un metro (92 días después de la siembra).

Peso seco de raíces.

Las raíces de cada unidad experimental se lavaron y colocaron en bolsas de papel rotuladas de acuerdo al tratamiento, colocándolas en un horno a 70 °C por 36 horas, monitoreando las muestras cada 24 h para obtener el peso seco total.

Densidad poblacional de *Meloidogyne incognita*.

De cada unidad experimental se extrajo una planta, siendo un total de 28 plantas evaluadas por fecha de muestreo. La bolsa que contenía la planta fue abierta con ayuda de un bisturí, el sustrato eliminado de las raíces, colocado en un recipiente y homogenizado, luego se tomó 100 g de sustrato, el cual se mezcló por 1 minuto en un recipiente con un litro de agua, dejando reposar 30 segundos para sedimentar partículas gruesas, se pasó la mezcla por un tamiz de 60 mesh y posteriormente por uno de 400 mesh, el lodillo acumulado en el tamiz fue colectado con ayuda de un atomizador y colocado en dos tubos de ensayo con capacidad de 50 mL.

Para la extracción de nematodos fue utilizado el método de centrifugación-flotación, las muestras de 50 mL se centrifugaron a 3,000 rpm por tres minutos. Posteriormente, se eliminó el sobrenadante de los tubos de ensayo para agregar la solución azucarada (concentración de 454 g/L) hasta completar 45 mL, procediendo así a homogenizar y luego centrifugar los tubos nuevamente a 3,000 rpm por tres minutos y verter el contenido en un tamiz de 500 mesh. Se colectó en un tubo de ensayo debidamente identificado, el residuo presente en el tamiz con ayuda de un atomizador. Una gota de 100 µL de cada muestra, fue extraída y colocada en un plato petri, realizando cinco repeticiones, se procedió a contabilizar los nematodos por 100 µL utilizando un microscopio.

Número de lesiones en las raíces.

Para cada unidad experimental, los 15, 29, 43 y 78 DDA se tomaron tres fotos por cada sistema radicular sobre un fondo celeste y se procedió a analizar en el programa Assess 2.0 Image analysis software for plant disease quantification, el cual permite calcular porcentaje de área de raíz, longitud, cantidad de lesiones, mediante una fotografía tomada al sistema radicular de cada repetición de los tratamientos.

Diseño experimental.

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con medidas repetidas en el tiempo y se evaluaron siete tratamientos con cuatro repeticiones. El ensayo tuvo 28 unidades experimentales con seis plantas por unidad experimental, para un total de 168 plantas por experimento. Se realizó un análisis de varianza ANDEVA y una separación de medias con una prueba Duncan y un nivel de significancia $P \leq 0.05$.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Densidad poblacional del nematodo nodulador *Meloidogyne incognita*.

Al evaluar la densidad poblacional de *Meloidogyne incognita* por planta 15 días después de aplicación (DDA) no se encontraron diferencia significativa entre los tratamientos ($p = 0.1165$) (Cuadro 2). A los 43 DDA, los tratamientos Galvanize™ Soil y el Testigo presentaron la mayor población de *M. incognita*. Además, Agro-Mos® y Verango® 50 SC disminuyeron el 86% y 78% de la población de *M. incognita* respectivamente, siendo los primeros tratamientos en llevar la densidad poblacional de *M. incognita* por debajo del umbral de daño económico (a los 43 DDA), que de acuerdo con Ravichandra (2014) es de 100 nematodos por cada 100 mL de suelo. Esto se atribuye a que Agro-Mos® crea un ambiente desfavorable para las plagas y enfermedades (Alltech 2016). Cabe recalcar que actualmente no hay estudios de cómo el producto afecta los nematodos. El producto Verango® 50 SC inhibe los receptores de succinato deshidrogenasa en la mitocondria de las células, interfiriendo en los procesos de formación de ATP provocando que el nematodo quede inmóvil hasta que finalmente muere (Rieck y Rist 2014).

A los 78 DDA el testigo mantuvo la mayor población de nematodos ($p \leq 0.0001$), los tratamientos Agro-Mos®, Agro-Mos® + Verango® 50 SC, Galvanize™ Soil y Verango® 50 SC mostraron una disminución de 94, 88, 95 y 95% respectivamente en la población de *M. incognita*, sin haber diferencia significativa entre ellos. La disminución de *M. incognita* causada por Galvanize™ Soil se atribuye a que actúa como inoculante biológico que estimula los microorganismos benéficos del suelo, reduciendo patógenos, mejorando la sanidad a las plantas (Alltech crop science 2018).

Cuadro 2. Densidad poblacional del nematodo nodulador *Meloidogyne incognita* en 100 gramos de suelo para los días 15, 43 y 78 días después de aplicación de los tratamientos, Zamorano, Honduras.

Tratamientos	Densidad poblacional de nematodos en 100 g de suelo			
	5 DAD	15 DDA	43 DDA	78 DDA
Agro-Mos [®]	356	55	50 d [¥]	22.5 c
Galvanize [™] Soil	444	125	220 a	22.5 c
Pazam [®] 13 WP	533	195	140 b	57.5 b
Verango [®] 50 SC	356	100	80 cd	17.5 c
Agro-Mos [®] + Verango [®] 50 SC	267	90	115 bc	32.5 c
Galvanize [™] Soil + Verango [®] 50 SC	356	55	125 bc	57.5 b
Testigo	444	155	240 a	145 a
Probabilidad	0.5242	0.1165	<0.0001	<0.0001
R ²	0.3835	0.48815	0.824741	0.901116
C.V.	40.844	28.7952	13.49792	13.2932

¥: valores con letras distintas en la columna presentan diferencias significativas según la prueba Duncan ($P \leq 0.05$)

DAD: Días antes de aplicación

DDA: Días después de la aplicación

Porcentaje de lesiones en raíces.

Se observó que el Testigo presentó un porcentaje de lesión significativamente mayor desde los 15 DDA hasta los 78 DDA (Cuadro 3). En el periodo de evaluación (15, 29, 43 y 78 DDA) los tratamientos Agro-Mos[®], Galvanize[™] Soil y Galvanize[™] Soil + Verango[®] 50 SC presentaron una mejor protección a las raíces contra el daño causado por *Meloidogyne incognita*, en 41%, 59% y 70% menos de daño con respecto al testigo el cual no presenta diferencias significativas con los tratamientos Agro-Mos[®] + Verango[®] SC, Galvanize[™] Soil Y Galvanize[™] Soil + Verango[®] SC. Esto se atribuye a que el tratamiento Agro-Mos[®] estimula la producción del metabolito fitoalexina que según García y Pérez (2003) se sintetizan en las células sanas adyacentes a las células dañadas; esta resistencia se da cuando las fitoalexinas logran una concentración suficiente para inhibir el desarrollo del patógeno (Agrios 1996).

El tratamiento Galvanize[™] Soil induce la resistencia de las plantas naturalmente para defenderse de bacterias, hongos, nematodos, insectos entre otros. Este mecanismo es conocido como resistencia sistémica adquirida y se caracteriza por activarse en todos los tejidos y no solo en el sitio de infección. La bacteria *Bacillus subtilis* que produce una serie de antibióticos, el más común son lipopéptidos cíclicos no ribosomales que posee capacidad antimicrobiana y antifúngica, mediante un desbalance osmótico causando la muerte celular de los microorganismos fitopatógenos (Villarreal *et al.* 2018).

Cuadro 3. Porcentaje de lesiones de raíz en plantas de banano expuestas a *Meloidogyne incognita*, Zamorano.

Tratamientos	Días después de la aplicación			
	15	29	43	78
Agro-Mos [®]	18.29 c [¥]	17.02 bc	29.64 b	35.67 c
Galvanize [™] Soil	20.60 bc	12.41 c	27.8 b	40.87 bc
Pazam [®] 13 WP	33.97 a	23.09 bc	25.08 bc	50.6 a
Verango [®] 50 SC	32.67 ab	26.42 b	20.02 c	43.71 b
Agro-Mos [®] + Verango [®] SC	23.73 abc	27.25 b	30 b	51.47 a
Galvanize [™] Soil + Verango [®] SC	25.71 abc	19.13 bc	29.55 b	43.68 b
Testigo	34.80 a	42.39 a	38.72 a	55.95 a
Probabilidad	0.0470	0.0161	0.0074	0.0002
R ²	0.5553	0.6184	0.6569	0.7811
C.V.	16.0488	21.0777	9.5997	5.9110

[¥]: valores con letras distintas en la columna presentan diferencias significativas según la prueba Duncan ($P \leq 0.05$)

Peso radicular seco.

Verango[®] 50 SC presentó el mayor peso seco radicular (78 DDA), presentando diferencia significativa en relación a los demás tratamientos (Cuadro 4). Respecto a los inoculantes microbianos del suelo, Galvanize[™] Soil presentó el mayor peso seco, pero no fue diferente significativamente que el peso desarrollado por las raíces de los tratamientos Galvanize[™] Soil + Verango[®] 50 SC, Agro-Mos[®] + Verango[®] 50 SC y Pazam[®] 13 WP. De acuerdo a Chávez *et al.* (2009) Existe una correlación que a medida aumenta la cantidad de nematodos, se reduce el peso de las raíces.

Cuadro 4. Promedio del peso radicular seco (g) de las plantas de banano, como efecto de los tratamientos para el control del nematodo *Meloidogyne incognita*. Zamorano.

Tratamientos	Días después de aplicación	
	78	86
Agro-Mos [®]	2.50 cd [‡]	3.12 cd
Galvanize [™] Soil	2.88 bcd	4.25 b
Pazam [®] 13 WP	2.75 cd	3.75 bc
Verango [®] 50 SC	4.37 a	5.50 a
Agro-Mos [®] + Verango [®] SC	3.25 bc	3.50 bc
Galvanize [™] Soil + Verango [®] SC	3.62 b	4.12 b
Testigo	2.12 d	2.50 d
Probabilidad	0.0002	0.0001
R ²	0.7842	0.7942
C.V.	16.0841	15.3536

[‡]: valores con letras distintas en la columna presentan diferencias significativas según la prueba Duncan ($P \leq 0.05$)

Altura de plantas.

Los resultados para la altura de la planta evaluada a los 92 DDA demuestra que los tratamientos Agro-Mos[®], Galvanize[™] Soil, Pazam[®] 13 WP y Verango[®] 50 SC presentaron plantas más altas significativamente que el resto de los tratamientos (Cuadro 5). Las plantas tratadas con Agro-Mos[®] + Verango[®] 50 SC y Galvanize[™] Soil + Verango[®] 50 SC presentaron menor altura. De acuerdo a Salazar y Guzmán (2013), la densidad poblacional inicial de *Meloidogyne* está relacionada a la altura de planta, obteniendo que al tener una población inicial 600 nematodos / 100 g de suelo representó una reducción del crecimiento de la planta en un 12,37% en comparación a la densidad de 200 nematodos / 100 g de suelo.

Cuadro 5. Altura promedio de plantas de banano a los 92 días después de aplicación de los tratamientos, para control del nematodo *Meloidogyne incognita*, Zamorano, Honduras 2019.

Tratamientos	Altura de planta (cm)
Agro-Mos [®]	53.00 a [‡]
Galvanize [™] Soil	49.50 a
Pazam [®] 13 WP	50.00 a
Verango [®] 50 SC	50.25 a
Agro-Mos [®] + Verango [®] SC	38.25 c
Galvanize [™] Soil + Verango [®] SC	39.00 bc
Testigo	43.60 b
Probabilidad	<0.0001
R ²	0.8124
C.V.	7.3502

[‡]: valores con letras distintas en la columna presentan diferencias significativas según la prueba Duncan ($P \leq 0.05$)

4. CONCLUSIONES

- Agro-Mos[®] presentó una reducción en la población del nematodo nodulador *Meloidogyne incognita* respecto a los inoculantes microbianos del suelo Galvanize[™] Soil y Pazam[®] 13 WP (43 DDA), además, Galvanize[™] Soil a los 78 DDA presentó la misma disminución poblacional de *M. incognita* respecto a Agro-Mos[®].
- El inoculante microbiano de suelo Agro-Mos[®] redujo la población de nematodos en la misma cantidad que el producto químico Verango[®] 50 SC y mantuvo su efectividad a lo largo del tiempo.
- En el periodo de evaluación los tratamientos Agro-Mos[®], Galvanize[™] Soil y Galvanize[™] Soil + Verango[®] 50 SC presentaron menos lesiones en las raíces comparado al inoculante microbiano Pazam[®] 13 WP.

5. RECOMENDACIONES

- Evaluar la cantidad de hojas y el grosor del tallo por tratamiento.
- Realizar un estudio a nivel de campo para observar la duración del efecto de los productos evaluados.
- Utilizar los mismos productos empleados en esta investigación para evaluar el efecto sobre el nematodo *Radopholus subtilis*.

6. LITERATURA CITADA

Agrios G. 1996. Fitopatología. 2ª ed. México: Limusa. ISBN: 9789681851842.

Alltech. 2016. Las soluciones naturales estimulan la resistencia de las plantas y ayudan a reemplazar los nutrientes. [consultado el 22 de ago. de 2019]. <http://www.alltechcropscience.com/pt/news/solu%C3%A7%C3%B5es-naturais-estimulam-resist%C3%A2ncia-das-plantas-e-auxiliam-na-reposi%C3%A7%C3%A3o-de-nutrientes>.

Alltech crop science. 2017. Galvanize Soil: Fichas de datos de seguridad. USA; [consultado el 23 de ago. de 2019]. <http://www.alltechcropscience.com/en/products/protection/galvanize-soil>.

Alltech crop science. 2018. Galvanize Soil. <https://www.alltech.com/blog?filter%5B0%5D=1016&filter%5B1%5D=1336&filter%5B2%5D=1341&filter%5B3%5D=1346&filter%5B4%5D=1351&filter%5B5%5D=1356&filter%5B6%5D=1361&filter%5B7%5D=1366&filter%5B8%5D=1371&filter%5B9%5D=1376&filter%5B10%5D=1616&filter%5B11%5D=1606>.

Arias P, Dankers C, Liu P, Pilkauskas P, editores. 2004. La economía mundial del banano 1985-2002. Roma: FAO. 91 p. ISBN: 92-5-305057-8.

Casillas J, Londoño J, Guerrero H, Buitrago L. 1986. Análisis cuantitativo de la aplicación de cuatro bioestimulantes en el cultivo del rábano (*Raphanus sativus* L.). *Revistas.Unal.edu.co*. 36(2):186. https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/14730/15551.

Castillo G, Gregorí B, Michelena G, Diaz E, Delgado G, Montano R, Cejas G, Gálvez L. 2007. Bioproductos para la agricultura: surgimiento y desarrollo en el ICIDCA: Instituto cubano de investigaciones de los derivados de la caña de azúcar. *ICIDCA*. 41(3):46. <https://www.redalyc.org/pdf/2231/223120666006.pdf>.

Chávez C, Solórzano F, Araya M. 2009. Relación entre nematodos y la productividad del banano (*Musa AAA*) en Ecuador. *Agronomía Mesoamericana*. 20(2):351–360. http://www.mag.go.cr/rev_meso/v20n2_351.pdf.

- Coto J. 2009. Guía para la multiplicación rápida de cormos de plátano y banano. La Lima, Cortés, Honduras: Fundación Hondureña de Investigación Agrícola. http://v2.fhia.info/downloads/proteccion_veg_pdfs/multiplicacion_rapida_de_cormos_de_platano_y_banano.pdf.
- DANE. 2016. Enfermedades y plagas del plátano (*Musa paradisiaca*) y el banano (*Musa acuminata*; *M. sapientum*) en Colombia. Boletín mensual insumos y factores asociados a la producción agropecuaria. 15. https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/Bol_Insumos_sep_2016.pdf.
- FAO, Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura. 2019. FAOSTAT-base de datos cultivos. [actualizado el 18 de ene. de 2019; consultado el 21 de ago. de 2019]. <http://www.fao.org/faostat/es/>.
- Fernández G, Cerna L, Chico J. 2016. Eficacia de *Paecilomyces lilacinus* en el control de *Meloidogyne incognita* que ataca al cultivo de *Capsicum annuum*, “pimiento piquillo”. Fitosanidad. 20(3):109–119. <http://www.redalyc.org/pdf/2091/209155121001.pdf>.
- García R, Pérez R. 2003. Fitoalexinas: mecanismo de defensa de las plantas. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente. 9(1):66–99. https://www.academia.edu/4721231/FITOALEXINAS_MECANISMO_DE_DEFENSA_DE_LAS_PLANTAS_PHYTOALEXINS_A_PLANT_DEFENSE_MECHANISM.
- González C, Aristizábal M. 2014. Evaluación de un producto nematocida sobre nematodos fitoparásitos del plátano Dominico Hartón (*Musa AAB*). Acta agron. 63(1):71–79. https://www.researchgate.net/publication/280767210_Evaluacion_de_un_producto_nematocida_sobre_nematodos_fitoparasitos_del_platano_Dominico_Harton_Musa_AAB. doi:10.15446/acag.v63n1.32321.
- Hernández D, Arias Y, Gómez L, Poeira B, Miranda I, Rodríguez M. 2012. Elementos del ciclo de vida de población cubana de *Meloidogyne incognita* (Kofoid y White) Chitwood en *Solanum lycopersicum* L. Revista de protección vegetal. 27(3). http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1010-27522012000300008&script=sci_arttext&tlng=en.
- Lezaun J. 2016. Nematodos fitoparásitos. Croplife Latin America. <https://www.croplifela.org/es/plagas/listado-de-plagas/nematodos-fitoparasitos>.
- Polanco Puerta MF, Gómez-Posada S, Padilla-Osorio JC. 2018. Evaluación de la resistencia de un híbrido F1 de *Solanum quitoense* Lam. a *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée) y *Meloidogyne incognita*. CTA. 19(2). doi:10.21930/rcta.vol19_num2_art:520.
- Ravichandra NG. 2014. Horticultural Nematology. New Delhi: Springer India; Imprint; Springer. 1 online resource (XXV, 412. ISBN: 978-81-322-1840-1.

- Rieck H, Rist M. 2014. Revolution from the ground up. Bayer Research 27. Costa Rica: Bayer cropscience. <https://www.research.bayer.com/en/revolution-from-the-ground-up.aspx>.
- Salazar W, Guzmán T. 2013. Efecto de poblaciones de *Meloidogyne* sp. En el desarrollo y rendimiento del tomate. *Agronomía Mesoamericana*. 24(2):419–426. <https://www.redalyc.org/pdf/437/43729228018.pdf>.
- Villarreal M, Villa E, Cira L, Estrada M, Parra F, Villalobos S. 2018. El género *Bacillus* como agente de control biológico y sus implicaciones en la bioseguridad agrícola. *Revista mexicana de fitopatología*. 36(1). http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-33092018000100095&lng=es&nrm=iso&tlng=es.