

## Hongos endofíticos como promotores de crecimiento en plantaciones de banano

Breno Augusto Sosa Rodríguez\*, Yuly Samanta García Vivas.

Universidad Nacional Autónoma de Honduras, Departamento de Suelos, La Ceiba, Atlántida, Honduras.  
\*Correo electrónico: breno.sosa@unah.edu.hn

### RESUMEN

Los hongos endofíticos producen metabolitos bioactivos que activan las defensas de plantas hospederas. Son una alternativa más limpia al uso de nematicidas, sin embargo, existe limitada información de su accionar como promotor de crecimiento en condiciones de campo. Se evaluó el efecto de cuatro hongos endofíticos sobre el crecimiento de plantas de banano. Se formularon seis tratamientos: dos cepas de *Trichoderma atroviride* provenientes de Guatemala (T1) y Costa Rica (T2) y; dos cepas de *Fusarium oxysporum* provenientes de Talamanca (T3) y Sixaola en Costa Rica (T4), un testigo químico (T5) con uso de nematicidas y un testigo absoluto (T6). El ensayo se estableció en un diseño completamente al azar con cinco mediciones en el tiempo. Las plantas utilizadas en la siembra fueron del clon "Valery y Williams". Cada 15 días se evaluaron las variables altura de planta, circunferencia del pseudotallo y emisión foliar en condiciones de campo y, en el sistema radical, peso funcional y muerto, longitud y volumen, índice de severidad causado por fitonematodos y porcentaje necrótico en condiciones de laboratorio. Las plantas protegidas con los hongos endofíticos tuvieron un crecimiento significativamente superior que las del testigo químico, reflejado en mayor altura (13,62 %), circunferencia de pseudotallo (10,75 %), emisión foliar (4,87 %), longitud (8,12 %) y volumen (9,37 %) de raíces. En la sanidad del sistema radical se vio expresado en mayor peso funcional (8,12 %), menor peso muerto (-13,0 %), mayor índice de severidad (19,5 %) y menor porcentaje necrótico (-5 %). El T1 y T4 promovieron las mejores respuestas en las plantas.

**Palabras clave:** musáceas, *Fusarium oxysporum*, *Trichoderma atroviride*

## Endophytic fungi as growth promoters in banana plantations

### ABSTRACT

Endophytic fungi produce bioactive metabolites that activate the defenses of host plants. They are a cleaner alternative to the use of nematicides, however, there is limited information on their actions as promoters of growth in field conditions. The effect of four endophytic fungi on the growth of banana plants was evaluated. Six treatments were formulated: two strains of *Trichoderma atroviride* from Guatemala (T1) and Costa Rica (T2) and; two strains of *Fusarium oxysporum* from Talamanca (T3) and Sixaola in Costa Rica (T4), a chemical control (T5) with the use of nematicides and an absolute control (T6). The trial was established in a completely randomized design with five measurements over time. The plants used in the planting were of the clone "Valery y Williams". The variables plant height, pseudostem circumference and leaf emission were evaluated every 15 days under field conditions and, in the root system, functional and dead weight, length and volume, index of severity caused by phytonematodes and necrotic percentage in laboratory conditions. The plants protected with the endophytic fungi had a significantly higher growth than those of the chemical control, reflected in higher height (13.62 %), pseudostem circumference (10.75 %), leaf emission (4.87 %), length (8.12 %) and volume (9.37 %) of roots. In the health of the radical system was expressed in greater functional weight (8.12 %), lower deadweight (-13.0 %), higher severity index (19.5 %) and lower necrotic percentage (-5 %). The T1 and T4 promoted the best responses in the plants.

**Key words:** musaceae, *Fusarium oxysporum*, *Trichoderma atroviride*

Recibido: 06/07/18    Aprobado: 06/11/18

## INTRODUCCIÓN

El banano se establece en más de 120 países, constituyendo un alimento importante en la dieta básica de 400 millones de personas y una fuente de ingresos económicos para países en desarrollo como Latinoamérica y Caribe (Aurore *et al.* 2009). Ésta región exportó 14 millones de toneladas en 2015, lo que representó el 83 % a nivel mundial (FAO 2018). Son múltiples los beneficios económicos y sociales países en desarrollo, sin embargo, las producciones han sido mermadas por problemas fitoparasitarios, entre las cuales, las más importantes son las Sigatokas que afectan el follaje y, los fitonematodos dañan el cormo y las raíces.

En el ámbito mundial las pérdidas productivas ocasionadas por fitonematodos en el cultivo de banano ascienden a cien billones de dólares al año, lo que equivale entre 10 y 50 % del total (Rivera 1999; Benzing 2001). En la mayoría de las plantaciones en Latinoamérica, *Radopholus similis* es el nematodo endoparásito migratorio de mayor importancia, por su daño, ocasionando pérdidas de 20 hasta 100 % (Guzmán, 2011).

El manejo convencional de fitonematodos en banano se basa en dos a tres aplicaciones de nematicidas y el costo del control oscila entre USD 350 y 500 por hectárea por año (Pocasangre *et al.* 2006). Además de lo costoso, es contaminante, por el uso de los agroquímicos más tóxicos del mercado. La eficacia del manejo puede ser seriamente reducida por varias razones: mala aplicación del producto, condiciones climáticas desfavorables, lavado por escorrentía y principalmente por biodegradación de microorganismos del suelo, que son capaces de desdoblar el principio activo.

La contaminación ambiental generada en el cultivo de banano ha obligado al desarrollo de estrategias de manejo biológico y cultural, que permitan la disminución de los daños ocasionados (Montiel *et al.* 1997). En países como Alemania, Costa Rica, Uganda y Nigeria se ha demostrado que hongos endofíticos presentes en el tejido interno de raíces de banano y plátano pueden ser

utilizados como agentes biológicos de control de fitonematodos (Pocasangre *et al.* 2006).

En la relación entre los hongos endofíticos y su planta hospedera, ambos organismos estimulan cambios metabolitos en cada uno. El hongo produce exoenzimas y metabolitos fitotóxicos, mientras que la planta produce defensas, tanto mecánicas como bioquímicas (Schulz y Boyle 2005; Sánchez *et al.* 2013). En consecuencia, se establece una relación de antagonismo balanceado, que depende de la virulencia del hongo y de las defensas de la planta, las cuales varían y son influenciadas por los factores ambientales y por la etapa de desarrollo de ambos organismos.

Reducciones hasta del 90 % de la población final de *R. similis* en el sistema radical y mayor crecimiento radical en banano, se han registrado en plantas protegidas con hongos endofíticos en experimentos repetidos en el tiempo bajo condiciones controladas (Pocasangre 2003; Romero 2018). El objetivo del trabajo fue evaluar la acción natural de hongos endofíticos sobre la promoción de crecimiento en plantaciones comerciales de banano en condiciones de campo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Caracterización del área experimental

La presente investigación se realizó en dos fincas comerciales en la provincia de Limón, propiedad de la Corporación de Desarrollo Agrícola Del Monte (división BANDECO), en Costa Rica (Cuadro 1). Las zonas donde se instalaron los ensayos presentan condiciones anuales similares con respecto a temperatura, precipitación y humedad relativa, con rangos que oscilan entre los 25-26 °C, 3.844 - 3.929 mm y 83-84 %, respectivamente.

### Descripción del ensayo experimental

Se establecieron seis tratamientos bajo el diseño completamente al azar: cuatro con hongos endofíticos, un testigo comercial y uno absoluto. Los aislados endofíticos correspondientes a cepas de *Trichoderma atroviride* de suelos supresivos de Guatemala (T1) y Sixaola en Costa

Cuadro 1. Ubicación y condiciones de las fincas, donde se evaluó el efecto de cuatro hongos endofíticos sobre el crecimiento de plantas de banano. Provincia de Limón, Costa Rica. Año: 2005.

Finca	Ubicación	Producción (ha)	Altitud (m.s.n.m.)	Suelo
CARMEN-2	Cantón de Siquirres, al Este del río Reventazón.	448	18	Con predominio de clasificación IV y III. Textura arcillosa.
DUACARI-2	Cantón de Guásimo, al Oeste del río Reventazón.	211	34	Con clasificación II y III. Textura arcillosa.

Rica (T2); los dos restantes de *Fusarium oxysporum* de Talamanca (T3) y Sixaola en Costa Rica (T4); el testigo comercial (T5) consistió en la aplicación de 23.3 g.planta<sup>-1</sup> Nema-cur 15 G, 15 días después de la siembra en campo; y, el testigo absoluto (T6) contituido por plantas no protegidas con hongos endofíticos ni con nematocidas.

Para el establecimiento del ensayo en campo se siguieron los siguientes pasos:

Los aislados fueron conservados en incubadoras a 24 °C y; su reproducción y producción de inóculo se realizó mediante el protocolo siguiente: los hongos endofíticos se dejaron crecer en el medio de cultivo PDA al 100 %, colocado sobre platos Petri durante una o dos semanas. Posteriormente, bajo condiciones asépticas, se removieron las esporas agregando 25 ml de agua estéril sobre el plato; luego, se hizo un rayado con una espátula de tres cm de ancho y bordes redondeados para facilitar el raspado del micelio. La solución que resultó se filtró por medio de gasas y se decantó en un beaker de 250 ml para obtener la suspensión de esporas. De cada suspensión se realizaron conteos por medio de un hematocímetro de Neubauer para medir la concentración, y se ajustó a una concentración de 10<sup>6</sup>ufc/ml.

Se inocularon 13.000 vitro-plantas de banano del sub grupo Cavendish, clon “Valery y Williams” en bandejas con los aislados de hongos endofíticos. Para esto, por un tiempo de cinco minutos, las vitro-plantas se sumergieron en suspensiones de esporas que representaron cada tratamiento. Luego se trasladaron al invernadero para ser trasplantadas en bolsas de polietileno. Entre seis y ocho semanas después en fase de endurecimiento en el vivero, se realizó la siembra definitiva en el campo.

Las plantas se sembraron las plantas con un distanciamiento de 2,5 m x 2,16 m bajo el sistema de tres bolillo a una densidad de 1.850 plantas ha<sup>-1</sup>. Cada tratamiento se distribuyó de manera aleatoria en parcelas de 0,27 ha (500 plantas), para un área experimental total de 1,62 ha.

#### Variables evaluadas

Se realizaron cinco muestreos, cada 15 días partiendo del segundo mes después de la siembra, en cada tratamiento se seleccionaron 25 plantas para medir las variables morfológicas: la altura de planta - AP (m) desde la base del pseudotallo hasta la inserción de la hoja bandera, la circunferencia de pseudotallo – CP (m) a una altura de 15 cm desde su base y para la emisión foliar – EF se contaron todas las hojas en el primer muestreo, incluyendo la bandera, la cual, fue enumerada conforme el despliegue bajo una

escala de 0,2 (cuando presentó una forma de cuello de cisne) hasta 0,8 (donde se observa el 90 % del tejido desplegado).

De las 25 plantas seleccionadas por tratamiento, se eligieron cuatro al azar para las variables del sistema radical, peso funcional – RF y muerto– RM (g), la longitud – LR (m) y volumen – VR (cm<sup>3</sup>), ésta última fue analizada mediante el software WinRIZHO©, donde cada órgano se escaneo lo más extendidamente posible en bandejas de 15x25 cm, el índice de severidad – IS consistió en determinar la condición sanitaria y se dividieron en cuatro categorías; 1= Todas vivas, 2= La mayoría vivas, 3= La mayoría muertas y 4= Todas muertas y, para el porcentaje de raíz necrótica– PRN se seleccionaron al azar cinco raíces primarias funcionales de 10 cm de largo, las cuales fueron cortadas longitudinalmente midiendo el porcentaje de corteza radical con necrosis, valorando cada órgano con 20 % para un total de 100.

### Análisis de datos

Para registrar el efecto de los tratamientos endofíticos, se consideró el T5 como punto de partida (0 %) en las variables de respuesta; al encontrar valores positivos en el resto de los tratamientos, se valoran como mayor crecimiento/sanidad, mientras que valores negativos significa un

decrecimiento. Por regla de tres se obtuvieron los porcentajes visualizados a la par de los valores numéricos en las variables.

Los datos de cada variable se analizaron por medio de un análisis de varianza ( $P \leq 0.05$ ) y prueba de rangos múltiples de Duncan mediante el uso del software SAS versión 9.1.3 (2006).

## RESULTADOS

Para las variables de crecimiento en la finca CARMEN-2 se encontraron diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ), a excepción de LR, donde los valores oscilaron entre 8,65 a 10,24 (Cuadro 2). Las plantas tratadas con los hongos endofíticos crecieron más en AP (29,2 %), CP (20,2 %), EF (17,7 %), LR (13,2 %) y VR (15,5 %) que las del testigo comercial, registrando que el T1 *Trichoderma atroviride* promovió los mayores efectos, a excepción del crecimiento radical en base al volumen, donde T4 (28 %) estimulo mejor respuesta.

En cuanto a las variables del sistema radical, se encontraron diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) entre tratamientos para raíz funcional y muerta (Cuadro 3), pero no significativo para IS y PRN. El peso funcional de las raíces en plantas inoculadas con los aislados registraron valores muy superiores (22 a 47 %) en comparación al

Cuadro 2. Efecto de hongos endofíticos sobre el crecimiento en plantas de banano en la finca Carmen-2.

Variables*	T1***	T2	T3	T4	T5	T6
A.P. (m)	0,60 a (39%)	0,50 b (16%)	0,56 a (30%)	0,57 a (32%)	0,43 c	0,49 b (13%)
C.P.(m)	0,21 a (31%)	0,17 b (6%)	0,19 a (19%)	0,20 a (25%)	0,16 b	0,17 b (6%)
E.F. (No, hojas)	9,6 a (23%)	8,26 b (6%)	9,48 a (21%)	9,41 a (21%)	7,79 c	8,38 b (8%)
L.R. (m)	10,24 a (18%)	9,08 a (5%)	9,79 a (13%)	10,13 a (17%)	8,65 a	8,68 a (0%)
V.R. (cm <sup>3</sup> )	130,5 ab (9%)	126,7 ab (6%)	143,0 ab (19%)	153,1 a (28%)	119,7 b	134,1 ab (12%)

\*Medias seguidas de la misma letra en cada fila no difieren entre sí, según la prueba de Duncan ( $P < 0,05$ ). Valores entre paréntesis son calculados sobre el valor referencial del testigo químico.

\*\* AP= Altura planta, CP= Circunferencia pseudotallo, EF= Emisión foliar, LR= Longitud raíz, VR= Volumen raíz.

\*\*\* T1= *Trichoderma* - Guatemala, T2= *Trichoderma* – Costa Rica, T3= *Fusarium* – Talamanca, C.R., T4= *Fusarium* – Sixaola, C.R., T5= Testigo comercial (nematicida), T6= Testigo absoluto.

testigo químico, siendo en T1 y T4 los mayores valores observados. Además, en estos mismos tratamientos T1 (-6 %) y T4 (-8 %) se registraron los menores porcentajes de biomasa muerta. Según estos resultados, una única inoculación con hongos endofíticos promueve una mayor sanidad al sistema y brinda una alternativa confiable para sustituir las aplicaciones de agroquímicos en el control de fitonematodos.

En la finca DUACARI-2, las variables morfológicas de crecimiento de la planta presentaron diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ) entre tratamientos, con excepción en LR, donde los promedios oscilaron entre 9,71 y 10,84 m (Cuadro 4). De igual manera que en la finca CARMEN-2, el aislado *T. atroviride* T1 promovió mayor crecimiento en las plantas, expresado en AP (14 %), CP (15 %), EF (4 %) y VR (19 %) que las manejadas en ambos testigos. Sin embargo, las plantas con manejo químico crecieron más en altura, circunferencia y emisión foliar, que las inoculadas con los demás aislados (T2, T3 y T4).

Las variables asociadas a la sanidad del sistema radical presentaron diferencia significativa ( $P \leq 0,05$ ) entre tratamientos, a excepción del peso muerto (Cuadro 5). La única inoculación que propició una condición sanitaria (peso funcional) más elevada en las raíces que las del testigo químico fue *T. atroviride* T1. De igual manera, este mismo aislado protegió mejor la

planta al permitir menor índice de severidad (-13 %) y daño necrótico (-9 %) en las raíces.

## DISCUSION

En las dos fincas se registró el efecto de los hongos endofíticos sobre el crecimiento de plantas, los aislados *T. atroviride* T1 y *F. oxysporum* T4 fueron los mejores en este sentido. Puede atribuirse por el estímulo directo en el crecimiento de biomasa radical y solubilización de nutrientes, e indirecto por el biocontrol ejercido sobre fitonematodos, permitiendo una mayor eficiencia del sistema radical en la exploración y absorción de nutrientes (Sikora y Pocasangre 2004).

La sanidad del sistema radical también fue afectada positivamente en las plantas de banano inoculadas con los hongos endofíticos, principalmente por T1 y T4 en ambas fincas. Morales (2014) ha registrado que estos microorganismos poseen la capacidad para reducir significativamente las poblaciones de fitonematodos, principalmente *R. similis*. Se ha observado también que los hongos tienen la capacidad de proteger la planta hospedera por medio de: 1) enzimas y metabolitos secundarios con actividad anti-patogeno, 2) incremento de la expresión de mecanismos de defensa y 3) ocupación del nicho ecológico (Gao *et al*, 2010).

Cuadro 3. Efecto de hongos endofíticos sobre la sanidad del sistema radicular del banano en la finca Carmen-2.

Variables**	T1	T2	T3	T4	T5	T6
R.F. (g)	249,2 a (43%)	212,2 b (22%)	239,6 a (37%)	257,2 a (47%)	174,7 c	248,8 a (42%)
R.M. (g)	5,33 b (-6%)	5,89 ab (3%)	6,07 ab (7%)	5,25 b (-8%)	5,69 ab	6,37 a (12%)
I.S.	1,50 a (-3%)	1,75 a (13%)	1,85 a (19%)	1,50 a (-3%)	1,55 a	1,80 a (16%)
P.R.N.	10,45 a (-2%)	10,85 a (2%)	10,75 a (1%)	10,30 a (-3%)	10,65 a	11,70 a (0%)

\*Medias seguidas de la misma letra en cada fila no difieren entre sí, según la prueba de Duncan ( $p < 0,05$ ). Valores entre paréntesis son calculados sobre el valor referencial del testigo químico.

\*\* **RF**= Peso funcional, **RM**= Peso muerto, **IS**= Índice de severidad, **PRN**= Porcentaje de raíz necrótica

\*\*\* T1= *Trichoderma* - Guatemala, T2= *Trichoderma* - Costa Rica, T3= *Fusarium* - Talamanca, C.R., T4= *Fusarium* - Sixaola, C.R., T5= Testigo comercial (nematicida), T6= Testigo absoluto.

Cuadro 4. Efecto de hongos endofíticos sobre el crecimiento en plantas de banano en la finca Duacari-2.

Variables*	T1	T2	T3	T4	T5	T6
<b>A.P. (m)</b>	0,74 a (14%)	0,61 d (-6%)	0,64 bc (-2%)	0,60 d (-8%)	0,65 bc	0,68 b (5%)
<b>C.P.(m)</b>	0,23 a (15%)	0,19 c (-5%)	0,20 c (0%)	0,19 c (-5%)	0,20 bc	0,22 b (10%)
<b>E.F. (No. hojas)</b>	9,17 a (4%)	8,38 c (-5%)	8,67 bc (-2%)	8,38 c (-5%)	8,80 b	8,70 bc (-1%)
<b>L.R. (m)</b>	10,84 a (7%)	9,81 a (-3%)	10,39 a (3%)	9,71 a (-4%)	10,09 a	10,09 a (0%)
<b>V.R. (cm<sup>3</sup>)</b>	199,8 a (19%)	137,9 c (-18%)	191,2 ab (13%)	153,6 abc (9%)	168,4 abc	143,6 bc (-15%)

\*Medias seguidas de la misma letra en cada fila no difieren entre sí, según la prueba de Duncan ( $p < 0,05$ ). Valores entre paréntesis son calculados sobre el valor referencial del testigo químico.

\*\* **AP**= Altura planta, **CP**= Circunferencia pseudotallo, **EM**= Emisión foliar, **LR**= Longitud raíz, **VR**= Volumen raíz.

\*\*\* T1= *Trichoderma* - Guatemala, T2= *Trichoderma* - Costa Rica, T3= *Fusarium* - Talamanca, C.R., T4= *Fusarium* - Sixaola, C.R., T5= Testigo comercial (nematicida), T6= Testigo absoluto.

Cuadro 5. Efecto de hongos endofíticos sobre la sanidad del sistema radicular del banano en la finca Duacari-2.

Variables*	T1	T2	T3	T4	T5	T6
<b>R.F. (g)</b>	224,2 a (10%)	181,9 b (-11%)	195,8 ab (-4%)	172,0 b (-16%)	204,2 ab	182,3 b (-11%)
<b>R.M. (g)</b>	5,81 a (-12%)	6,23 a (-6%)	6,47 a (-2%)	6,49 a (-2%)	6,63 a	6,97 a (1%)
<b>I.S.</b>	1,30 c (-13%)	1,80 a (20%)	1,70 ab (13%)	1,40 bc (-7%)	1,5 abc	1,80 a (20%)
<b>P.R.N.</b>	10,00 a (-9%)	11,10 a (1%)	11,45 a (4%)	10,75 a (-2%)	11,00 a	11,95 a (9%)

\*Medias seguidas de la misma letra en cada fila no difieren entre sí, según la prueba de Duncan ( $P < 0,05$ ).

Valores entre paréntesis son calculados sobre el valor referencial del testigo químico.

\*\* **RF**= Peso funcional, **RM**= Peso muerto, **IS**= Índice de severidad, **PRN**= Porcentaje de raíz necrótica.

\*\*\* T1= *Trichoderma* - Guatemala, T2= *Trichoderma* - Costa Rica, T3= *Fusarium* - Talamanca, C.R., T4= *Fusarium* - Sixaola, C.R., T5= Testigo comercial (nematicida), T6= Testigo absoluto.

Clay *et al.* 1985 y Pocasangre *et al.* 2001 sostienen que algunos aislados endofíticos realizan infecciones en las raíces para estimular su crecimiento y producir rizodeposiciones con efectos alelopáticos sobre plagas del suelo. Hernández *et al.* (2016) registraron que vitroplantas de plátanos y bananos crecieron significativamente en la parte vegetativa y radical al ser protegidas con el hongo endófito *Pochonia chlamydosporia* var. *Catenulata* (Goddard) Zare y Gams cepa IMI SD 187 (KlamiC®).

## CONCLUSIONES

En ambas fincas, la inoculación con *Trichoderma atroviride* y *Fusarium oxysporum* estimularon más el crecimiento y sanidad en las plantas de banano en comparación a las del testigo químico.

Los aislados *Trichoderma atroviride* proveniente de Guatemala (T1) y *Fusarium oxysporum* proveniente de Sixaola, Costa Rica (T4), ocasionaron las mejores respuestas en crecimiento y sanidad en las plantas de banano, reflejadas en

altura de planta, circunferencia de pseudotallo, emisión foliar y peso funcional de raíz.

### AGRADECIMIENTOS

Al personal del CATIE, programa INIBAP y Corporación de Desarrollo Agrícola Del Monte (división BANDECO) por el apoyo económico y logístico brindado. A los doctores Luis E. Pocasangre y Roy D. Menjivar por su invaluable orientación y apoyo durante la investigación.

### LITERATURA CITADA

- Aurore, G., Parfait, B., Fahrasmane, L. 2009. Bananas, raw material for making processed food product. *Trend in Food Science & Technology* 20:78-91.
- Benzing, A. 2001. *Agricultura Orgánica, Fundamentos para la Región Andina*, Alemania, Neckar-Verlag, 663 p.
- Clay, K; Hardy, TN; Hammond, AM. 1985. Fungal endophytes of *Cyperus* and their effect on an insect herbivore. *American journal of Botany* 72:1284-1289.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Italia). 2018. Situación del mercado de banano – resultados preliminares relativos a 2017, Roma. 8 p.
- Gao, F.-k., Dai, C.-C., & Liu, X.-Z. (2010). Mechanisms of fungal endophytes in plant protection against pathogens. *African Journal of Microbiology Research* 4(13):1346-1351.
- Guzmán, P. Ó. A. (2011). El nematodo barrenador (*Radopholus similis* [Cobb] Thorne) del banano y plátano. *Revista Luna Azul*, (33).
- Miguel, A. H. S., Jersys, A. O., Marrero, R., Hidalgo, D. L. 2016. Efecto de KlamiC® en la estimulación del crecimiento de vitroplantas de plátanos y bananos. *Cultrop*. vol. 37 no.4. La Habana.
- Montiel, C; Sosa, L; Medrano, C; Romero, D. 1997. Nematodos fitoparasitarios en plantaciones de plantano (*Musa* AAB) de la margen del río Chana, estado Zulia, Venezuela, Departamento Fitoparasitario, Facultad de Agronomía, Universidad de Zulia, Venezuela. 245-251 p.
- Morales, G. 2014. Bioprospección de hongos endófitos para el control biológico del nematodo barrenador *Radopholus similis* (Cobb) Thorne en el cultivo del banano. tesis maestría. instituto tecnologico de costa rica. pp 54.
- Pocasangre, L; Sikora, RA; Araya M. 2001. Estado actual de la situación nematológica en los bananos y plátanos en América Latina, PROMUSA, InfoMusa. 10:1-12.
- Pocasangre, LE; Menjivar, RD; Zum Felde, A; Riveros, AS; Rosales, FE; Sikora, RA; 2006. Hongos endofíticos como agentes biológicos de control de fitonematodos en banano. Memorias: XVII Reunión Internacional Acorbat: banano un negocio sustentable, del 15 al 20 de octubre de 2006, Joinville, Santa Catarina, Brasil, Joinville, Acorbat: Acafruta, 2006, 1:249-254.
- Romero, R. J. M. 2018. Uso de hongos del género *Trichoderma* spp. como controlador de nematodos en el cultivo de banano. Tesis pregrado. Universidad Técnica de Machala, Machala, Ecuador. pp 26.
- Sánchez, F. R. E., Sánchez, O. B. L., Sandoval, E. Y. K. M., Ulloa, B. Á., Armendáriz, G. B., García, M. M. C., & Macías, R. M. L. 2013. Hongos endófitos: fuente potencial de metabolitos secundarios bioactivos con utilidad en agricultura y medicina. *TIP Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, 16(2), 132-146.
- Schulz, B; Boyle, C. 2005. The endophytic continuum. *ELSEVIER. Mycological Research* 109(6):661-686.
- Sikora, R. A., Pocasangre, L. E. 2004. New Technologies to increase root health and crop production. *InfoMusa* 13(2):25-29.