

Efecto de la aplicación de microorganismos eficientes en la producción de *Musa paradisiaca* variedad valery

Yamila Lazo¹, Arliet Morales Moreno², Darwin Geovanny Guanolisa Olivo², Tatiana Elizabeth Olalla Valencia¹, Yasiel Arteaga Crespo³, Yudel García Quintana³

¹ Universidad Estatal Amazónica Carrera de Biología

² Investigador Independiente

³ Universidad Estatal Amazónica Carrera de Forestal

ylazo@uea.edu.ec

Resumen

La producción bananera contribuye significativamente con el sector agropecuario ecuatoriano, la cual requiere de alternativas que propicien un manejo eficiente de los nematodos que afectan su productividad. Esta investigación se realizó en la Hacienda Beata, cantón Babahoyo, provincia Los Ríos reconocida por su elevada producción bananera. Con el propósito de evaluar el efecto de la aplicación de microorganismos eficientes en la producción de *Musa paradisiaca* var. *valery*, se realizó un diseño completamente aleatorizado con dos tratamientos: T0 que correspondió a la parcela testigo con manejo tradicional de la finca y T1 con aplicación de bioproductos del Programa Suelo Sano-Cultivo Sano (SS-CS) con una dosis de 1L de Bacthon + 300g de Tricho-D + 100g de Micosplag con una frecuencia cada 16 semanas con 100% de fertilización mineral. Se determinó la población de nematodos, peso de la raíz, número de raíces sanas y la altura del hijuelo. Las poblaciones de *Radopholus similis* y *Helicotylenchus multicinctus* disminuyeron significativamente en comparación con el testigo. El género *R. similis* mostró una mayor población durante el período evaluado, lo que demostró su elevada actividad en las raíces de banano. El peso de las raíces fue cercano a 250g, duplicando el valor en las parcelas testigo. La altura del hijuelo se superó en 0,5m a los del testigo. Estos resultados demostraron la efectividad de la aplicación de los microorganismos benéficos al suelo.

Palabras clave: bioproductos, producción, nematodos, banano.

Abstract

Banana production contributes significantly to the Ecuadorian agricultural sector, which requires alternatives that promote an efficient management of nematodes that affect their productivity. This research was carried out in the Beata farming, Babahoyo canton, Los Ríos province, recognized for its high

banana production with the purpose of evaluating the effect of the application of efficient microorganisms in the production of *Musa paradisiaca* var. *valery*. A completely randomized design was carried out with two treatments (T0) that corresponded to the control plot with traditional management of the farm and (T1) with application of bioproducts of the Healthy Soil-Healthy Cultivation Program (SS-CS) with a dose of 1L of Bacthon + 300g of Tricho-D + 100g of Micosplag with a frequency every 16 weeks with 100% mineral fertilization. The population of nematodes, root weight, number of healthy roots and the height of the son were determined. The populations of *R. similis* and *H. multincinctus* decreased significantly compared to the control. The genus *R. similis* showed a greater population during the period evaluated, which showed its high activity in banana roots. The weight of the roots was close to 250g, doubling the value of the control plots. The height of the son reached increments of 0.5m in relation to the standard. These results demonstrated the effectiveness of the application of beneficial microorganisms to the soil.

Keywords: bioproducts, production, nematodes, banana.

Introducción

Ecuador es un país donde la agricultura resulta uno de los ejes principales sobre el que se sustenta el desarrollo tanto en el ámbito económico como de seguridad alimentaria. Dentro de la actividad agrícola, la producción bananera contribuye de manera significativa al desarrollo socioeconómico del país, considerado una de las principales fuentes de ingresos y empleo, además provee permanentemente alimentos ricos en energía a la mayoría de la población. Según Gowen —, (2005) la producción de bananos se ve amenazada constantemente por diversos problemas fitosanitarios, algunos de ellos muy serios por las consecuencias que sufren los productos en el aspecto económico y de productividad, debido a que están sometidos a diferentes

factores tanto bióticos como abióticos, los que pueden en ocasiones provocar disminuciones en los rendimientos potenciales, la calidad de las cosechas y aumento en los costos de producción. Chávez y Araya (2009), refieren que, dentro de los factores abióticos, las condiciones edáficas, especialmente textura, estructura y el contenido de sodio son los que más limitan la producción y en los factores bióticos, los nemátodos son la principal causa del deterioro radical, lo que conlleva a la reducción en peso del racimo, longevidad de las plantaciones y a incrementos entre los ciclos de cosecha.

Los nematodos se han controlado de manera química, pero a su vez esto provoca la eliminación de microorganismos benéficos que se encuentren en el suelo, por lo que probar alterna-

tivas biológicas que mejoren el suelo, aumentando los organismos benéficos y reduciendo los organismos perjudiciales son posibles soluciones a esta problemática, ya que los compradores de banano exigen una fruta sin residuos químicos que no afecte la salud. Una alternativa agroecológica que contribuye con este desafío es la aplicación de microorganismos benéficos como el Bacthon (*Azospirillum brasilense*, *Azotobacter chroococcum*, *Lactobacillus acidophilus*, *Saccharomyces cerevisiae*), Tricho-D (minerales nutrientes y esporas en latencia del hongo *Trichoderma harzianum*) y Micosplag (esporas en latencia de los hongos entomopatógenos *Paecilomyces lilacinus*, *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana*). El Bacthon es un inoculante biotecnológico que desintoxica el suelo agrícola y las raíces, formulado con microorganismos benéficos que contribuye a la formación de humus en el suelo y a la recuperación de su fertilidad. El Tricho-D es un acondicionador de suelo, bioestimulante, actúa como antagonista de varios problemas del suelo que dañan raíces y plantas y disminuye la población de hongos. El Micosplag actúa protegiendo las raíces de los cultivos del daño por los nematodos con antagonismo, parasitismo y bioregulación. La acción se inicia cuando las esporas en latencia encuentran en el suelo los nutrientes, la temperatura, humedad adecuada para germinar y para iniciar la colonización del suelo y de las raíces. El Micosplag actúa sobre los nematodos por antagonismo prote-

giendo las raíces y evitando su daño, por parasitismo cuando le coloca una trampa para alimentarse del nematodo y por bioregulación al crecer grandes cantidades de agentes benéficas en el suelo. Así se disminuye el daño en las raíces activas para una buena nutrición y además bioregula la población de nematodos en el suelo de una forma constante hasta disminuirlos a niveles que no hacen daño económico al cultivo. De esta forma las raíces se forman bien y la planta mejora su nutrición (Fonseca y Pérez, 1997).

En la investigación se propone comprobar que la aplicación de microorganismos eficientes a base de formulaciones de Micosplag, Trocho-D y Bacthon permitirán aumentar la producción de *Musa paradisiaca* var. *Valery*.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la aplicación de microorganismos eficientes en la producción de *Musa paradisiaca* var. *valery* en la Hacienda Beata, Babahoyo, Ecuador.

Materiales y Métodos

Ubicación geográfica y características del área de estudio

La investigación se realizó en la Hacienda Beata, perteneciente al cantón Babahoyo, provincia de Los Ríos, Ecuador, ubicada en las coordenadas S 1°31'26'', O 79° 28'54'' (Figura 1), se encuentra a una altitud de 51 msnm, el tipo de suelo predomi-

nante es franco arcilloso, la precipitación media anual asciende a 895 mm y la temperatura promedio registra 25,7 °C, corresponde a una zona de vida de

bosque seco tropical de acuerdo a la clasificación de Holdridge (Moya, 2006).

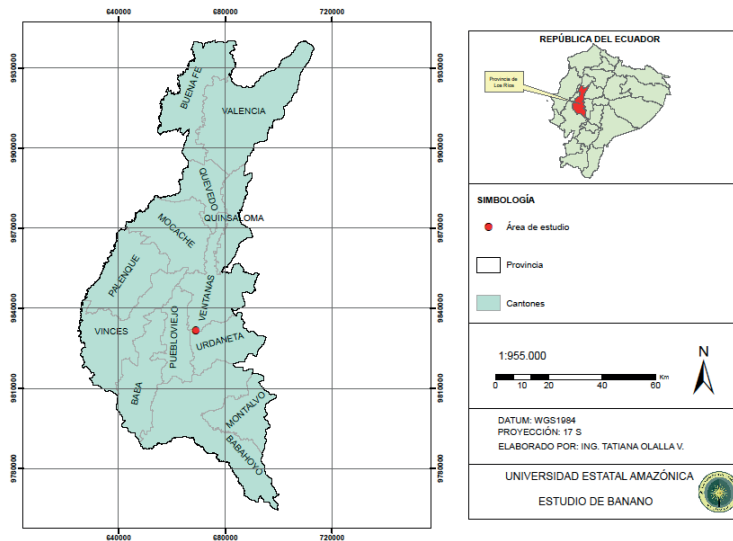


Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio.

Diseño experimental

Se realizó un diseño completamente aleatorizado con dos tratamientos. Un tratamiento (T0) consistió en el manejo tradicional de la finca sin aplicación de bioproductos y el otro tratamiento (T1) con aplicación del Programa Suelo Sano-Cultivo Sano (SS-CS) con una dosis de 1L de Bac-thon + 300g de Tricho-D + 100g de Micosplag con una frecuencia cada 16 semanas con 100% de fertilización mineral, aplicado con bomba de mochila en aspersión al suelo húmedo en capacidad de campo. El área de estudio fue de 8ha con un total de 1500 plantas/ha. Cada tratamiento tenía una superficie de 4 ha y 750 plantas/ha, con tres repeticiones. Los productos fueron adquiridos a través de la casa distribuidora JW Asociados

Biotecnología, Ecuador.

Se tomaron y analizaron muestras de raíces en diez plantas diferentes por cada tratamiento, se extrajo un pan de tierra de 30cm de ancho x 30cm de largo y 30cm de profundidad y 50cm del hijo. Las diez plantas se tomaron al azar en toda el área evaluada. Las muestras fueron colocadas en bolsas plásticas debidamente identificadas para su posterior análisis.

Las muestras se lavaron con agua y las raíces se dejaron escurrir durante dos horas. Las mismas se separaron manualmente en funcionales (raíces completamente sanas, color blanco o cremoso) y se pesaron en balanza electrónica marca Sartorius, con error de precisión de 0.01. Se calculó los porcentajes de raíces funcionales.

Luego las raíces fueron cortadas en trozos de aproximadamente 3 cm de longitud y se homogenizadas. La extracción de nematodos se hizo por el método de licuado y tamizado (Taylor y Loegering, 1953). Los valores fueron expresados para 100g de raíces. Además, se evaluó la altura del hijuelo en la parcela testigo y con tratamiento.

Las variables de estudio fueron procesadas con el programa OriginPro 2016, a partir de los valores medios y las desviaciones estándar.

Resultados y discusión

Las poblaciones de nematodos *R. similis* y *H. multicinctus* extraídos de raíces de *M. paradisiaca* en las parcelas tratadas con los productos comerciales disminuyeron significativamente en comparación con el testigo (Figura 2). Al final del tratamiento se observó una marcada disminución de ambos nematodos, para *H. multicinctus* cercana al 85% y para *R. similis* al 75%. Estos resultados demostraron la efectividad de los microorganismos benéficos en el control de nematodos que afectan a las raíces de la especie, los cuales descendieron por debajo de los valores críticos de acuerdo a lo reportado por Castellón (2009).

El género de nematodos que mostró una mayor población durante el período

considerado fue *R. similis*, lo que demuestra la elevada actividad en las raíces de banano. Estos resultados se corresponden con lo descrito por Guzmán (2011), donde refiere que *R. similis* es un nematodo fitoparásito que se alimenta de raíces y cormos de plátano en todo el mundo, afectando el crecimiento y desarrollo de este cultivo, con pérdidas en la producción entre 20 y 100%, mientras que *H. multicinctus* es probablemente, después de *R. similis*, el nematodo más numeroso y ampliamente diseminado en las plantaciones de plátano. El daño causado por este nematodo se evidencia por la presencia de lesiones en la superficie de las raíces y la destrucción de las raíces secundarias.

Resultados contrastantes fueron obtenidos por Becerra *et al.*, (2010) donde la población de nematodos de *R. similis* se afectó considerablemente, lo cual se atribuye a caracteres de resistencia a nematodos fitoparásitos.

Torrado y Castaño (2009) sugirieron que las poblaciones de *Meloidogyne* spp. y *R. similis* tienen un comportamiento mutuamente excluyente, es decir, cuando incrementa la población de una de las dos, la otra tiende a disminuir; esto muestra que el poder competitivo por alimento y espacio de estos nematodos le permite tener las mayores poblaciones al primero que entre en contacto con la planta.

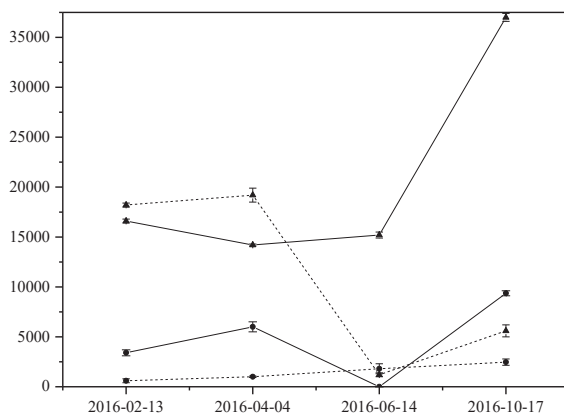


Figura 2. Población de nematodos *H. multicinctus* (●) y *R. similis* (▲) en parcela testigo (□) y parcela con tratamiento (---).

Se obtuvo que el peso de las raíces (Figura 3) al final del período evaluado fue superior en las parcelas con tratamiento, alcanzando valores cercanos a los 250 g, que sobrepasan el doble en relación a las parcelas sin aplicación del bioproducto. Esto demuestra que los incrementos en la población de nematodos y otros patógenos de la raíz del banano son uno de los factores más críticos que afectan el deterioro gradual del sistema radical. Resultados que concuerdan con Chávez *et al.*, (2009) que reportaron correlaciones negativas entre el número de nematodos y la productividad del banano, conforme aumentó el número de nematodos se redujo el peso de las raíces.

Araya y Wale (2004), refieren que el efecto de los nematodos sobre la raíz es gradual y acumulativo, debilitando la unidad de producción, la cual pierde vigor, longevidad y dependiendo de las condiciones de la plantación en tres o cuatro generaciones los racimos que se producen difícilmente llegan a satisfacer los requerimientos de exportación.

Meneses *et al.*, (2003) demostraron que la producción de materia seca es significativamente superior cuando se aplica tratamientos con bioproductos comerciales. El biocontrol de nematodos puede resultar en incrementos de la longitud, área, volumen y peso del sistema radical en comparación con plantas no protegidas. Probablemente, este fenómeno de promoción de crecimiento y vigor de las plántulas esté relacionado con una mayor superficie de exploración de las raíces y absorción de nutrientes.

Existen varios estudios que demuestran que la presencia de *R. similis* reduce el peso de las raíces. En plantas de cultivar de banano Cavendish, se obtuvo que *R. similis* redujo el peso de las raíces en un 66%, mientras que el daño ocasionado a las raíces fue más alto y el peso de los racimos más bajo, en plantas inoculadas con *R. similis* y *P. coffeae*, en comparación con el testigo (Moens *et al.*, 2003, Moens *et al.*, 2004 y Fogain, 2000).

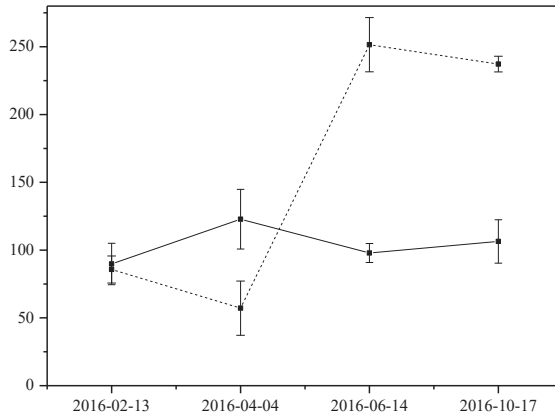


Figura 3. Peso de raíces en parcela testigo (—) y parcela con tratamiento (---).

Se evidenció que el porcentaje de raíces sanas fue superior en las parcelas donde se aplicó el producto comercial (Figura 4). Becerra *et al.*, (2010) en un estudio de la micorrización sobre el manejo de nematodos en plántulas de plátano encontraron mayor abundancia de raíces en los tratamientos micorrizados y aplicación de biocontroladores a base de hongos, lo cual indica una posible asociación de estos grupos fúngicos.

Si se considera que los nematodos dañan las raíces de las plantas de plátano alterando sus funciones normales, es fácil comprender que el tratamiento que no logró una alta supresión de las poblaciones de fitonematodos resulte en mayor disminución del porcentaje de raíces sanas; de esta manera, cuanto más alta fue la población de nematodos más baja fue la cantidad raíces de las plantas evaluadas.

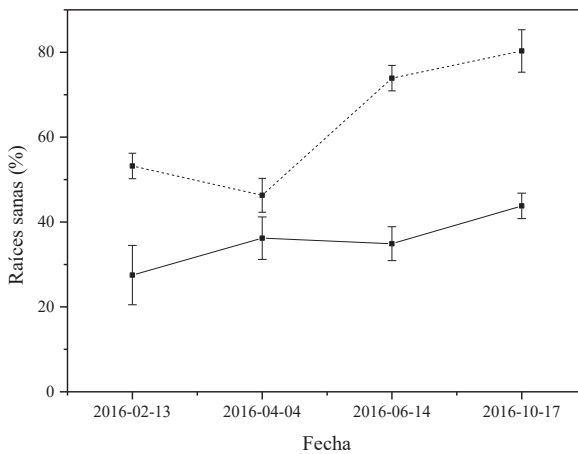


Figura 4. Porcentaje de raíces en parcela testigo (—) y parcela con tratamiento (---).

La altura del hijuelo en la parcela con tratamiento resultó superior alcanzando incrementos de 0,5 metros en relación al testigo (Figura 5). Estos resultados demuestran el efecto de la aplicación de bioproductos en las variables fisiológicas asociadas al crecimiento de la planta. Pilaloa y Sánchez (2014), en un estudio sobre efecto de biorreguladores del suelo para reducir el daño por nematodos en

raíces de banana, en el cantón La Troncal, Cañar, en Ecuador, obtuvieron resultados similares comprobando la efectividad de la aplicación de los bioproductos Bacthon, Tricho-D y Micosplag en el crecimiento en altura de las plantas de banano, atribuido por la naturaleza de estos microorganismos que inciden en el proceso de formación de humus, acondicionador de suelo, bioestimulante y biorregulador.

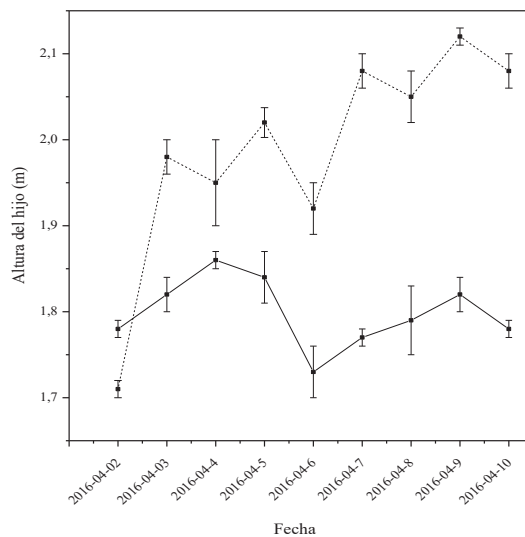


Figura 5. Altura del hijo en parcela testigo (—) y parcela con tratamiento (---).

Conclusiones

La aplicación de Bacthon, Tricho-D y Micosplag provocó un efecto favorable en la producción de *Musa paradisiaca* var. *valery* en las condiciones ecológicas de la Hacienda Beata, Babahoyo, Ecuador debido a la acción de los microorganismos eficientes presentes en estos bioproductos

Las poblaciones de nematodos *R. similis* y *H. multicinctus* disminuyeron significativamente en las parcelas tratadas en comparación con el testigo,

aunque el género *R. similis* fue superior durante el período de estudio., por lo que se presume de su elevada actividad en las raíces de banano.

Las variables fisiológicas asociadas al crecimiento en altura del hijuelo y peso de las raíces de la planta en las parcelas tratadas tuvieron incrementos significativos en relación al testigo.

Literatura citada

Araya, M., y De Waele, D. (2004). Spatial distribution of nematodes in three banana

(Musa AAA) root parts considering two root thickness in three farm management systems. *Acta Oecologica*, 26, 137-148.

Becerra-Encinales, J. F., Castaño-Zapata, J., & Villegas-Estrada, B. (2010). Efecto de la micorrización sobre el manejo de nematodos en plántulas de plátano híbrido FHIA-20AAAB. *Agronomía*, 18(1), 7-18.

Castellón, J. D. (2009). Estudio de poblaciones de fitonemátodos, nemátodos de vida libre, hongos endofíticos y su relación con propiedades físicas y químicas del suelo en el cultivo del plátano en Rivas-Nicaragua. Tesis sometida a consideración de la Escuela de Posgrado como requisito para optar por el grado de Magister Scientiae en Agricultura Ecológica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 93 pp.

Chávez-Velazco, C., & Araya-Vargas, M. (2009). Correlación entre las características del suelo y los nematodos de las raíces del banano (Musa AAA) en Ecuador. *Agronomía Mesoamericana*, 20(2), 361-369.

Chávez-Velazco, C., Solórzano-Figueroa, F., & Araya-Vargas, M. (2009). Relación entre nematodos y la productividad del banano (Musa AAA) en Ecuador. *agronomía mesoamericana*, 20(2).

Fogain, R. (2000). Effect of *Radopholus similis* on plant growyield of plantain (Musa AAB). *Nematology*, 2, 129-133.

Fonseca Carreño, J. A., & Perez Sanchez, E. H. (1997). Efecto de Aplicación de Estimulantes, Materia Orgánica y Fungicidas en el Daño Causado por el " Complejo Entorchamiento" del Arroz (*Oryza sativa* L.) Aguazu Casanare (Doctoral dissertation).

Gowen, S. R., Quénéhervé, P., & Fogain, R. (2005). Nematode parasites of bananas and plantains. Pp: 611-643. *Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture*. CAB International. UK. 917p.

Guzmán Piedrahita, Ó. A. (2011). El nematodo barrenador (*Radopholus similis* [Cobb] Thorne) del banano y plátano. *Revista Luna Azul*, (33).

Meneses, A., L. E. Pocasangre, E. Somarraba, A. S. Riveros & F. E. Rosales. 2003. Diversidad de hongos endofíticos y abundancia de nemátodos en plantaciones de banano y plátano de la parte baja de los territorios indígenas de Talamanca. *Agroforestería en las Américas* 10(37-38):59-62.

Moens, T., Araya, M., Swennen, R., De Waele, D., y Sandoval, J. (2003). Growing medium, inoculum density, exposure time and pot volume: factors affecting the resistance screening for *Radopholus similis* in banana (*Musa* spp.). *Nematropica*, 33(1), 926.

Moens, T., Araya, M., Swennen, R., y De Waele, D. (2004). Enhanced biodegradation of nematicides after repetitive applications and its effect on root and yield parameters in commercial banana plantations. *Bio Fertil Soils*, 39, 407-414.

Moya, R. (2006). Climas del Ecuador. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. Quito, Ecuador.

Pilaloo, D y Sánchez, F. (2014). Efecto de biorreguladores del suelo, para reducir el daño por nematodos en raíces de banano, en el cantón La Troncal, Cañar, Ecuador. *El Misionero del Agro*, p. 31-41.

Taylor, A. L., & Loegering, W. Q. (1953). Nematodes associated with root lesions in abacá. *Turrialba*, 3(1-2), 8-13.

Torrado-Jaime, M. & Castaño-Zapata, J. (2009). "Incidencia de nematodos en plátano en distintos estados fenológicos". En: *Agronomía Colombiana*, 27, 237-244.