

Uso de *Trichoderma harzianum* y *Bacillus subtilis* para el control de la Marchitez (Falso Mal de Panamá) por *Fusarium* en banano (*Musa* AAA ‘Cavendish’)

Enrique J. Fontaine-Delpino¹, Jesús R. Salazar-Miquilena^{1*}, Asdrúbal Arcia¹, Carlos Marín² y Diego J. Diamont-Pérez²

¹Facultad de Agronomía. Maracay. Universidad Central de Venezuela. Apto postal 4579. Maracay 2101. Aragua, Venezuela

²Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA-CENIAP).

RESUMEN

Esta investigación tuvo por objetivo evaluar técnica y económicamente la aplicación de *Trichoderma harzianum* y *Bacillus subtilis* para el control de *Fusarium* sp. y microorganismos asociados a este complejo de patógenos, causantes de la enfermedad conocida como marchitez (Falso mal de Panamá) en banano (‘Cavendish’), en la Finca Guacarito, municipio José Ángel Lamas, estado Aragua, Venezuela. En el estudio se aplicaron seis tratamientos con dosis diferenciadas de Trico-plus-A (*Trichoderma harzianum*), Prophytex (*Bacillus subtilis*) y una base de arroz con *Trichoderma harzianum*, además de un testigo sano en la finca referencial El Rodeo de las Flores. Se realizaron mediciones progresivas en todas las plantas por cada tratamiento, evaluándose altura de la planta, número de hojas (quincenal) y la observación de síntomas (semanal) desde su aparición. El análisis técnico económico se realizó estimando los costos por hectárea de las cantidades requeridas para cada biocontrolador y para la mano de obra utilizada en su aplicación. Los tratamientos no tuvieron efectos significativos para altura de planta y número de hojas, para el ANAVAR; en el análisis de correspondencia múltiple, los tratamientos T4 (98 g/ha Trico-plus-A y 692 cc/ha Prophytex) y T5 (197 g/ha Trico-plus-A y 1.730 cc/ha Prophytex), obtuvieron mayor porcentaje de plantas sanas con 55,0 y 60,7%, respectivamente, con relaciones beneficio-costos (B/C) de 5,01 y 2,67, para T4 y T5, generando beneficios netos por tratamiento de 9.072.972,00 y 10.815.409,00 Bs·ha⁻¹, respectivamente.

Palabras clave: cambur, biocontrol, Prophytex, Trico-plus-A.

Use of *Trichoderma harzianum* and *Bacillus subtilis* for the control of Wiltite (False Mal of Panama) by *Fusarium* in banana (*Musa* AAA ‘Cavendish’)

ABSTRACT

This research evaluated technical and economically the *Trichoderma harzianum* and *Bacillus subtilis* on the biological control of *Fusarium* sp., and other microorganisms associated to this pathogenic complex. This association induces the disease known as banana wilt (false Panama disease.) in Cavendish banana. The

*Autor de correspondencia: Jesús Salazar

E-mail: jrsm440@gmail.com

experiments were located at the Guacarito farm, Jose Angel Lamas Municipality, Aragua state, Venezuela. Six treatments of different doses of Trico-plus A (*Trichoderma harzianum*), Prophitex (*Bacillus subtilis*), and a rice *Trichoderma harzianum* mix were applied, plus a healthy control, at El Rodeo de las Flores nearby farm. Progressive measurements were made in all the plants in each treatment, evaluating plant height, leaves number (biweekly) and disease symptoms (weekly). The economic and technical analyses costs for one hectare for each biocontroler and for the labor used in its application, were estimated. . The analyses of variance did not showed any statistically difference for plant height and leaves number; but, the analyses of multiple correspondence (AMC) showed that two treatment (T4: 98 g/ha Trico-plus-A y 692 cc/ha Prophytex and T5: 197 g/ha Trico-plus-A y 1.730 cc/ha Prophytex) obtained the higher percentage of healthy plants (55.06 and 60.7%, respectively) with benefit-cost ratios (B / C) of 5.01 and 2.67, for T4 and T5, generating net benefits for treatment of 9,072,972.00 and 10,815,409.00 Bs · ha⁻¹, respectively.

Key words: banana, biocontrol, Prophytex, Trico-plus-A.

INTRODUCCIÓN

La plantación, producción y comercialización del banano enfrenta una limitante causada por enfermedades producidas por diferentes patógenos. En las plantaciones del estado Aragua específicamente, se viene presentando la enfermedad conocida como Marchitez o Falso Mal de Panamá, señalada por Martínez (2009), la cual es originada por la confluencia de patógenos bacterianos y fungosos favorecidos por la presencia de elementos condicionantes como el aguachinamiento, suelos pesados (Rey *et al.*, 2016), la manipulación de semillas de procedencia dudosa y baja calidad, entre otros (Martínez *et al.*, 2017). Actualmente se desarrollan diferentes métodos biológicos con gran potencial de uso para el tratamiento y control de enfermedades (Arcia y Bautista, 2006), a lo que se suman programas de investigación en los que participan productores, investigadores, empresas e instituciones gubernamentales que trabajan en la protección de cultivos, la seguridad alimentaria y la innovación. El éxito de estos agentes de control biológico se debe a la reducción de poblaciones del patógeno, la competencia por nutrientes o nichos, el parasitismo, o mediante la inducción de resistencia de los hospederos (Rutherford, 2000; Riveros, 2010, citados por Román, 2012), es por ello que esta investigación propone evaluar técnica y económicamente la aplicación de *Trichoderma harzianum* y *Bacillus subtilis* para el control biológico de *Fusarium* sp., y microorganismos asociados a este complejo de patógenos, en la enfermedad conocida como Marchitez o Falso Mal de Panamá (FMP) en banano (Musa AAA 'Cavendish'), en el municipio José Ángel Lamas, estado Aragua, Venezuela.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en la finca Guacarito, ubicada en el municipio José Ángel Lamas, estado Aragua, con un área de 37 ha, situada a 10° 10' 2,70" N y 67° 3' 32,88" O. El ensayo tuvo un área de 490 m².

Como base referencial para el estudio, se tuvo un tratamiento testigo sano denominado (T6), en la finca El Rodeo de las Flores, situada en el mismo sector, donde no hubo evidencias de la enfermedad Marchitez (FMP). Esta finca tiene un área de 12 ha, ubicada a 10°10'45,04" N y 67° 31' 21,73" O. El ensayo realizado en esta finca tuvo un área de 67,2 m².

Esta zona posee dos periodos climáticos bien definidos, uno de sequía y otro lluvioso. Registra una precipitación media anual de 950 mm, con un período de lluvia desde el mes de abril hasta octubre; siendo febrero el mes más seco con 4 mm de lluvia, y agosto el mes más lluvioso con un promedio de 171 mm. La temperatura media anual de la zona es de 24 °C.

Previo a la siembra (finca Guacarito), se tomaron muestras de suelo (0-30 cm), y se determinó que la clase estructural del suelo es Franco Limoso, con un pH de 7,23. La cantidad de nitrógeno total (Kjeldahl): 0,189%; el fósforo (Olsen): 48 ppm y el potasio (NH₄OA_c 1N): 60 ppm.

Para la siembra se realizó la selección de cormos de la finca referencial El Rodeo de las Flores, plantación que no muestra evidencias de la enfermedad; lo que fue confirmado cuando se realizaron tres muestreos tipo POGO al azar, dentro de la finca. A los cormos seleccionados se les

eliminaron los restos de tierra, raíces, partes dañadas y la parte aérea, y fueron desinfectados en una solución de agua y cloro al 2%, durante 2 minutos.

La preparación del suelo se llevó a cabo con 1 pase de arado y 2 pases de rastra. La siembra se realizó con una separación aproximada entre plantas y entre hileras de 2,10 m.

En la finca Guacarito la siembra se realizó en surcos y en la finca referencial en canteros; esto refleja distintos manejos agronómicos de los productores. El sistema de riego en ambas fincas fue por gravedad y se distribuye el agua por medio de canales o surcos nivelados.

Los controladores biológicos utilizados para la investigación fueron Trico-plus-A (*Trichoderma harzianum*), Prophytex (*Bacillus subtilis*) aplicados con asperjadora de espalda, cada 15 días y una base de arroz con *Trichoderma harzianum* aplicada en el hoyo de siembra. Se realizaron seis tratamientos, de los cuales cinco se aplicaron en la finca Guacarito y uno (T6) en la finca referencial (Cuadro 1), en un diseño de bloques al azar con 6 repeticiones.

El ensayo se condujo desde septiembre 2016 hasta abril 2017. Se realizaron mediciones quincenales en todas las plantas por cada tratamiento en las siguientes variables: altura de la planta, medida desde la superficie del suelo hasta la inserción en el pseudotallo de las hojas más nuevas y Número de hojas funcionales (hojas verdes o al menos 50% verdes y adheridas al pseudotallo) de cada planta.

Para evaluar la efectividad de los tratamientos aplicados a las plantas, semanalmente se realizó la observación progresiva de la enfermedad, partiendo desde la brotación; se tomaron datos con base a

los siguientes criterios: plantas sanas, plantas con primeros síntomas (amarillamiento de hojas bajas, amarillamiento de hojas medias y superiores en sus orillas), plantas enfermas (amarillamiento y muerte de hojas bajas) y plantas muertas (amarillamiento y muerte de hojas y necrozamiento del pseudotallo).

El análisis técnico económico se llevó a cabo mediante la estimación de costos tomando como base el mes de octubre de 2017, momento del cierre del análisis, dadas las condiciones de hiperinflación, que hace que los costos, precios e ingresos expresados en bolívares, cambien su capacidad de compra y su poder adquisitivo.

A partir de los resultados, se estimaron los volúmenes o cantidades necesarias para una hectárea de cada biocontrolador y la mano de obra utilizada. Se utilizaron los parámetros técnicos para producción de una plantilla, tamaño y peso del racimo, 30 kg·racimo⁻¹ (Haddad y Leal, 1996).

Para densidad de plantación, se realizaron diez muestreos utilizando el método POGO, en dos fincas aledañas al ensayo, obteniéndose densidades de 1.976, 2.050 y 2.000 plantas·ha⁻¹ y por razones prácticas se utilizó la media aproximada de 2.000 plantas·ha⁻¹.

Para el cálculo de los racimos productivos, los resultados del ensayo dieron 16,67% en el referencial sano, muy cercano a lo señalado por Haddad y Leal (1996) y 15,8% de cepas improductivas; a estas pérdidas se le agregó un 10% de pérdidas postcosecha, a partir de las plantas sanas adicionales generadas por cada tratamiento. Se buscó tener una estimación moderada de los ingresos, de modo que los resultados obtenidos fuesen realmente equilibrados y tener cercanía a la realidad del productor.

Cuadro 1. Formas y cantidades aplicadas de *Trichoderma harzianum* y *Bacillus subtilis*. Fincas Guacarito y referencial. Municipio José Ángel Lamas. Estado Aragua. 2016 – 2017.

Tratamientos	Hoyo de Siembra	Quincenal
T ₁	Sin aplicación	Sin aplicación
T ₂	20 g de arroz - <i>Trichoderma</i> /planta	98 g/ha Trico-plus-A
T ₃	40 g de arroz - <i>Trichoderma</i> /planta	197 g/ha Trico-plus -A
T ₄	20 g de arroz - <i>Trichoderma</i> /planta	98 g/ha Trico-plus-A y 692 cc/ha Prophytex
T ₅	40 g de arroz - <i>Trichoderma</i> /planta	197 g/ha Trico-plus-A y 1.730 cc/ha Prophytex
T ₆	Sin aplicación	Sin aplicación

Los costos fueron estimados para 2000 plantas·ha⁻¹, un gasto de 500 L·ha⁻¹, para la aplicación de los productos con asperjadora de espalda, método usado en el ensayo. La aplicación se estimó a partir del rendimiento de 200 L⁻¹·jornal⁻¹·día⁻¹, esto genera una demanda de 2,5 jornales·ha⁻¹ para los 500 L·ha⁻¹ de solución. Se estimó el costo por jornal integral, esto es, la suma del salario más todos sus beneficios de ley y la suma del cesta ticket o bono de alimentación. El costo total de un obrero por año se dividió entre el número de jornales laborables (248 jornales·año⁻¹), para llegar a la cifra de Bs·jornal⁻¹.

El análisis estadístico fue realizado con el programa estadístico INFOSTAT v 2017 de la Universidad Nacional de Córdoba, República de Argentina (Di Rienzo *et al.*, 2008), para estudiar la consistencia de la matriz de datos y los resultados.

Fueron probados los supuestos de normalidad para todas las variables: independencia, aleatoriedad (media y mediana), homogeneidad, aditividad (CV y asimetría y curtosis) y normalidad (Shapiro-Will).

Luego de cumplir los supuestos de normalidad se aplicó el análisis de la varianza (ANAVAR), combinado en el tiempo. Siguiendo el modelo lineal aditivo:

$$Y_{ijk} = \mu + B_k + S_{mj} + S_{mj} \times B_k(Ea) + T_i + S_{mj} \times T_i + E_{ijk}(Eb)$$

Dónde:

Y_{ijk} = Observación de la variable

μ = la media general del ensayo

B_k = efecto del bloque k

S_{mj} = efecto de la semana de muestreo j

$S_{mj} \times B_k(Ea)$ = efecto de la interacción semana de muestreo j por bloque k , error a

T_i = efecto del tratamiento i

$S_{mj} \times T_i$ = efecto de la semana j por tratamiento i

E = el error aleatorio asociado a la observación Y_{ijk}

Para la separación de las medias se utilizó la prueba de Tukey o prueba de la mínima diferencia significativa honesta (MDSH), a un nivel de $p=0,05$; según lo establecido por Montgomery (1991).

El análisis de la sintomatología de la marchitez durante el tiempo de ensayo, fue evaluado bajo escala cualitativa categorizando las plantas en sanas, enfermas y muertas.

Para analizar la dinámica de las variables basadas en porcentajes de las categorías, se tomó como criterio la media \pm una desviación estándar:

$$X_i < k-1s \quad k: \text{Bajo}; \quad k-1s \leq X_i \leq k+1s: \text{Medio}; \quad X_i > k+1s: \text{Alto}$$

Se construyó la matriz de datos cualitativos: plantas sanas, enfermas y muertas, que permitió hacer tabla de contingencia ubicando todos los tratamientos en una fila y los síntomas en columnas (matriz 6 x 3), para cuatro momentos o puntos de muestreo; a partir de esa matriz fue posible hacer el análisis de correspondencia múltiple (ACM) (Agresti, 1990), con el fin de determinar la asociación de plantas: sanas, enfermas, muertas; tratamientos y puntos de muestreo. Para determinar el número de ejes de coordenadas apropiados para el ACM, según Greenacre (1994), si con dos auto valores se logra explicar, al menos el 35% de la variación total, entonces el gráfico de doble representación "biplot", será idóneo para representar las relaciones entre las categorías estudiadas.

El resultado de estas asociaciones múltiples fue representado en un gráfico de doble representación o "biplot". Para realizar el AMC se utilizó el programa INFOSTAT (Di Rienzo *et al.*, 2008).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Entre los tratamientos T_1 , T_2 , T_3 , T_4 y T_5 , no hubo diferencias estadísticas significativas en la altura de las plantas. Para el tratamiento T_6 , se encontraron diferencias significativas respecto al resto de los tratamientos ya que fueron plantas sanas que presentaron pocos problemas de manejo, acercándose a las condiciones óptimas (Cuadro 2).

El número de hojas no presentó diferencias significativas entre los tratamientos T_1 al T_5 (Cuadro 3). En la semana de brotación (semana 8), T_1 y T_4 destacan con mayor número de hojas en relación a la finca referencial (T_6), debido a que las plantas siguen alimentándose de su propio cormo. A partir de la semana 10, T_6 muestra una emisión acelerada de hojas, superando a todos los demás tratamientos, lo que resulta en una diferencia altamente significativa (Cuadro 3), lo que indica el efecto negativo de la enfermedad sobre esta variable.

Cuadro 2. Valores promedios por tratamiento para altura de la planta (cm). Fincas Guacarito y referencial. Municipio José Ángel Lamas. Estado Aragua. 2016 – 2017.

Tratamientos	Semanas								
	8	10	13	16	18	21	24	26	28
T_1	20,6 BC	23,4 B	33,2 B	39,5 B	58,4 B	69,5 B	82,6 B	92,2 B	98,8 B
T_2	21,1 BC	24,3 B	33,8 B	43,1 B	60,8 B	73,4 B	86,7 B	93,3 B	96,6 B
T_3	12,5 C	21,8 B	28,14 B	39,5 B	55,8 B	65,8 B	71,1 B	70,1 B	75,4 B
T_4	26,9 AB	29,5 B	37,72 B	46,0 B	65,7 B	79,9 B	90,8 B	94,6 B	96,0 B
T_5	21,3 BC	26,4 B	32,3 B	44,4 B	54,6 B	72,2 B	85,8 B	96,1 B	105,0 B
T_6	33,4 A	50,0 A	73,8 A	99,7 A	99,5 A	142,7 A	163,6 A	182,4 A	206,3 A
$R^2_{ajustado}$	0,39	0,49	0,57	0,62	0,43	0,67	0,71	0,77	0,79
P	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001

Cuadro 3. Número promedio de hojas por tratamiento. Fincas Guacarito y Referencial. Municipio José Ángel Lamas. Estado Aragua. 2016 – 2017.

Tratamientos	Semanas								
	8	10	13	16	18	21	24	26	28
T_1	5,0 A	6,5 AB	7,4 AB	8,3 B	9,0 B	8,4 C	7,3 B	9,1B	9,9 B
T_2	4,3 AB	5,4 B	7,6 AB	8,4 B	9,3 B	10,2 BC	7,6 B	8,68B	8,3 B
T_3	4,2 AB	5,9 AB	7,2 B	8,3 B	9,6 B	9,2 BC	6,7 B	8,22B	8,0 B
T_4	5,0 A	5,8 AB	8,0 AB	8,7 B	10,6 AB	10,6 B	7,3 B	7,59B	8,1 B
T_5	4,7 AB	6,1 AB	7,8 AB	8,3 B	9,13 B	8,4 C	7,6 B	8,33B	9,4 B
T_6	3,2 B	7,2 A	9,3 A	11,3 A	11,6 A	13,0 A	10,9 A	11,3 A	13,9 A
$R^2_{ajustado}$	0,25	0,25	0,20	0,41	0,26	0,49	0,50	0,38	0,56
P	0,0083	0,0109	0,0045	0,0001	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001

Análisis de Correspondencia Múltiple (ACM)

El porcentaje de plantas sanas en los diferentes tratamientos, al quinto mes de iniciado el ensayo, fluctuó entre 77,7 (T_3) y 95 (T_2) %. A partir de este mes, hay un descenso progresivo de este porcentaje, fluctuando en el noveno mes entre 36,8 (T_3) y 60,7 (T_5). En el tratamiento referencial T_6 , se mantuvo un 100% de plantas sanas. El tratamiento T_5 difiere significativamente de T_1 , T_2 y T_3 y el T_4 de T_3 (Cuadro 4).

Para evaluar la asociación entre la condición de salud de la planta y tratamientos en el tiempo, el análisis de correspondencia múltiple (ACM) fue construido con los dos primeros autovalores o valores singulares generados a partir de la matriz cualitativa,

que en su conjunto explican el 40% de la variación total (Cuadro 5).

En la Figura 1 está representado para cada momento, o punto de muestreo, la respuesta de las plantas bajo los efectos de los tratamientos durante la aparición de la enfermedad en el ensayo. T_6 se agrupa con el porcentaje de plantas sanas alto (PSalto), el porcentaje de plantas enfermas bajo (ENFbajo) y el porcentaje de plantas muertas bajo (Mbajo), lo que indica que no hubo incidencia de la enfermedad en este tratamiento.

Los tratamientos T_4 y T_5 se agrupan alrededor de porcentaje de plantas sanas medio (PSmedio), porcentaje de plantas enfermas medio (ENFmedio) y porcentaje de plantas muertas medio (Mmedio),

Cuadro 4. Porcentaje de plantas sanas por tratamientos, evaluados desde el mes cinco al mes nueve después de la siembra. Fincas Guacarito y Referencial. Municipio José Ángel Lamas. Estado Aragua. 2016 – 2017.

Tratamientos	Meses				
	5	6	7	8	9
T_1	77,8 D	72,2 BC	55,5 CD	45,6 CD	39,4 CD
T_2	95,0 B	80,0 B	61,6 C	48,3 CD	42,5 CD
T_3	77,7 D	59,7 C	45,6 D	33,3 D	36,8 D
T_4	90,0 C	75,0 BC	55,0 CD	61,67 BC	55,0 BC
T_5	78,6 D	78,6 B	82,0 B	76,9 B	60,7 B
T_6	100,0 A	100,0 A	100 A	100 A	100 A
$R^2_{ajustado}$	1,00	0,86	0,95	0,95	0,98
P	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001

Cuadro 5. Contribución a la Ji para el ACM de plantas sanas, enfermas y muertas, en seis tratamientos evaluados en Fincas Guacarito y referencial. Municipio José Ángel Lamas. Estado Aragua. 2016 – 2017.

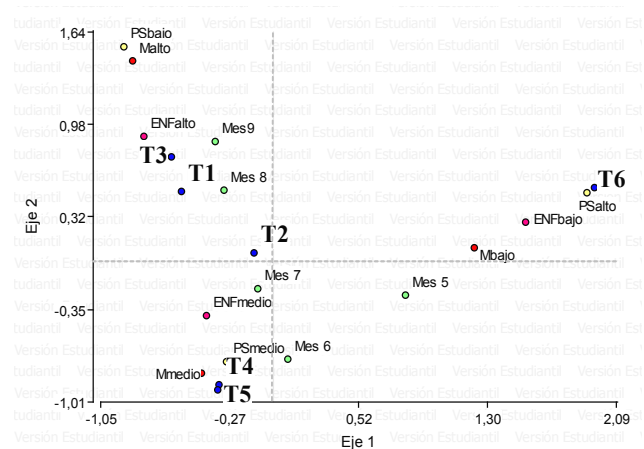
Contribución al valor de Ji al cuadrado					
	Autovalor	Inercias	Ji-Cuadrado	(%)	Acumulado (%)
1	0,82	0,68	479,71	22,56	22,56
2	0,73	0,53	374,01	17,59	40,15
3	0,52	0,27	188,01	8,84	48,99

siendo el T_5 el tratamiento más efectivo con un 60% de plantas sanas. Los tratamientos T_1 y T_3 se agruparon alrededor de porcentaje de plantas enfermas alto (ENFalto), porcentaje de plantas sanas bajo (PSbajo) y porcentaje de plantas muertas alto (Malto), lo que demuestra que el tratamiento T_3 fue el de menor eficacia, ya que el tratamiento T_1 (testigo sin tratamiento) fue el segundo con mayor porcentaje de Plantas Enfermas (ENFalto), en la zona enferma. El tratamiento T_2 se ubica en el centro de todos los demás (Figura 1).

Análisis técnico económico

En el Cuadro 6 se presentan los porcentajes de plantas sanas por tratamiento y el número de plantas sanas y plantas adicionales por tratamiento por hectárea. A partir del ACM, con los porcentajes de plantas sanas/tratamiento, se hicieron las estimaciones económicas en términos de Bs/ha, unidad de superficie que permite homogenizar y estandarizar las magnitudes, para ser analizadas y comparadas entre ellas.

A partir de las plantas sanas adicionales generadas por cada tratamiento, se estimó la producción adicional, siguiendo los referentes técnicos

**Figura 1.** Gráfico de doble presentación del porcentaje de plantas sanas, enfermas y muertas. Finca Guacarito y Referencial. Municipio José Ángel Lamas. Estado Aragua. 2016 – 2017.

Cuadro 6. Estimación de plantas sanas/productivas, a partir de los resultados del ACM del ensayo de campo. Fincas Guacarito y referencial. Municipio José Ángel Lamas. Estado Aragua. 2016 – 2017.

Tratamientos	Plantas /ha	Plantas sanas / tratamiento (%)	Plantas sanas / tratamiento/ha	Plantas adicionales / tratamiento/ha
T ₁	2000	39,45	789	
T ₂	2000	42,50	850	61
T ₃	2000	36,80	736	-53
T ₄	2000	55,00	1100	311
T ₅	2000	60,70	1214	425
T ₆	2000	83,33	1667	1667

descritos en la metodología. Resultando incrementos adicionales por plantas sanas de 1.647 kg·ha⁻¹ para T₂; 8.397 kg·ha⁻¹ para T₄ y 11.475 kg·ha⁻¹ para T₅. En producción física T₅ resulta superior, seguido de T₄ (Cuadro 7).

Los costos de los tratamientos se estimaron por productos utilizados. Las dosis aplicadas y ajustadas al final del ensayo, resultaron muy superiores a las recomendaciones técnicas. *Trichoderma harzianum* finalizó en dosis de 98,8 g/ha/ciclo para T₂ y T₄; 197,5 g/ha/ciclo y 282 g/ha/ciclo para T₃ y T₅. *B. subtilis* resultó en dosis de 692 mL·ha⁻¹·aplicación⁻¹ y 1.730 mL·ha⁻¹·aplicación⁻¹ para T₄ y T₅ respectivamente (Cuadro 8). Los costos de los productos oscilaron entre 570.661 Bs·ha⁻¹·ciclo⁻¹ y 3.608.437 Bs·ha⁻¹·ciclo⁻¹, observándose diferencias apreciables entre los tratamientos.

Los costos de mano de obra, resultaron iguales para todos los tratamientos, con un gasto de 500 Bs ha⁻¹·aplicación⁻¹. Los costos totales por tratamientos,

fueron la suma de los costos de los productos por los precios y los costos de aplicación (Cuadro 8).

Los resultados económicos colocan a T₄ con la mejor relación Beneficio Costos (B/C) de 5,01 y un beneficio neto de 9.072.972 Bs·ha⁻¹ (Cuadro 9). El segundo mejor tratamiento, en términos económicos fue T₅, con una relación B/C de 2,67, y con un beneficio neto de 10.815.409 Bs·ha⁻¹, este tratamiento tuvo los costos más altos del ensayo, su ubicación en segundo lugar está dado por su menor relación B/C, que implica la eficiencia económica de recuperación del capital de operación (Cuadro 9).

Por último, el T₂ tuvo una relación B/C de 1,10, la más baja de los tratamientos con resultados levemente positivos, generando un beneficio de 1.116.972Bs·ha⁻¹ (Cuadro 9).

El T₃ dio resultados negativos, al igual que en el ACM, generó pérdidas, dado que no logro salvar plantas sanas por encima del testigo (T₁).

Cuadro 7. Estimación de incremento de la producción por efectos de los tratamientos del ensayo de campo. Fincas Guacarito y referencial. Municipio José Ángel Lamas. Estado Aragua. 2016 – 2017.

Tratamientos	Plantas/adicionales / tratamiento/ha	Perdida post cosecha	Racimos cosechados	Rendimiento en Kg/racimo	Cambures adicionales cosechados (kg/ ha)
T ₁					
T ₂	61	10%	54,9	30	1 647
T ₃	-53	10%	-47,7	30	-1 431
T ₄	311	10%	279,9	30	8.397
T ₅	425	10%	382,5	30	11 475
T ₆	1667	10%	1500,3	30	45 009

Cuadro 8. Estimación de costos de los tratamientos y su aplicación. Fincas Guacarito y Referencial. Municipio José Ángel Lamas. Estado Aragua. 2016 – 2017.

Tratamientos	<i>Trichoderma harzianum</i>		Cantidad g/ha/ciclo	Costo(Bs/ha)	Subtotal
	dosis g/ha	precios Bs/g			
T ₂	98,8	444,44	1 284,0	570.661	570.661
T ₃	197,5	444,44	2 568,0	1 141 322	1 141.322
T ₄	98,8	444,44	1 284,0	570 661	
T ₅	282,0	444,44	3 666,0	1 629 317	
<i>Bacillus subtilis</i>					
	Dosis ml/ha	Precios Bs/ml	ml/ha		
T4	692	88	9 000	791 991	1 362 652
T5	1 730	88	22 490	1 979 120	3 608 437
Costos de aplicación	Jornal 2,5	(Bs/jornal/ha) 13 750	Cantidad 13	Costo(Bs/ha) 446 875,00	

Cuadro 9. Estimación de los ingresos, costos y beneficios de los tratamientos. Fincas Guacarito y Referencial. Municipio José Ángel Lamas. Estado Aragua. 2016 – 2017.

Tratamientos	Cambur cosechado adicionales (kg)	Precio promedio de venta del cambur (Bs/kg)	Ingresos adicionales/tratamiento (Bs/ha)	Costo/tratamiento (Bs/ha)	Beneficios adicionales/tratamiento (Bs/ha)
T ₁					
T ₂	1.647	1.296	2.134.512	1.017.540	1.116.972
T ₃	-1.431	1.296	-1.854.576	1.588.207	-3.442.783
T ₄	8.397	1.296	10.882.512	1.809.540	9.072.972
T ₅	11.475	1.296	14.871.600	4.056.191	10.815.409

CONCLUSIONES

Los tratamientos T₂, T₃, T₄ y T₅, no presentaron diferencias estadísticas significativas en la altura de las plantas y el número de hoja. Los tratamientos T₄ y T₅ (*Trichoderma* + *Bacillus*) resultaron con mayor porcentaje de plantas sanas: 60,70 y 55,00% de plantas sanas, respectivamente; estos resultados coinciden con los de Pérez (2013), en tratamientos para *Fusarium* en el cultivo del tomate en laboratorio. En el ACM estos tratamientos quedaron gráficamente ubicados más cercanos al testigo sano.

Los resultados económicos indicaron que los tratamientos T₄ y T₅, permiten generar beneficios económicos adicionales con 9072972 Bs·ha⁻¹·ciclo⁻¹ y 10815409 Bs·ha⁻¹·ciclo⁻¹, lo que hace viable, desde esta perspectiva, a estos tratamientos

AGRADECIMIENTOS

A los productores Manuel Terán, Sinécio Lorenzo, Fernando Bayona, Diego Lorenzo y Alexander Lorenzo por permitir desarrollar el ensayo en sus fincas y a los productores Raúl Martín, Néstor Abelardo González, Juan Da Cámara, Ismael Pérez, Ramiro Sinde, Mateo Betancourt, Cesar Arruda y José Fernández. Al personal del banco de Germoplasma de Musáceas del INIA-CENIAP, por su participación en el proceso de limpieza y desinfección de cormos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agresti, A. 1990. *Categorical Data Analysis*. John Wiley & Sons, Inc., New York. 721 p.

- Arcia, A.; L. Bautista. 2010. Control Biológico de Enfermedades y Disminución en el Uso de Productos Químicos en Horticultura. Centro CITECI. Proyecto Timotes. Estación Experimental “Experta”, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela.
- Di Rienzo J.; F. Casanoves; M. Balzarini; L. González; M. Tablada; C. Robledo. 2008. INFOSTAT, versión 2008. Grupo INFOSTAT, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Greenacre, M.J. 1994. Multiple and Joint Correspondence Analysis. En: Greenacre, M.J. y Blasius, J. (Ed.). Correspondence Analysis in the Social Sciences, London: Academic Press. P.
- Haddad, O.; F. Leal. 1996. Situación actual y perspectivas de la producción de cambur de exportación y otras musáceas en el estado Aragua. Papeles de FUNDACITE Aragua. Disponible en: <http://www.fundacite-aragua.gob.ve/pdf/pf20040505-07cambur.pdf>. Fecha de consulta: Consultado en septiembre 2017.
- Martínez, G. 2009. Situación nacional de las musáceas: Breve análisis 1. Primer Simposio Internacional de Plátano y Banano, Santa Bárbara de Zulia-Venezuela. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas INIA-CENIAP. Maracay-Venezuela. pp.
- Martínez, G.; J. Rey; L. Castro; E. Micale; O. López; R. Pargas; E. Manzanilla. 2017. Marchitez en banano Cavendish en la región central de Venezuela, asociado a un complejo hongo – bacteria. Congreso MUSALAC. Colima México.
- Montgomery, D. 1991. Diseño y Análisis de Experimentos. Grupo Editorial Iberoamérica. 680 p.
- Pérez, H. 2013. Uso de *Trichoderma* spp. y *Bacillus* spp. en control biológico de la Marchitez vascular del tomate causada por *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*, en la zona agrícola de Tucutunemo, estado Aragua. Recuperado de: <http://saber.ucv.ve/bitstream/123456789/5374/3/trabajo%20asc%20asistente%20helen%20perez%20privat.pdf>.
- Áreas susceptibles a la enfermedad Falso Mal de Panamá en banano Cavendish, en la región central de Venezuela. Memorias VI Congreso Internacional sobre banano CORBANA y XXI Reunión Internacional ACORBAT, Miami-USA.
- Román, C. 2012. Consideraciones epidemiológicas para el manejo de la Marchitez por *Fusarium* (*Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*) del banano en la región central del Perú. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 168 pp. Recuperado de: <https://agritrop.cirad.fr/570554/1/document570554.pdf>