

BIOPRODUCTOS PARA EL MANEJO DE LA SIGATOKA NEGRA EN PLANTACIONES DE PLÁTANO, VAR. CURARÉ ENANO¹

Rodrigo A. Morales A.²; Domingo Ríos³; Jorge Muñoz³; Roger Concepción⁴

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar bioproductos para el control de la sigatoka negra en plátano, se implementó un ensayo en la localidad de Divalá, Alanje, provincia de Chiriquí, Panamá, durante el periodo comprendido de enero a diciembre de 2006. Se utilizó el diseño experimental de parcelas divididas, dispuesto en campo en Bloques Completos al Azar, con tres repeticiones. La parcela principal la constituyó los tipos de semillas, cormos y vitroplántulas, más la protección de las raíces con los hongos endofíticos *Trichoderma atroviride* 1, *T. atroviride* 2 y sin protección radical. Las sub parcelas fueron las aplicaciones foliares de los extractos botánicos *Momordica charantia* (B1) y *Senna reticulata* (B2), aplicaciones de fungicidas y el testigo sin aplicaciones. No se detectaron diferencias significativas en la interacción de las fuentes de variación. Se evidenció la alta presión de inóculo del fitopatógeno *Mycosphaerella fijiensis* y la susceptibilidad de la variedad Curaré Enano. Las plantas provenientes de cormos, registraron un mejor comportamiento que las vitroplántulas en las variables área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE), total de hojas a la cosecha y periodo de siembra a la cosecha. Las aplicaciones foliares de fungicidas superaron estadísticamente a los demás tratamientos en las variables ABCPE, total de hojas a la floración, hoja más joven a la cosecha e índice de enfermedad a la cosecha pero fueron similares a las aplicaciones semanales de los extractos vegetales en las variables de producción THC, longitud del dedo central de la segunda mano y grosor del dedo central de la segunda mano, con calidad de exportación.

PALABRAS CLAVES: Biocontrol, *Mycosphaerella fijiensis*, hongo endofítico, extractos botánicos, tipos de semillas.

¹ Recepción: enero de 2012. Aceptación: 25 de octubre de 2013. Trabajo del IDIAP financiado por el proyecto de Plátano FONTAGRO.

² M.Sc. en Fitopatología. IDIAP. Centro de Investigación Agropecuaria Occidental (CIAOc).
e-mail: fmoralco@cwpanama.net

³ Agrónomos asistentes de investigación. IDIAP. CIAOc.

⁴ Ing. Agrícola. IDIAP. CIAOc.

BIOPRODUCTS TO CONTROL BLACK SIGATOKA IN PLANTAIN PLANTATIONS, VAR. CURARE ENANO

ABSTRACT

In order to evaluate bioproducts to control black sigatoka in plantain, an experiment was carried out in the locality of Divalá, Alanje, province of Chiriquí, Panama, from January to December 2006. A split-plot design arranged on a Randomized Complete Block design (RCB) was used, with three replicates per treatment. Main plots were constituted by the types of seed, corms and *in vitro* seedlings, plus radical protection with the endophytic fungi *Trichoderma atroviride* 1, *T. atroviride* 2, and without radical protection. The sub plots were the foliar applications of botanic extracts from *Momordica charantia* (B1) and *Senna reticulata* (B2), fungicide applications, and a control without applications. No significant differences were found from the interaction among the sources of variation. High inoculum pressure of the plant pathogen *Mycosphaerella fijiensis* was evident under trial conditions and also susceptibility of the Curare Enano variety. Plants from corms registered a better than those from *in vitro* seedlings for Area Under Disease Progress Curve (AUDPC), total leaves at harvest (TLH) and planting-to-harvest period (PHP). Applications of foliar fungicides were statistically superior to the other treatments in relation to AUDPC, total leaves at flowering (TLF), YLH (youngest leaf at harvest (YLH) and disease-at-harvest index (DHI) but were similar to the weekly applications of vegetables extracts in relation to the production variables TLH, length of central finger of the second hand (LCF2H) and thickness of central finger of the second hand (TCF2H), with export quality.

KEYWORDS: Biocontrol, *Mycosphaerella fijiensis*, endophytic fungi, botanical extract, seed types.

INTRODUCCIÓN

El plátano es parte integral de la canasta básica familiar del panameño, constituyéndose en la segunda fuente de suministro de carbohidratos, superado por el arroz.

En el 2004, el Ministerio de Comercio e Industrias de Panamá (MICI 2004), reportó que en el ámbito nacional

se cultivan aproximadamente 13 200 hectáreas de plátano, distribuyéndose principalmente entre las provincias de Chiriquí y Darién (en la zona costera del Pacífico) y Bocas del Toro (en la zona costera del Atlántico).

En Panamá, la sigatoka negra es la enfermedad más destructiva de las musáceas, ya que produce un rápido

deterioro del área foliar, afectando el crecimiento y productividad de las plantas al disminuir la capacidad de fotosíntesis; también reduce la calidad de la fruta, al favorecer la maduración de los racimos, lo cual es la principal causa de pérdidas (Douglas y Ronald 1992). La pérdida en rendimiento está estimada entre 50% y 100%, afectando de manera notoria la economía del productor de plátano y banano.

Los sistemas de producción existentes en Latinoamérica y el Caribe, están basados en el uso casi exclusivo de productos sintéticos, como la única alternativa económica para el control de esta limitante biótica en plátano, resultando en posibles cambios en la capacidad de virulencia y agresividad de este fitopatógeno, sin tomar en cuenta los daños al ambiente, a la salud humana y las repercusiones sociales (Marcelino et al. 2004).

En la última década surge, en los cultivos de banano y plátano, el uso de bioproductos como una alternativa con gran potencial biológico para el control de la sigatoka negra. Entre los bioproductos existentes se destacan los productos vegetales naturales, sistemas vivos y

parásitos (Riveros y Arciniegas 2003). Basado en esto, se estableció un ensayo para evaluar el efecto biocontrolador de dos cepas del hongo endofítico *Trichoderma atroviride* y dos extractos botánicos sobre la epidemia de la sigatoka negra en plantaciones de plátano, variedad Curaré Enano, utilizando como material de semilla los cormos y vitroplántulas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación geográfica:

El ensayo se desarrolló durante el periodo comprendido de enero a diciembre de 2006, en la localidad de Divalá, distrito de Alanje, provincia de Chiriquí, a una altitud de 27 msnm.

En el análisis de las características físico-químicas e hidrofísicas del suelo donde se desarrolló el estudio, se destaca el alto contenido del nutrimento fósforo y medios de calcio, potasio, materia orgánica y magnesio, así como bajas cantidades de aluminio. Además, los valores registrados para la densidad aparente, los porcentajes de capacidad de campo y punto de marchitez permanente, fueron la base para el cálculo del uso consuntivo de agua.

Descripción de la parcela experimental:

La unidad experimental constó de 64 plantas de plátano dispuestas a 2.5 m entre surcos y 2.0 m entre plantas, con un área de 245.0 m² (14.0 x 17.5 m), cuya parcela efectiva fue de 36 plantas con un área efectiva de 125.0 m², descartándose la hilera de plantas alrededor de la parcela experimental.

Se utilizó la variedad Curaré Enano (AAB), la cual es susceptible a la sigatoka negra. La densidad de siembra fue de 2000 plantas/ha.

Diseño experimental:

Se utilizó el diseño experimental de parcelas divididas, dispuesto en el campo en Bloques Completos al Azar, con tres repeticiones. La parcela principal la constituyó la combinación de los tipos de semilla, cormos y vitroplántulas, más la protección radical con los hongos endofíticos *Trichoderma atroviride* 1 (proveniente de suelos supresivos de Guatemala), *T. atroviride* 2 (proveniente de suelos supresivos de Sixaola, Costa Rica) y sin protección radical.

Las subparcelas fueron las aplicaciones foliares semanales (16 aplicaciones) de los extractos botánicos *Momordica charantia* (B1) y *Senna*

reticulata (B2), las aplicaciones alternadas programáticas de fungicidas de acción sistémica y protectante (se utilizó el parámetro de 30% de infección foliar) y el testigo sin aplicaciones foliares. Cada aplicación foliar para el control de la sigatoka negra se realizó a cuatro plantas por parcela dividida, o sea, se utilizaron 16 plantas por unidad experimental.

Preparación del material de siembra y protección con los hongos endofíticos:

Para el manejo de los cormos y vitroplántulas, se implementó la metodología descrita por Rosales (2004).

Preparación de extractos botánicos:

La metodología utilizada para la obtención del extracto hidroalcohólico crudo y la estimación de los sólidos totales de las plantas *M. charantia* y *S. reticulata*, fue descrita por Osorio (2006). Los extractos fueron preparados en las instalaciones del CATIE en Turrialba, Costa Rica y las aplicaciones semanales se iniciaron en época lluviosa.

El manejo agronómico implementado en la plantación de plátano fue el recomendado por el IDIAP para el cultivo de plátano tecnificado, según Marcelino et al. 2004. El

suministro de agua fue por el sistema de riego de microaspersión, cuya cantidad y frecuencia se estimó de acuerdo al análisis consuntivo de agua para el cultivo de plátano.

Evaluación de la sigatoka negra:

La evaluación de la sigatoka negra fue una de las labores más importantes y probablemente más difícil de realizar. Los registros resultantes se constituyeron en la base para los análisis estadísticos e interpretación de las posibles interacciones. Es por ello, que se utilizó la metodología descrita por Douglas y Ronald (1992) para evaluar el estado de infección de esta importante enfermedad.

A cada planta de plátano por tratamiento de aplicaciones foliares se le realizaron diversas lecturas para estimar el comportamiento de la intensidad de infecciones foliares por sigatoka negra (en términos de incidencia y severidad), debido a las aplicaciones foliares.

Para el estudio semanal de la detección temprana de los síntomas en las tres hojas más jóvenes de cada planta seleccionada (hojas II, III y IV de arriba hacia abajo, sin considerar la hoja

candela) se utilizó la escala de Fouré (1994).

Se estimó la severidad de la enfermedad del total de hojas por planta (excepto la hoja candela), donde la hoja más cercana a la hoja candela se consideró la hoja número 1, contando hacia abajo. Para ello, se realizaron lecturas quincenales basadas en la escala de Stover modificada por Gauhl (1994).

El cálculo del promedio ponderado de infección (PPI), sugiere la obtención de valores de severidad más precisos, los cuales se realizaron quincenalmente a partir del periodo de incubación de la sigatoka negra; a saber 138, 153, 168, 183, 198 y 213 días después de la siembra del cultivo. Estos valores se utilizaron para el cálculo del Área Bajo la Curva de Progreso de la Enfermedad (ABCPE).

En las etapas fenológicas de floración y cosecha (50% de plantas verificado el evento respectivo), se registró la severidad de sigatoka negra, el número total de hojas a la floración (THF) y a la cosecha (THC), la hoja más joven enferma a floración (HMJE) y a la cosecha (HMJC). Además, se registraron

las siguientes variables agronómicas y de producción; i) periodo de siembra a cosecha (días), ii) número de dedos por racimo y iii) longitud y grosor del dedo central de la segunda mano (cm). Todas las variables descritas fueron sometidas al análisis de varianza y para la diferenciación de medias estadísticas se utilizó la prueba de diferencia mínima significativa (DMS) (Steel y Torrie 1980).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis estadístico del comportamiento de las variables fenológicas, de la epidemia de la sigatoka negra y los valores de producción en parcelas con aplicaciones foliares de bioproductos comparados con productos sintéticos para el control de la sigatoka negra, se presenta en el Cuadro 1.

La protección radical no influyó significativamente en el comportamiento de la enfermedad sigatoka negra y no se detectó diferencias estadísticas en ninguna interacción, reflejo de la independencia de los componentes evaluados. En este sentido, se analizaron los resultados obtenidos en los componentes principales. Además, es importante destacar que al existir diferencias estadísticas en la fuente de variación bloques, se reflejó la eficacia

del diseño estadístico y su distribución en campo.

Área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE):

Es la integración de la intensidad de la enfermedad entre dos tiempos. Este valor se calculó ya que los modelos de desarrollo existentes no permitían explicar satisfactoriamente el comportamiento epidemiológico de la enfermedad sigatoka negra (Figura 1).

Con el uso de cormos se registraron los menores valores promedios de ABCPE con 1908.45, superando estadísticamente el valor promedio calculado de 2010 en las plantas provenientes de material *in vitro* ($P < 0.001$).

Con relación a los resultados promedios del ABCPE, resultantes de la aplicación de fungicidas, se registraron los menores valores promedio de ABCPE con 930.0, superando significativamente a los demás tratamientos. Le siguieron los valores promedio respectivos similares entre sí, calculados en las plantas con aplicaciones foliares de B2 y B1 con 1120.0 y 1300.0. Los mayores valores se obtuvieron en las plantas sin

aplicaciones foliares con promedio de ABCPE de 1500.0; presentando diferencia estadística con respecto al resto de los tratamientos.

Es oportuno señalar que entre menor es el valor del ABCPE calculado,

menor es la severidad de la sigatoka negra debido a la efectividad de las aplicaciones de los diversos tratamientos evaluados, para suprimir el desarrollo de epidemias de esta importante enfermedad en el cultivo de plátano.

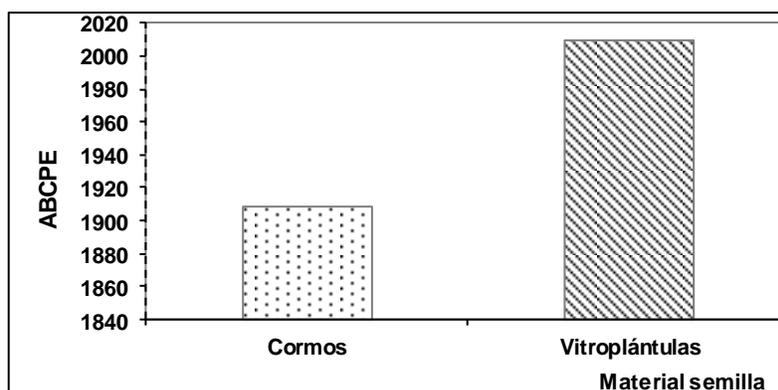


Figura 1. Valores promedio del ABCPE, resultantes por material de semilla y aplicaciones foliares para el control de la sigatoka negra.

CUADRO 1. CUADRADOS MEDIOS Y COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE LOS BIOPRODUCTOS PARA EL MANEJO DE LA SIGATOKA NEGRA. VAR. CURARÉ ENANO¹.

F de V	Variables fenológicas, evolución de la sigatoka negra y de producción ²								
	HMJE	THF	THC	HMJEC	INDC	PSC	ND	LD2M	GD2M
Material semilla	2.557**	4.261**	26.042**	0.666 ^{n.s.}	33.50 ^{n.s.}	4154.684**	310.19**	8.694**	3.212**
Semilla x aplicación radicular	0.344 ^{n.s.}	0.289 ^{n.s.}	4.625 ^{n.s.}	1.611 ^{n.s.}	31.933 ^{n.s.}	257.161 ^{n.s.}	32.682 ^{n.s.}	5.571 ^{n.s.}	0.468 ^{n.s.}
Tratamiento foliar	0.073 ^{n.s.}	6.721**	63.181**	70.181**	5502.167**	462.101 ^{n.s.}	8.662 ^{n.s.}	9.801**	4.279**
Semilla x tratamiento foliar	0.192 ^{n.s.}	0.029 ^{n.s.}	0.069 ^{n.s.}	0.639 ^{n.s.}	18.613 ^{n.s.}	96.899 ^{n.s.}	4.189 ^{n.s.}	0.119 ^{n.s.}	0.156 ^{n.s.}
Tratamiento radicular x tratamiento foliar	0.174 ^{n.s.}	0.313 ^{n.s.}	2.523 ^{n.s.}	0.181 ^{n.s.}	9.871 ^{n.s.}	221.977 ^{n.s.}	12.248 ^{n.s.}	2.148 ^{n.s.}	0.199 ^{n.s.}
Semilla x tratamiento radicular x tratamiento foliar	0.119 ^{n.s.}	0.322 ^{n.s.}	1.801 ^{n.s.}	0.472 ^{n.s.}	23.55 ^{n.s.}	126.196 ^{n.s.}	8.739 ^{n.s.}	1.104 ^{n.s.}	0.108 ^{n.s.}
Error	0.138	0.274	2.299	0.306	12.772	193.009	13.009	1.146	0.223
CV (%)	4.81	4.71	18.24	15.70	6.86	4.26	8.32	3.21	2.96

^{1/} ** y n.s.; se refieren a diferencias estadísticas altamente significativas y no significativas, respectivamente (prueba de diferenciación de medias DMS). ^{2/} HMJE: Hoja más joven enferma, THF: Total de hojas a la floración, THC: Total de hojas a cosecha, HMJEC: Hoja más joven enferma a cosecha, INDC: Índice de enfermedad a cosecha, PSC: periodo de siembra a cosecha, ND: Número de dedos por racimo, LD2M: Longitud del dedo de la 2^{da} mano y GD2M: Grosor del dedo de la 2^{da} mano.

Hoja más joven enferma (HMJE) y HMJE cosecha (HMJEC):

Estas variables consisten en el promedio de las hojas más jóvenes con síntomas de la enfermedad sigatoka negra por etapa fenológica. Para la variable HMJE las vitroplántulas registraron un promedio de 8.5 HMJE, estadísticamente superior al promedio de 7.0 HMJE obtenido por los cormos ($P < 0.001$). Este resultado reflejó que la sigatoka negra atacó con mayor intensidad las plantas provenientes de cormos.

Los mejores promedios de la HMJEC se registraron en las plantas con aplicaciones de fungicidas con 4.8 HMJEC, superando estadísticamente al resto de los tratamientos, seguido por las aplicaciones de los bioproductos B1 y B2, con un promedio similar de HMJEC 4.2 y 4.0, respectivamente ($P < 0.001$). El menor valor promedio se obtuvo en las plantas de plátano sin aplicaciones foliares con 1.0 HMJEC, presentando diferencia estadística con respecto a los tratamientos foliares.

Es evidente que las plantas de plátano con aplicaciones de fungicidas protege mejor a las HMJEC, seguidas

por las plantas tratadas con los extractos botánicos B1 y B2. En contraste, las plantas sin aplicaciones foliares mostraron una infección progresiva hasta la 1.0 HMJEC, en detrimento de la actividad fotosintética que ocurre en estas hojas.

Esta variable biológica refleja el progreso de la enfermedad en el tiempo, ya que entre más joven es la hoja con síntomas, mayor es la intensidad de la infección foliar y por consiguiente refleja la eficacia del biocontrol de las diversas alternativas sometidas a evaluación en plantaciones comerciales de plátano.

Total de hojas a la floración (THF):

El registro del THF es de gran importancia fisiológica, ya que es en esta etapa donde se suspende la emisión de hojas y se expresa en su totalidad el genotipo para este carácter relacionado a la próxima fase de cosecha. Al someter los resultados de esta variable al análisis estadístico respectivo, se detectaron diferencias altamente significativas para las fuentes de variación tipo de semillas y aplicaciones foliares ($P < 0.001$). En las plantas provenientes de cormos se reflejó la superioridad sobre las vitroplántulas (Figura 2).

En lo que respecta a la respuesta de las aplicaciones foliares para el manejo de la sigatoka negra, las plantas sometidas a las aplicaciones de fungicidas superaron estadísticamente a los demás tratamientos con un promedio de 12 THF. Las plantas con aplicaciones de los extractos vegetales B2, B1 y el testigo sin aplicaciones presentaron un comportamiento similar entre sí.

Total de hojas a la cosecha (THC):

El material de semilla cormos registró un promedio superior estadístico de nueve hojas a la cosecha, comparado a siete THC obtenido en plantas provenientes de vitroplántulas ($P < 0.001$) (Figura 2).

El promedio de THC estimado luego de las aplicaciones foliares, indicó que con las aplicaciones de fungicidas se registró el mayor número de hojas a la cosecha, similar estadísticamente con las plantas que recibieron aplicaciones semanales del extracto B2, con promedios respectivos entre 10.0 y 9.0 THC; sin embargo, el último no mostró diferencia con respecto a las aplicaciones de B1 con un promedio de 8.7. Las plantas sin aplicaciones foliares registró el promedio de 6.0 THC,

estadísticamente inferior al resto de las plantas ($P < 0.001$).

Se constata que bajo las condiciones en que se realizó este estudio, los fungicidas y los extractos vegetales lograron mantener un promedio de THC adecuado, según las exigencias de los mercados de exportación de plátano, donde el mínimo exigido es de siete hojas, ya que no favorece la maduración prematura del fruto, que a su vez es la principal causa de pérdidas.

Índice de infección a la cosecha (INDC):

Las aplicaciones de fungicidas o tratamientos foliares lograron suprimir la epidemia de la sigatoka negra, superando estadísticamente a los demás tratamientos con un promedio en el INDC de 40.30% ($P < 0.001$), seguido por las aplicaciones de B1 y B2, similares entre sí con un promedio de 46.82 a 47.07%, respectivamente. Las plantas sin aplicaciones foliares o testigo registraron un alto porcentaje de infección, estadísticamente superior al resto de los tratamientos foliares con un promedio de 74.35%.

En esta variable biológica se mantiene el comportamiento similar de

eficacia de las aplicaciones de fungicidas y los extractos vegetales, destacándose su importancia en esta etapa fenológica, donde se requiere mantener valores bajos de severidad de la enfermedad sigatoka negra o, en su defecto, mayor área foliar fotosintéticamente activa a la cosecha.

Periodo de siembra a la cosecha (PSC):

Con la utilización de cormos el PSC promedio registrado fue de 320 días, superando estadísticamente a las vitroplántulas, con un promedio de 333 días ($P < 0.001$).

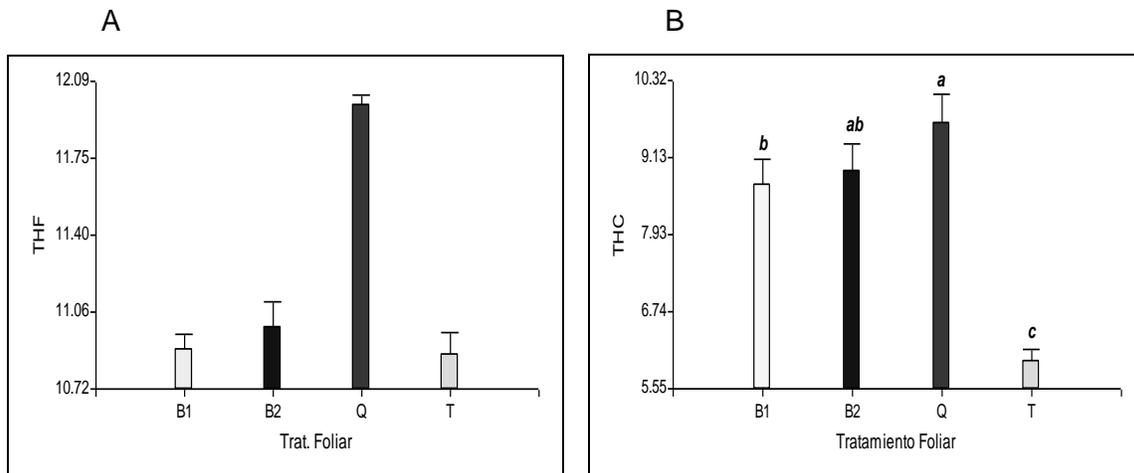
Se deduce que el material semilla conocido como cormo, que fue obtenido de plantaciones comerciales de plátano establecidas previamente, posee mayor capacidad de adaptación y desarrollo que las vitroplántulas provenientes de ambientes completamente artificiales (*in vitro*) y asépticos. Es importante señalar que entre más corto el PSC, más rápido se inicia la obtención de ingresos o beneficios económicos de la plantación de plátano.

Número de dedos por racimo (ND):

En esta variable de producción, se detectó diferencias estadísticas únicamente para el efecto del material de semilla utilizado ($P < 0.001$). Se destaca una vez más que los cormos tienden a registrar resultados promisorios, superiores estadísticamente a las vitroplántulas. El promedio respectivo de ND registrado en las plantas provenientes de cormos y vitroplántulas fue 46 y 42. Como comparador local, el ND promedio registrado en las plantaciones de plátano en Panamá es de 26.

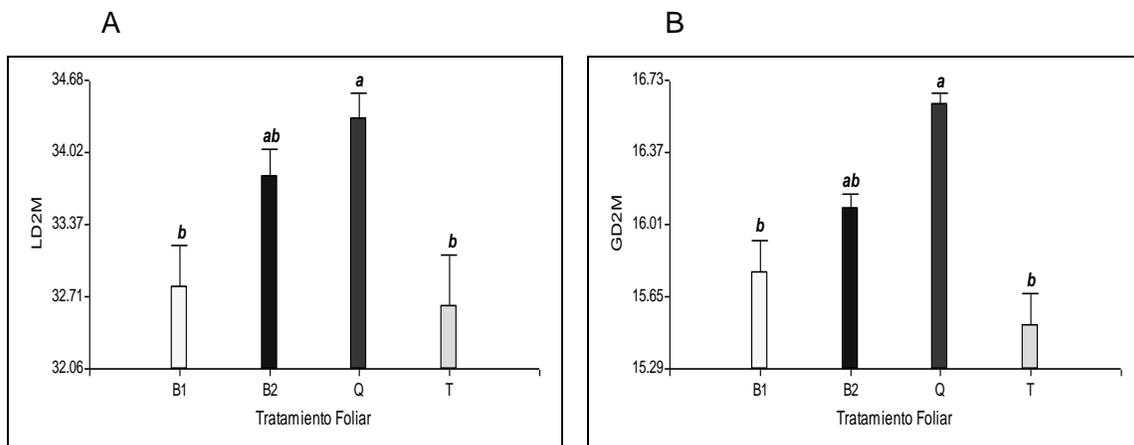
Longitud y grosor del dedo central de la segunda mano (LD2M y GD2M):

Estos caracteres están relacionados con la calidad de los frutos cosechados. Con el material de siembra cormos, se registró el mayor promedio de LD2M con 34 cm, superior estadísticamente a los obtenidos en las plantas provenientes de vitroplántulas, con un promedio de 30 cm ($P < 0.001$). El valor promedio nacional de LD2M es de 25 cm (Figura 3).



Medias con la misma letra no presentan diferencias estadísticas entre sí, ($P < 0.001$), según la prueba DMS.

Figura 2. A. Promedio del total de hojas a floración (THF) y B. Promedio del total de hojas a cosecha (THC), resultantes de las aplicaciones foliares para el control de la sigatoka negra en plátano.



Medias seguidas de las mismas letras no presentan diferencia estadística entre sí ($P < 0.001$), según Prueba DMS.

Figura 3. A. Promedio de la longitud (LD2M) y B. Promedio del grosor del dedo de la segunda mano (GD2M), en plantas de plátano con aplicaciones foliares, var. Curaré Enano.

Por otro lado, con las aplicaciones de fungicidas se cuantificó el mayor promedio de LD2M con 34.50 cm con un comportamiento similar con las aplicaciones del extracto vegetal B2. El promedio de LD2M registrado con las aplicaciones de B2, B1 y sin aplicaciones foliares fueron similares entre sí, pero este último presentó diferencia estadística con respecto a las aplicaciones de fungicidas.

La variable GD2M, es concomitante con las anteriores variables de producción con calidad para el consumo nacional y la exportación, que a su vez eleva los niveles de competitividad a este agronegocio. Con el uso de los materiales de siembra y las aplicaciones foliares se detectaron diferencias altamente significativas ($P < 0.001$). Las plantas procedentes de cormos evidenciaron el mayor valor promedio de GD2M con 16.14 cm, significativamente superior al promedio de 14.80 cm registrado con el uso de vitroplántulas.

El comportamiento del promedio de GD2M registrado por las aplicaciones foliares fue similar a los valores obtenidos en la variable LD2M, donde las plantas con aplicaciones de

fungicidas registraron el mayor promedio de GD2M, con 16.50 cm, mostrando diferencia estadística con respecto a los valores promedio de 15.40 cm registrados en las plantas sin aplicaciones foliares.

Es notable que en todas las variables de respuesta estudiadas, luego de realizado el análisis de varianza, los coeficientes de variación fuesen bajos, los cuales le confieren alta confiabilidad a los resultados obtenidos.

CONCLUSIONES

- Los valores promedio de severidad registrados y de ABCPE calculados durante el ciclo del cultivo de plátano, evidencian la alta presión de inóculo del fitopatógeno *M. fijiensis* y la consecuente susceptibilidad de la variedad Curaré Enano.
- En las variables biológicas y fenológicas ABCPE, THC y PSC, las plantas provenientes del material de semilla cormos registraron un mejor comportamiento que las vitroplántulas. Asimismo, en las variables de producción ND, LD2M y GD2M, se evidenció la superioridad estadística de las plantas provenientes de cormos sobre las vitroplántulas.

- Las aplicaciones foliares de fungicidas superaron estadísticamente en las variables ABCPE, THF, HMJC e INDC. Sin embargo, se evidenció un comportamiento similar con las aplicaciones semanales de los extractos vegetales, en las variables fenológicas y de producción THC, LD2M y GD2M, con calidad de exportación e inocuos a la salud humana y ambiental.
- La protección radical de los materiales utilizados como semilla, cormos y vitroplántulas, con las dos cepas de *T. atroviride*, no influyó en el comportamiento de la enfermedad sigatoka negra.

RECOMENDACIÓN

Se sugiere realizar estudios de evaluación de dosis y frecuencias de aplicación de los extractos vegetales, incluyéndolos en un programa de manejo integral del cultivo de plátano, contemplando la realización de sendos análisis económicos.

BIBLIOGRAFÍA

Douglas, M; Ronald, RC. 1992. El combate de la sigatoka negra. Boletín No 4. Departamento de investigaciones. CORBANA. 22 p.

Fouré, E. 1994. Leaf spot disease of banana and plantain cause by *Mycosphaerella fijiensis* and *Mycosphaerella musicola*. In Jones, D. ed. The improvement and testing of musa: A global partnership. Proceedings of the first Global Conference of The International Testing *Musa*. Program held at FHIA, Honduras. INIBAP. p. 37-49.

Gauhl, F. 1994. Epidemiology and ecology of black sigatoka (*Mycosphaerella fijiensis*) on plantain and banana in Costa Rica, Central America, PhD, thesis originally presented in German. INIBAP, Montpellier, Francia. 120 p.

Marcelino, L; González, V; Ríos, D. 2004. El cultivo de plátano en Panamá. Manual de recomendaciones técnicas para el cultivo tecnificado de plátano (*Musa paradisiaca* L.). IDIAP. 63 p.

MICI (Ministerio de Comercio e Industrias). 2004. Situación socioeconómica de la producción bananera en Panamá. Panamá. 10 p.

- Osorio, GP. 2006. Evaluación de hongos endofíticos y extractos botánicos para el control de la sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) en banano. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 90 p.
- Riveros, AS; Arciniegas, AM. 2003. Productos naturales como biofungicidas e inductores de resistencia para el manejo de la sigatoka negra. In Rivas, G. y Rosales, F. eds. Actas del Taller Manejo convencional y alternativo de la sigatoka negra, nemátodos y otras plagas asociadas al cultivo de musáceas en los trópicos. Guayaquil, Ecuador: 11-13 de agosto, 2003. INIBAP – MUSALAC. p. 31-32.
- Rosales, FE. 2004. Guía para el establecimiento y evaluación de experimentos con bioproductos para el control de nemátodos y sigatoka negra de banano y plátano. FONTAGRO, INIBAP y CATIE, Turrialba, CR. 42 p.
- Steel, RG; Torrie, JH. 1980. Principles and procedures of statistic. A biometrical approach. Second Edition. Printed in the United States of America. p. 185-186.