

Efecto de programas de fungicidas para el manejo de sigatoka negra (*Pseudocercospora fijiensis*)

Luciano Martínez-Bolaños^{1*}, Jesús Humberto Arteaga-Gallegos²

¹Especialista en Fitosanidad Tropical. Unidad Regional Universitaria Sursureste. Universidad Autónoma Chapingo. San José Puyacatengo, Teapa, Tabasco, México. ²SYNGENTA Agro S.A de C.V.

***Autor de**

Correspondencia:

Luciano Martínez-Bolaños
lucianomtz@yahoo.com.m

x

Contribución:

Tecnológica

Sección:

Fitosanidad

Recibido:

15 Diciembre, 2023

Aceptado:

15 Enero, 2024

Publicado:

06 Abril, 2024

Cita:

Martínez-Bolaños L y
Arteaga-Gallegos JH. 2024.
Efecto de programas de
fungicidas para el manejo
de sigatoka negra
(*Pseudocercospora*
fijiensis). Acorbat Revista
de Tecnología y Ciencia
1(1): 29
<https://doi.org/10.62498/AR.TC.2429>



RESUMEN

El estudio se realizó en una plantación comercial de banano en Teapa, Tabasco, México, bajo un diseño experimental BCA, cuatro repeticiones y 10 plantas por unidad experimental. Se evaluaron cuatro programas con base a la aplicación semanal de fungicidas de origen natural: Taegro (*Bacillus amyloliquefaciens* cepa FZB24) y Timorex Gold (*Melaleuca alternifolia*) en rotación con sistémicos: Sico (difeconazol), Seeker (fepropidin) y Bankit (azoxystrobin), en contraste con un programa convencional y el testigo absoluto. Los programas mostraron plantas sanas, con bajo Promedio Ponderado de infección de la enfermedad (1.0), y plantas con mayor número de hojas libres de síntomas tanto estrías, manchas y quemas, los cuales fueron estadísticamente diferentes al testigo y similares al testigo comercial (Tukey, 0.05).

Palabras clave: *Pseudocercospora fijiensis*, Manejo Sostenible, Fitosanidad.

ABSTRACT

The study was carried out on banana commercial plantation in Teapa, Tabasco, Mexico, under a blocks random experimental design. Four programs were tested based on rotation systems with natural fungicides: Taegro (*Bacillus amyloliquefaciens* strain FZB24) and Timorex Gold (*Melaleuca alternifolia*) and systemic fungicides Sico (difeconazol), Seeker (fepropidin) and Bankit (azoxystrobin), in contrast with a conventional program of black spot Sigatoka management and the absolute control. The evaluated programs showed out healthy plants, with low pondered average of infection (1.0), and plants with more leaves healthy whit out symptoms of stretch marks, spots and burned, which was different to the control plants and similar to the plants under regional management (Tukey, 0.05). The use of innovative programs are alternative for the sustainable management of black Sigatoka in banana cultivation.

Keywords: *Pseudocercospora fijiensis*, sustainable management, phytosanity.

INTRODUCCIÓN

La Sigatoka negra (*Pseudocercospora fijiensis*) es una enfermedad que afecta el follaje del cultivo de plátanos y bananos en el mundo, por lo cual se realizan aplicaciones de fungicidas tanto de acción sistémica como protectante; sin embargo, durante los últimos años se ha cuestionado el uso intensivo de estos plaguicidas por su impacto al ambiente y a la salud humana (Martínez *et al.*, 2012). En ese sentido, es necesario desarrollar programas inteligentes que permitan reducir el impacto de la Sigatoka negra y fomentar un manejo sostenible del cultivo de banano. Los objetivos del estudio fueron: a) Evaluar el programa de fungicidas Syngenta para el manejo de Sigatoka negra en el cultivo del banano; b) Comparar el programa Syngenta con el manejo comercial de la zona, y c) Evaluar posibles efectos fitotóxicos al cultivo

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en una plantación comercial de bananos, grupo Cavendish c.v. Enano Gigante, en el estado de Tabasco, México. Durante el mes de agosto a septiembre del 2023 se evaluaron cuatro programas Syngenta para el manejo de la Sigatoka negra, además de un programa convencional y un testigo absoluto (Cuadro 1).

Diseño experimental. El estudio se realizó bajo un diseño experimental, Bloques completamente al azar con cuatro repeticiones; cada unidad experimental estuvo representada por una parcela de 40 m² (10m x 4m), y una densidad de 2500 por hectárea. El estudio se realizó en plantas jóvenes de 1.0 a 1.2 m de altura. Los tratamientos se aplicaron al follaje de manera semanal, con una bomba aspersora motorizada marca Forza Modelo 818025 25 L 1HP de dos tiempos y un volumen de 200 L ha⁻¹.

La evaluación de la incidencia y severidad de la sigatoka se realizó antes de la aplicación de los tratamientos y 7 días después de cada aplicación. El tamaño de muestra fueron 4 plantas por repetición. Las variables respuesta fueron: severidad de la enfermedad, hoja más joven con estría (HMJE), hoja más joven con mancha (HMJM), Hoja más joven con Quema (HMJQ), Número de hojas totales (NTH), y porcentaje de fitotoxicidad. La severidad de la Sigatoka negra se determinó con base a la escala propuesta por Stover (Stovet, 1974) modificada por Gahul modificada por Syngenta. Donde el grado asignado en la escala corresponde al daño causado por la Sigatoka negra en el follaje. Grado 0 = Hoja completamente limpia; 1 = < 25% del área

foliar con pizcas o estrías; 2 = > 25% del área foliar con pizcas o estrías; 3 = < 5% del área foliar con manchas; 4 = 6 - 15 % del área foliar con manchas; 5 = 16 - 32 %; 6 = > 33 % . La severidad de la enfermedad se determinó mediante el Promedio ponderado de infección (PPI) con fórmula: $PPI = (\text{Porcentaje de hojas de cada grado} * \text{valor de cada grado en la escala}) / 100$.

Análisis estadístico. Los resultados de severidad de la enfermedad se sometieron a un análisis de varianza para determinar las diferencias entre tratamientos (ANOVA, $\alpha=0.05$). Posteriormente, se realizó una prueba de comparación múltiple de medias (Tukey, $\alpha = 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del estudio realizado en el cultivo del banano variedad enano gigante, durante los meses de agosto a septiembre del 2023, en el estado de Tabasco, región tropical húmeda, y principal zona productora de plátanos y bananos de México, muestran un efecto diferencial de los programas Syngenta aplicados en el cultivo de banano para el control de la Sigatoka negra (Tukey, 0.05) (Cuadro 1).

Efecto de programas en el Promedio Ponderado de Infección (PPI) de la Sigatoka negra

El promedio Ponderado de Infección inicial (**D0**) de la enfermedad, previo a la aplicación de los tratamientos, fluctuó entre 0.4 y 0.5 %. De igual forma, en la segunda y tercer evaluación realizada 7 y 14 días después de la primer aplicación de tratamientos (**D7 y D14**), las plantas de banano presentaron un promedio ponderado entre 0.4 y 0.7 %, los cuales no mostraron diferencias significativas entre tratamientos (Tukey, 0.05). Los programa Syngenta incluyeron la aplicación del fungicida Sico (difeconazol) a 0.4 L ha⁻¹; mientras que en la segunda aplicación se basó en fungicidas bioracionales, como el fungicida Taegro (*B.amyloliquefasciens* FZB24) a 0.185 kg ha⁻¹, en el programa 2 y 4; y Timorex Gold (Aceite del árbol del té: *M. artemisia*) a 0.500 L ha⁻¹ en el 3 y 5; en el testigo comercial se aplicó la molécula comercial de mancozeb

Cuadro 1. Programas para el control de Sigatoka negra en el cultivo del banano.

TMT	TAG	Tratamiento	Ingrediente Activo	Concentración (g ia/ L)	Dosis (g o mL f.p/ha)	Aceite (L/ha) + Emulsificante
1	1	Testigo Absoluto				
	1	Sico	Difeconazol	250	400	4
	2	Taegro	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> FZB24	130	185	4
	3	Seeker	Fenpropidin	750	600	4
	4	Taegro	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> FZB24	130	185	4
	5	Bankit	Azoxystrobin	250	400	4
2	6	Taegro	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> FZB24	130	185	4
	1	Sico	Difeconazol	250	400	4
	2	Timorex Gold	<i>Melaleuca alternifolia</i>	233	500	4
	3	Seeker	Fenpropidin	750	600	4
	4	Timorex Gold	<i>Melaleuca alternifolia</i>	233	500	4
	5	Bankit	Azoxystrobin	250	400	4
3	6	Timorex Gold	<i>Melaleuca alternifolia</i>	233	500	4
	1	Sico	Difeconazol	250	400	4
	2	Taegro	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> FZB24	130	185	4
	3	Seeker	Fenpropidin	750	600	4
	4	Timorex Gold	<i>Melaleuca alternifolia</i>	233	500	4
	5	Bankit	Azoxystrobin	250	400	4
4	6	Taegro	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> FZB24	130	185	4
	1	Sico	Difeconazol	250	400	4
	2	Timorex Gold	<i>Melaleuca alternifolia</i>	233	500	4
	3	Seeker	Fenpropidin	750	600	4
	4	Taegro	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> FZB24	130	185	4
	5	Bankit	Azoxystrobin	250	400	4
5	6	Timorex Gold	<i>Melaleuca alternifolia</i>	233	500	4
	1	Folicur	Tebuconazole	250	400	4
	2	Manzate 200 WP	Mancozeb	800	2000	Resina de pino
	3	Manzate 200 WP	Mancozeb	800	2000	Resina de pino
	4	Volley	Fenpropimorf	880	700	4
	5	Manzate 200 WP	Mancozeb	800	2000	Resina de pino
6	6	Siganex	Pyrimetanil	600	500	4

En la cuarta evaluación (**D21**) las plantas testigo presentaron un PPI de 1.2; mientras que las plantas bajo los diferentes programas de aplicación de fungicida presentaron un índice entre 0.6 y 0.8 %, los cuales fueron estadísticamente diferentes al testigo absoluto (Tukey, 0.05). Los programas Syngenta incluyeron el uso del

fungicida sistémico, Seeker (fenpropidin) a dosis de 0.750 L ha⁻¹. En la quinta evaluación (**D28**), las plantas de banano bajo los programas de fungicidas tanto sistémicos como protectantes, presentaron un PPI entre 0.7 y 0.9; mientras que el testigo absoluto presentó 1.3, estos resultados fueron diferentes estadísticamente al resto de tratamientos (Tukey, 0.05). La cuarta aplicación, se basó en fungicidas bioracionales, como el fungicida Taegro (*B. amyloliquefasciens* FZB24) a 0.185 kg ha⁻¹, en el programa 2 y 4; y Timorex Gold (Aceite del árbol del té (*M. artemisia*)) a 0.500 L ha⁻¹ en el 3 y 5. En la sexta evaluación (**D35**), realizada 35 DDA1, 28 DDA2, 21DDA3, 14 DDA4 y 7 DDA5, las plantas de banano bajo los programas de fungicidas presentaron plantas con PPI's de 0.8 (Cuadro 2), los cuales fueron estadísticamente diferentes a las plantas testigo que presentaron una severidad del 1.5 % (Tukey, 0.05). En la quinta aplicación, todos los programas Syngenta incluyeron al fungicida sistémico Bankit (Azoxystrobin) a 0.400 L ha⁻¹. En la séptima evaluación (**D42**) las plantas de banano presentaron PPI's con diferencias significativas entre tratamientos y el testigo absoluto, el cual presentó un índice del 2.2; mientras que las plantas de banano bajo programas Syngenta presentaron índices entre 1.0 y 1.1 (Cuadro 2). Los resultados fueron estadísticamente diferentes al testigo absoluto (Tukey 0.05). Los programas Syngenta 2 y 4 incluyeron la aplicación de fungicidas de origen natural: Taegro a 0.185 kg ha⁻¹; y Timorex Gold a 0.500 L ha⁻¹ en el programa 3 y 5.

Cuadro 2. Efecto de tratamientos en el Promedio Ponderado de Infección de la Sigatoka negra y Número Total de Hojas en el cultivo de banano grupo Cavendish cv Enano Gigante en el estado de Tabasco, México. 2023.

TM T	Promedio Ponderado de Infección (PPI)							Número Total de Hojas (NTH)						
	D-0	D-7	D-14	D-21	D-28	D-35	D-42	D-0	D-7	D-14	D-21	D-28	D-35	D-42
1	0.5 a	0.5 a	0.7 a	1.2 a	1.3 a	1.5 a	2.2 a	7.5 a	7.6 a	7.1 a	8.8 a	8.8 a	8.5 b	9.6 b
2	0.4 a	0.4 a	0.5 a	0.7 b	0.9 b	0.8 b	1.1 b	7.3 a	7.3 a	7.7 a	8.7 a	9.3 a	9.7 a	10.7 a
3	0.4 a	0.4 a	0.5 a	0.6 b	0.7 b	0.8 b	1.1 b	7.5 a	7.4 a	7.8 a	8.8 a	8.8 a	9.8 a	10.6 a
4	0.4 a	0.4 a	0.5 a	0.8 b	0.8 b	0.8 b	1.0 b	7.5 a	7.4 a	7.8 a	8.9 a	9.3 a	10.2 a	10.9 a
5	0.4 a	0.4 a	0.5 a	0.8 b	0.7 b	0.8 b	1.0 b	7.8 a	7.9 a	7.4 a	8.7 a	9.1 a	9.8 a	10.6 a
6	0.5 a	0.5 a	0.5 a	0.7 b	0.8 b	0.8 b	1.1 b	7.5 a	7.8 a	7.8 a	9.0 a	9.1 a	9.9 a	10.8 a

*Valores con letras diferente en cada columna presentan diferencias estadísticas significativas (Tukey, 0.05). D: Días después de la primera aplicación de fungicidas

Efecto de aplicación de fungicidas en el número total de hojas en el cultivo de banano

Las plantas de banano presentaron un comportamiento similar en el número total de hojas, durante las primeras cinco evaluaciones, las cuales se realizaron después de 4 aplicaciones semanales de los diferentes programas de fungicidas. Durante esta primera fase, las plantas de banano iniciaron entre 7.5 y 7.8 hojas por planta y cerraron con 8.8 a 9.3; sin embargo, a partir de la sexta evaluación, realizada 35 días después de la primera aplicación de fungicidas, se observaron diferencias estadísticas entre tratamientos (Tukey, 0.05). En ese sentido, las plantas de banano testigo presentaron 8.5 hojas por planta, mientras que las plantas bajo los diferentes programas Syngenta de manejo de fungicidas contra Sigatoka, presentaron entre 9.7 y 10.2 hojas por planta (Cuadro 2). En la séptima evaluación, realizada 42 días después de la primera aplicación de fungicidas (42 DDA1, 35 DDA2, 28DDA3, 21 DDA4, 14 DDA5 y 7 DDA6) las plantas de banano bajo los programas Syngenta para el manejo de Sigatoka negra presentaron entre 10.6 a 10.9, mientras que el testigo absoluto presentó 9.6 hojas, las cuales fueron diferentes estadísticamente al resto de tratamientos (Tukey, 0.05).

Efecto de aplicación de fungicidas en la Hoja más Joven con Estrías en el cultivo de banano

Respecto a la hoja más joven con estrías, este inicio entre la hoja 5.0 y 5.3, y se mantuvo durante 7 días (D.7); sin embargo, a partir de la tercera evaluación (D-14), las plantas de banano mostraron diferencias significativas en la hoja más joven con estría, en ese sentido, las plantas tratadas con los fungicidas mostraron este síntoma entre la hoja más joven 5.0 y 5.2; las plantas testigo lo presentaron en la hoja 4.4, los cuales fueron estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05). A partir de la cuarta evaluación (D-21), hasta la séptima evaluación (D-42), se presentaron diferencias significativas entre el testigo y el resto de tratamientos, los cuales mostraron la hoja más joven con estría entre la hoja 6.2 y 6.4, mientras que en las plantas testigo, se presentó en la hoja 4.5 (Cuadro 3).

Cuadro 3. Efecto de tratamientos en el control Sigatoka negra sobre etapas evolutivas: Hoja más Joven con Estría y Hoja más Joven con Mancha en el cultivo de banano grupo Cavendish cv Enano Gigante en Teapa, Tabasco, México. 2023.

TMT	Hoja más Joven con Estría (HMJE)							Hoja más Joven con Mancha (HMJM)						
	EV1	EV2	EV3	EV4	EV5	EV6	EV7	EV1	EV2	EV3	EV4	EV5	EV6	EV7
1	5.1 a	5.1 a	4.4 b	4.5 b	4.5 b	4.8 b	4.5 b	7.0 a	6.3 b	6.2 b	6.3 b	6.3 b	6.2 b	5.9 b
2	5.1 a	5.0 a	5.2 a	5.3 a	5.8 a	6.4 a	6.3 a	7.0 a	7.2 a	7.2 a	6.9 a	7.3 a	7.5 a	7.8 a
3	5.1 a	5.0 a	5.0 a	5.3 a	6.0 a	6.4 a	6.3 a	7.0 a	7.3 a	7.0 a	7.0 a	7.3 a	7.7 a	7.8 a
4	5.0 a	5.0 a	5.0 a	5.6 a	5.8 a	6.5 a	6.4 a	7.1 a	7.3 a	7.0 a	7.2 a	7.1 a	7.5 a	7.6 a
5	5.3 a	5.2 a	5.2 a	5.2 a	5.8 a	6.5 a	6.3 a	7.1 a	7.5 a	7.2 a	7.1 a	7.3 a	7.7 a	7.8 a
6	5.0 a	5.0 a	5.0 a	5.4 a	5.8 a	6.4 a	6.2 a	7.0 a	7.2 a	7.3 a	7.0 a	7.3 a	7.8 a	7.8 a

* Valores con letras diferente en cada columna presentan diferencias estadísticas significativas (Tukey, 0.05)

Efecto de aplicación de fungicidas en la hoja más joven con manchas en el cultivo de banano

Durante la primera evaluación realizada, no hubo diferencias entre las unidades experimentales de los tratamientos, por lo cual, el estudio inició en condiciones similares de presión de la enfermedad, y los primeros síntomas fueron en la hoja 7.0 y 7.1; sin embargo, con el avance del tiempo, se acentuaron los síntomas de la Sigatoka negra en las plantas de banano acorde a los programas de fungicidas aplicados, en especial, la ubicación de la hoja más joven con mancha. Así, en la evaluación 7 (D-42), realizada 42 días después de la primera aplicación de fungicidas, y seis aplicaciones semanales de fungicidas, las plantas presentaron la hoja más joven con mancha entre la hoja 7.6 y 7.8; mientras que las plantas testigo la presentaron en la hoja 5.9, las cuales fueron estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05).

El estudio se realizó en la época de mayor presión de la enfermedad, donde se tuvieron precipitaciones acumuladas semanales desde 50 hasta 150 mm; y una acumulación de lluvia de 850 mm durante el periodo de estudio. Estas condiciones, junto a temperatura y humedad relativa alta, son propicias para el desarrollo asexual ó conidiogénica del *P. fijiensis*, en donde el hongo esporula desde las etapas evolutivas de mancha hasta las quemaduras de la Sigatoka negra, y genera mayor presión sobre el cultivo de banano.

Análisis de Fitotoxicidad. Las aplicaciones de los diferentes fungicidas no causaron daños o fitotoxicidad en el follaje de las plantas de banano durante el periodo de estudio y bajos las condiciones ambientales y cantidad de aplicaciones realizadas.

CONCLUSIONES

La aplicación de programas de manejo Syngenta con fungicidas de origen natural, como Taegro (*Bacillus amyloliquefaciens* FZB24) y Timorex Gold (*Melaleuca alternifolia*) en rotación con fungicidas sistémicos, como el Sico (difeconazol), Seeker (fepropidin) y Bankit (azoxystrobin), presentaron un buen control de la Sigatoka negra en el cultivo de banano, los cuales fueron estadísticamente diferentes al testigo absoluto y similares al testigo comercial regional.

Las dosis de los fungicidas aplicados para el control de Sigatoka negra, en períodos con alta precipitación, no causaron toxicidad en el cultivo de banano.

Los programas Syngenta muestran una alternativa viable para el manejo de la Sigatoka negra en el cultivo de banano, en zonas de alta presión de la enfermedad. Además, ofrecen una alternativa hacia un manejo sostenible de la Sigatoka negra.

REFERENCIAS

1. Martínez B. L., Teliz O. D., Rodríguez M. J.C., Mora A. J.A., Nieto Á. D., Cortés F. J. I., Mejía S. D., Nava D. C., Silva A. G. 2012. Resistencia a fungicidas en poblaciones de *Mycosphaerella fijiensis* del Sureste mexicano. *Agrociencia* 46:707-717
2. Stover, R. H. 1974. Effect of measured levels of Sigatoka disease of bananas on fruit quality and leaf senescence. *Tropical Agriculture* 51: 531-542.