

EVALUACIÓN EXPERIMENTAL DEL CLOROTALONIL EN EL CONTROL DE LA SIGATOKA NEGRA (*Mycosphaerella fijiensis*) EN PLANTACIONES DE PLÁTANO (*Musa* spp. AAB)

José Vicente Lazo¹, José Alfredo Muñoz² y Aníbal Escalona²

RESUMEN

Para evaluar la eficacia y selectividad del fungicida Clorotalonil en el control de la Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis*) se realizaron dos ensayos de campo ubicados en plantaciones comerciales de plátano del estado Mérida, Venezuela. En cada ensayo se utilizó un diseño de bloques al azar, con cuatro replicaciones y cinco tratamientos: Clorotalonil (formulación experimental) a 1,0; 1,5; y 2,0 kg·ha⁻¹, un testigo comercial (Bravo 500) a 2 L·ha⁻¹, y un testigo absoluto no tratado. Se realizó una única aplicación por tratamiento al observarse los primeros síntomas de daño de la enfermedad. La determinación de los valores de eficacia de control se basó en el cálculo de las variables, promedio ponderado de infección (PPI), hoja más joven enferma (HMJE), porcentaje de hojas sanas (% HS) y número de hojas por planta (H/P) que fueron establecidas tomando como base el método de Stover modificado por Gauhl, para la evaluación de la incidencia y severidad del daño causado por la enfermedad. Los resultados obtenidos mostraron que la eficacia de control de todos los tratamientos fungicidas fue estadísticamente significativa con respecto al testigo absoluto en función del comportamiento de las variables PPI, HMJE, % HS y HP. Todas las dosis fungicidas fueron altamente selectivas al cultivo.

Palabras clave adicionales: Eficacia y selectividad de fungicidas, incidencia y severidad de la enfermedad, Musaceae

ABSTRACT

Experimental assessment of chlorothalonil for controlling Black Sigatoka (*Mycosphaerella fijiensis*) in plantain (*Musa* spp AAB)

To evaluate the efficacy and selectivity of the fungicide chlorothalonil in the control of Black Sigatoka (*Mycosphaerella fijiensis*), two experimental field trials located in commercial crops of plantain in Merida State, were performed. Each experiment consisted on a randomized block design with 4 replications and 5 treatments: Chlorothalonil (experimental formulation) at rates of 1.0, 1.5 and 2.0 kg·ha⁻¹, a commercial check (Bravo 500: 2 L·ha⁻¹), and an untreated check. A single application was made when the first symptoms of the disease appeared in the plantain leaves. The quantitation of effectiveness of control was based on the calculation of the following variables: weighted average of infection (PPI), the youngest leaf affected (HMJE), the percentage of healthy leaves (% HS) and the number of leaves per plant (H/P), all of which were established based on the method of Stover, as amended by Gauhl, to assess the incidence and severity of damage caused by the disease. Results showed that effectiveness of all fungicide treatments were statistically significant with respect to absolute check, according to the performance of the variables, PPI, HMJE, % HS and HP. All fungicide treatments were highly selective to the crop.

Additional key words: Efficacy and selectivity of fungicides, incidence and severity of the disease, Musaceae

INTRODUCCIÓN

La Sigatoka Negra, causada por el hongo *Mycosphaerella fijiensis* Morelet, anamorfo *Paracercospora fijiensis* (Morelet) Deighton, es descrita en el ámbito mundial como la enfermedad más importante y destructiva del banano (*Musa x paradisiaca* L.) y del plátano *Musa* spp AAB (Fullerton, 1994; Marín et al., 2003; Guzmán,

2006). Este patógeno causa considerable destrucción de tejido foliar, lo que reduce notoriamente la capacidad fotosintética y dificulta que la planta alcance la floración con un buen desarrollo vegetativo y un número de hojas funcionales que permita el llenado de los frutos en forma efectiva, lo que ocasiona maduración prematura de los frutos y racimos con peso inferior a los estándares de comercialización

Recibido: Diciembre 9, 2011

Aceptado: Junio 4, 2012

¹ UCV, Facultad de Agronomía. Apdo. 4579. Maracay. Venezuela. email: josevicente.lazo@gmail.com

² Agropatria C.A. Cagua, estado Aragua. Venezuela. email: agrojamb@hotmail.com

(Guzmán, 2006). Cuando su control es deficiente, la enfermedad prolonga el período entre floración y cosecha, lo que acorta la vida verde del fruto cosechado y los rendimientos pueden reducirse entre 25 y 90 %, e incluso pérdida total (Stover, 1980; Fouré, 1985). El control de esta enfermedad se circunscribe al llamado manejo integrado en el cual se utilizan de manera racional y complementaria, medidas culturales, agronómicas y químicas. Las prácticas culturales y agronómicas están orientadas a reducir las fuentes de inóculo del patógeno y modificar las condiciones microclimáticas que favorecen el desarrollo de la enfermedad. Entre éstas se incluyen, la nutrición óptima del cultivo, control de plagas de la raíz y bulbo, densidad de siembra adecuada, control de malezas, drenaje y reducción de inóculo fúngico mediante la eliminación de las hojas infectadas, y otras fuentes de contaminación. Sin embargo, dentro del conjunto de herramientas del manejo integrado, el uso de fungicidas y fungistáticos desempeña un papel esencial, los cuales, debido a la agresividad y virulencia de la enfermedad, son utilizados en aplicaciones muy frecuentes (Conie, 2001; Chica et al., 2004). Entre los fungicidas disponibles actualmente en el ámbito mundial, los más utilizados forman parte de los siguientes grupos químicos: ditiocarbamatos, clorotalonil, benzimidazoles, morfolinas, triazoles, inhibidores (DMI) y estrobirulinas. El clorotalonil, es un fungicida de acción preventiva, protectora (contacto) y curativa de amplio espectro. Tiene una acción local sistémica, de alta persistencia para el control de enfermedades fungosas producidas por ascomicetos, hongos imperfectos y varios basidiomicetos, en frutales, hortalizas, plantas ornamentales y otros cultivos.

El combate químico sigue siendo la alternativa más usada para hacerle frente a esta enfermedad, pero esta opción trae problemas colaterales, como es el caso de contaminación ambiental, salud humana y resistencia del hongo causal a los fungicidas (Orozco, 1998). Esto se agrava mucho más porque el uso intensivo y extensivo de los fungicidas a intervalos cortos, aumenta las probabilidades de evolución de cepas de hongos tolerantes, particularmente hacia fungicidas sistémicos (Marín et al., 2003), lo que hace necesario realizar rotación o alternancia de aplicaciones con fungicidas de diferentes

mecanismos de acción; por ejemplo, la aparición de poblaciones con mayor tolerancia a los benzimidazoles y triazoles en los últimos años ha determinado un incremento del uso de clorotalonil en aspersiones acuosas, debido a que esta molécula tiene múltiples sitios de acción y es más difícil que el patógeno evolucione resistencia hacia ella (Pérez, 2006).

Con la finalidad de ampliar la gama de opciones químicas a ser incorporadas en el manejo integral de la enfermedad, se realizó el presente trabajo para evaluar la selectividad al cultivo y la eficacia de control de la Sigatoka Negra con una formulación experimental de clorotalonil versus un fungicida comercial (Bravo 500).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron dos ensayos experimentales de campo durante el ciclo agrícola del año 2008, en los fundos “La Bandera” (Localidad I) y “La Esperanza” (Localidad II) ubicados en los municipios Obispo Ramos de Lora y Alberto Adriani, respectivamente, del estado Mérida, Venezuela.

La Localidad I se ubica, según el criterio de clasificación de Holdridge, dentro del bosque húmedo tropical (bh-T) con 8 a 9 meses lluviosos y una precipitación anual superior a 2000 mm, con altitud de 130 msnm y temperatura media diaria de 30 °C. Los suelos pertenecen al orden Entisols con textura variable. La localidad II presenta características de suelos y precipitación similares a la localidad I, y sólo varían en su altitud (78 msnm) y temperatura (28 °C).

Los ensayos se instalaron en plantaciones de plátano de la variedad Harton de 3 años de establecidas con una densidad de 625 plantas por ha, a 4 m de distancia entre plantas, 4 m entre hileras y una hilera de bordura entre parcelas. Cada unidad experimental consistió en una parcela con 4 plantas (cepas) en un área efectiva de 64 m². Los tratamientos con fungicidas se aplicaron al observarse los primeros síntomas de daño de la enfermedad con una asperjadora de espalda calibrada para descargar 200 L·ha⁻¹ de la solución.

En ambos ensayos se evaluaron cinco tratamientos con diferentes dosis de fungicida en un diseño de bloques al azar con cuatro replicaciones. Los fungicidas fueron el Clorotalonil, formulación experimental en

gránulos dispersables, a la concentración de 75% p/p del ingrediente activo, y el producto comercial Bravo 500 en suspensión concentrada, a la concentración de 500 g·L⁻¹ (40,4% p/p) de clorotalonil (Cuadro 1).

Cuadro 1. Dosis evaluadas en los ensayos de eficacia del fungicida Clorotalonil para el control de Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en plátano

Tratamiento	Dosis kg·ha ⁻¹
Clorotalonil	1,0
Clorotalonil	1,5
Clorotalonil	2,0
Testigo comercial	2,0
Testigo absoluto (sin fungicida)	-

En ambos ensayos se realizó una evaluación preliminar de presencia de la enfermedad en el cultivo antes del inicio de los experimentos. La selectividad al cultivo se midió a los 3 y 7 días después de la aplicación de los tratamientos fungicidas, mediante una escala visual de fitotoxicidad con valores entre 0 y 10 (Cuadro 2).

En este mismo cuadro, en la columna de la derecha, aparece la escala de Stover (1980) modificada por Gauhl (1990) que se utilizó para cuantificar las evaluaciones de eficacia de control de la enfermedad que fueron realizadas a los 3, 7, 15, 21 y 30 días después de la aplicación (dda) de los diferentes tratamientos. A diferencia de otras enfermedades, en el caso de la Sigatoka (*Mycosphaerella fijiensis*), el método de Stover (1980) es un procedimiento aceptado internacionalmente para evaluar su incidencia y severidad. En este método se utilizan una serie de índices o variables que una vez determinados y analizados permiten cuantificar el grado de daño que esta enfermedad produce en una población de plantas de un genotipo determinado, si se trata de un cultivo comercial. Los índices utilizados para saber cuáles fueron los tratamientos y/o dosis que presentaron la mayor eficacia de control de la enfermedad, fueron, el promedio ponderado de infección (PPI), hoja más joven enferma (HMJE), porcentaje de hoja sana (% HS) y número de hojas por planta (H/P); siendo particularmente importantes como indicadores de eficacia de control los valores de PPI y porcentaje de hoja sana.

Cuadro 2. Escalas para determinación de fitotoxicidad del fungicida y daño foliar ocasionado por el patógeno, utilizadas en los ensayos de evaluación de eficacia del clorotalonil en el control de la Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en plátano.

Escala de fitotoxicidad		Escala de Stover, modificada	Grado
Índice de fitotoxicidad	Toxicidad foliar		
0	Ningún daño aparente	Hasta 10 manchas por hoja	1
1 a 3	Daño leve	Menos del 5 % del área foliar enferma	2
4 a 6	Daño moderado	De 6% a 15 % del área foliar enferma	3
7 a 9	Daño severo	De 16% a 33 % del área foliar enferma	4
10	Destrucción del tejido foliar	De 34% a 50 % del área foliar enferma	5
		Más del 50 % del área foliar enferma	6

Para los fines de evaluación se seleccionaron dos plantas al azar por parcela, próximas a florecer, tomando en cuenta todas las hojas presentes en cada planta, con excepción de la hoja “bandera” y las hojas agobiadas o dobladas (hojas secas o muertas por la enfermedad). Se enumeraron las hojas de cada planta a partir de la hoja bandera y hacia abajo, correspondiendo el número 1 a la hoja más cercana a la hoja bandera, es decir, la hoja 1 fue la primera hoja completamente expandida. La hoja 2 fue la segunda hoja expandida y así sucesivamente hasta llegar a la hoja más baja. Para determinar el área foliar

enferma, se estimó visualmente el área total cubierta por todos los síntomas de la enfermedad en cada hoja y se calculó el porcentaje de la hoja cubierto por la enfermedad de acuerdo a los grados de la escala de Stover modificada, descritos anteriormente.

Para obtener el número de hojas promedio por planta (H/P), se realizó la semi suma del total de hojas de las dos plantas muestreadas. La hoja más joven enferma fue la primera hoja con por lo menos 10 manchas (Grado 1) contando de arriba hacia abajo. La variable HMJE fue determinada mediante la ubicación en cada planta de la hoja

más joven con síntomas visibles de la enfermedad (al menos grado 1) y a dicha hoja se le asignó un valor numérico igual a la posición que ella ocupaba en la planta, contando de arriba hacia abajo. Luego, para obtener el valor promedio de la variable HMJE, se sumaron los valores individuales de HMJE de cada planta y la suma total se dividió entre el número de plantas muestreadas. Para obtener los valores de promedio ponderado de infección (PPI), primeramente se calculó el porcentaje de hojas infectadas por grado, que se obtuvo dividiendo el número total de hojas en cada grado (NHGI) entre el número total de hojas (total de H/P) y se multiplicó por 100. Luego para calcular el PPI se multiplicó el porcentaje de hojas de cada grado por el correspondiente valor del grado en la escala; se obtuvo la sumatoria de estas multiplicaciones y el total se dividió entre 100, o sea, $PPI = \sum [(\% \text{ hojas en cada grado} \times \text{grado respectivo de severidad})] / 100$. Un PPI menor de 2 indica un bajo índice de daño, y la severidad de la enfermedad será mayor según aumenta el PPI.

Previo al análisis estadístico de los resultados, se realizaron las pruebas de cumplimiento de los supuestos del Anova, entre ellas las pruebas de normalidad del error (Wilk-Sapiro), homogeneidad de las varianzas (Bartlett), aditividad de los efectos (Tukey) y normalidad de la distribución de los datos a las variables PPI, HMJE, %HS y H/P antes de la aplicación de los tratamientos (aat) y en cada una de las fechas de muestreo posteriores a la aplicación. Se pudo constatar que dichas variables no presentaron un patrón uniforme de normalidad a lo largo del período experimental, y produjeron en unos casos una distribución normal y en otros una distribución no normal. En consecuencia, se aplicaron procedimientos de análisis de varianza paramétricos para los casos donde hubo cumplimiento de los supuestos del Anova, mientras que en los casos donde no lo hubo, y en las variables de naturaleza cualitativa, se aplicó el procedimiento de análisis de variancia no paramétrico de Rangos de Categorización de Friedman y la prueba de Wilcoxon para separación de medias cuando hubo diferencias significativas.

RESULTADOS

Selectividad al cultivo (localidades I y II): Bajo

las condiciones de ambos ensayos, tanto el fungicida clorotalonil como el testigo comercial, Bravo 500, presentaron una alta selectividad, y no se observaron síntomas de toxicidad en el cultivo de plátano, con valores de cero en la escala visual de daño (0 a 10) a los 3 y 7 días después de la aplicación de los tratamientos. No se encontró en la literatura de algún caso de fitotoxicidad del clorotalonil en plátano, cuando ha sido aplicado de la manera correcta en aspersiones acuosas. Los únicos casos de fitotoxicidad en cambur o en plátano, han ocurrido cuando la aspersión, por desconocimiento o por accidente, estuvo contaminada con aceite, porque la mezcla con aceite sí causa daños, por lo que se debe tener cuidado con los tratamientos de clorotalonil a hojas que presentan depósitos anteriores de aceite (Pérez, 2006).

Eficacia del control (localidades I y II).

Comportamiento de la variable PPI: Se observa que a partir del día 15, en ambas localidades, este importante índice (PPI) mostró que la dosis 1 del clorotalonil fue inferior a las otras dosis del producto y del Bravo 500, mientras que las dosis 2 y 3 fueron tan efectivas como la del Bravo 500 (Cuadros 3, 4 y 5).

En función del resultado de esta variable, se podría seleccionar la dosis intermedia del clorotalonil ($1,5 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) para su recomendación como aplicación en el campo, lo cual aseguraría una buena protección del cultivo y una dosis aceptable del químico.

Cercano a los 15 días se observa con mayor evidencia el efecto protector de los fungicidas incluyendo al Bravo 500; y parece que ya a los 30 días se había perdido parte del efecto protector. De tal manera que sería conveniente tener en cuenta principalmente los datos hasta los 21 días y más específicamente los de 21 días. Al implementar este control, el productor requeriría de una o dos aplicaciones adicionales de $1,5 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de clorotalonil a partir de los 25 días para asegurar la sanidad del cultivo.

Respuesta de la variable hoja más joven

enferma (HMJE): Los resultados de los Cuadros 3 y 4 muestran que en el lapso comprendido entre el inicio del ensayo y los 7 dda, la variable HMJE tuvo una respuesta con muy pocas diferencias entre los distintos tratamientos fungicidas, ni entre éstos y el testigo absoluto. Sin embargo, a partir

de 15 dda (Cuadros 4 y 5) se observó que el testigo absoluto tuvo un valor estadísticamente

inferior al de los tratamientos con fungicidas, y donde éstos no presentaron diferencias entre sí.

Cuadro 3. Valores de las variables PPI, HMJE, % HS y H/P al inicio del ensayo, antes de aplicarse los tratamientos (aat) y a los 3 días después de aplicarse los tratamientos (3 dda) para el control de la Sigatoka Negra en plátano en dos localidades del estado Mérida, Venezuela

Tratamientos	Localidad I (aat)				Localidad II (aat)			
	PPI	HMJE	% HS	H/P	PPI	HMJE	% HS	H/P
T1	1,16	7,35	67,3	9,80	1,18	7,35	67,5	9,80
T2	1,09	7,10	63,1	9,75	1,12	7,20	63,5	9,75
T3	1,20	6,75	63,0	9,50	1,22	6,80	63,2	9,50
T4	1,03	7,50	64,5	10,0	1,07	7,50	65,0	10,0
T5	1,11	7,30	64,1	9,9	1,13	7,35	64,6	9,90
P	<0,91	<0,37	<0,75	<0,66	<0,93	<0,38	<0,78	<0,60
Tratamientos	Localidad I (3 dda)				Localidad II (3 dda)			
	PPI	HMJE	% HS	H/P	PPI	HMJE	% HS	H/P
T1	1,04	6,10	53,1	9,70	1,15	7,35	67,2	9,80
T2	1,08	5,95	51,4	10,0	1,08	7,05	63,0	9,75
T3	0,96	6,10	55,6	9,90	1,19	6,70	62,9	9,50
T4	0,97	6,15	50,3	10,6	1,02	7,41	64,5	10,1
T5	1,14	6,40	54,8	10,1	1,11	7,25	64,1	9,90
P	<0,93	<0,07	<0,07	<0,25	<0,93	<0,34	<0,76	<0,60

T1 al T3: Clorotalonil en dosis de 1,0; 1,5 y 2,0 kg·ha⁻¹, respectivamente; T4: Bravo 500 en dosis de 2,0 kg·ha⁻¹; T5: Sin fungicida. P: probabilidad estadística. No hubo diferencias estadísticas (P>0,05) en ninguna de las variables al inicio del ensayo, ni a los 3 dda.

Cuadro 4. Valores de las variables PPI, HMJE, % HS y H/P a los 7 y 15 días después de aplicarse los tratamientos (7 y 15 dda) para el control de la Sigatoka Negra en plátano en dos localidades del estado Mérida, Venezuela

Tratamientos	Localidad I (7dda)				Localidad II (7dda)			
	PPI	HMJE	% HS	H/P	PPI	HMJE	% HS	H/P
T1	1,14 c	6,80	53,8 a	11,1	1,10	7,25	67,5	9,8
T2	1,15 c	6,80	53,2 a	11,1	0,96	7,25	68,6	9,8
T3	1,32 b	6,70	51,7 a	11,3	0,98	7,05	67,7	9,5
T4	1,30 b	6,60	50,8 a	11,5	0,98	7,15	65,6	10
T5	2,02 a	6,30	47,6 b	11,3	1,30	7,65	61,2	9,9
P	<0,04	<0,06	<0,03	<0,63	<0,29	<0,12	<0,14	<0,60
Tratamientos	Localidad I (15 dda)				Localidad II (15 dda)			
	PPI	HMJE	% HS	H/P	PPI	HMJE	% HS	H/P
T1	1,20 b	6,75 a	59,1 a	11,3	1,18 b	6,75 a	59,3 a	11,3 a
T2	0,71 c	7,05 a	60,6 a	11,1	0,74 c	7,00 a	60,3 a	11,1 a
T3	0,70 c	7,00 a	61,0 a	11,2	0,71 c	7,05 a	61,0 a	11,4 a
T4	0,70 c	7,00 a	60,9 a	11,3	1,16 b	6,70 a	58,3 a	11,6 a
T5	2,05 a	6,05 b	48,0 b	10,7	2,02 a	6,30 b	48,2 b	10,7 b
P	<0,007	<0,02	<0,008	<0,19	<0,004	<0,00	<0,00	<0,03

T1 al T3: Clorotalonil en dosis de 1,0; 1,5 y 2,0 kg·ha⁻¹, respectivamente; T4: Bravo 500 en dosis de 2,0 kg·ha⁻¹; T5: Sin fungicida. P: probabilidad estadística. Valores para una misma columna y un mismo muestreo, identificados con la misma letra, no muestran diferencias significativas entre tratamientos (P>0,05). Prueba de Wilcoxon para PPI, HMJE y H/P. Prueba de Tukey para % HS

Cuadro 5. Valores de las variables PPI, HMJE, % HS y H/P a los 21 y 30 días después de aplicarse los tratamientos (21 y 30 dda) para el control de la Sigatoka Negra en plátano en dos localidades del estado Mérida, Venezuela

Tratamientos	Localidad I (21 dda)				Localidad II (21 dda)			
	PPI	HMJE	% HS	H/P	PPI	HMJE	% HS	H/P
T1	1,29 b	7,35 a	56,8 a	12,0 a	1,29 b	7,35 a	56,9 a,b	12,0 a
T2	1,01 c	7,75 a	59,7 a	12,4 a	1,03 c	7,75 a	59,7 a,b	12,4 a
T3	0,97 c	7,45 a	60,7 a	12,5 a	0,99 c	7,45 a	60,6 a	12,5 a
T4	1,00 c	7,25 a	60,3 a	12,3 a	1,32 b	7,35 a	55,1 b	11,8 a
T5	2,37 a	5,95 b	45,9 b	9,80 b	2,36 a	6,15 b	46,0 c	10,4 b
P	<0,005	<0,009	<0,008	<0,007	<0,005	<0,007	<0,000	<0,028
	Localidad I (30 dda)				Localidad II (30 dda)			
	PPI	HMJE	% HS	H/P	PPI	HMJE	% HS	H/P
T1	1,73 b	7,60 a	51,9	12,8 a	1,53 b	7,55 a	48,4 a,b	12,6 a
T2	1,47 c	7,70 a	52,0	13,2 a	1,36 b,c	7,90 a	49,9 a	12,8 a
T3	1,32 c	8,20 a	52,2	13,5 a	1,26 c	8,30 a	50,5 a	13,1 a
T4	1,39 c	8,20 a	52,9	13,2 a	1,56 b	7,70 a	48,4 a,b	12,3 a
T5	2,74 a	6,30 b	48,1	10,7 b	2,93 a	6,20 b	46,0 b	11,4 b
P	<0,011	<0,001	<0,12	<0,005	<0,004	<0,000	<0,021	<0,015

T1 al T3: Clorotalonil en dosis de 1,0; 1,5 y 2,0 kg·ha⁻¹, respectivamente; T4: Bravo 500 en dosis de 2,0 kg·ha⁻¹; T5: Sin fungicida. P: probabilidad estadística. Valores para una misma columna y un mismo muestreo, identificados con la misma letra, no muestran diferencias significativas entre tratamientos (P>0,05). Prueba de Wilcoxon para PPI (todos los casos), y H/P (21 y 30 dda en localidad I). Prueba de Tukey para HMJE (todos los casos), % HS (todos los casos) y H/P (21 y 30 dda en localidad II)

Variable porcentaje de hoja sana (%HS): En el Cuadro 3 se puede apreciar que en el lapso comprendido entre el inicio del ensayo y los 3 dda no hubo diferencias significativas entre los diferentes tratamientos fungicidas ni entre estos y el testigo absoluto, con relación a la variable % HS.

Es a partir de los 7 dda (Cuadro 4) cuando en la localidad I, comenzó a detectarse diferencias de los tratamientos fungicidas con relación al testigo absoluto, pero no se observaron diferencias entre los tratamientos fungicidas; sin embargo, en la localidad II no hubo diferencias. A los 21 dda, todos los tratamientos fungicidas fueron estadísticamente superiores al testigo no tratado en cuanto a porcentaje de hojas sanas. No hubo diferencias significativas entre los tratamientos fungicidas en la localidad I, pero si en la localidad II (Cuadro 5).

Variable número de hojas por planta (H/P): Los resultados de los Cuadros 3 y 4, indican que entre el inicio del ensayo y los 15 dda, hubo muy pocas diferencias entre los distintos tratamientos incluyendo al testigo absoluto. Entre los 21 dda y los 30 dda (Cuadro 5c) se intensificaron las

diferencias y se produjeron diferencias estadísticamente significativas ya que los tratamientos con fungicidas presentaron mayor número de hojas por planta que el testigo absoluto, aunque sin diferencia entre ellos.

DISCUSIÓN

La respuesta de la planta con relación al porcentaje de hojas sanas, el número de hojas por planta y el porcentaje ponderado de infección mostró claramente la eficacia del clorotalonil para controlar la Sigatoka Negra. Sólo a los 7 días después de la aplicación en la localidad I se observó en esta última variable cierta inferioridad de la dosis mayor del fungicida, pero este efecto fue revertido en las fechas posteriores.

Los resultados del presente trabajo coinciden en cuanto a la eficacia del clorotalonil para controlar la Sigatoka Negra, reportada en las investigaciones de otros autores que han evaluado, tanto en condiciones de laboratorio como en campo, la eficacia del producto para inhibir el crecimiento y desarrollo del hongo *Mycosphaerella fijiensis*. En el trabajo de Mogollón y Castaños (2010), se reportó que

aplicaciones equivalente a $2 \text{ L} \cdot \text{ha}^{-1}$, de clorotalonil aplicado a cultivos del hongo sembrados en agar V8 modificado, logró inhibir por completo el crecimiento del patógeno. Por su parte, Washington et al. (1998), en un estudio para determinar la importancia relativa de la superficie adaxial de la hoja de plátano versus la superficie abaxial con respecto a la infección por *M. fijiensis* y para evaluar el efecto del clorotalonil en el desarrollo de la infección primaria en ambas superficies, demostraron que la superficie foliar abaxial es el sitio de la infección primaria y además encontraron que una sola aplicación de clorotalonil ($1,08 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ i.a) a la superficie abaxial de las hojas emergentes (hoja de 4 días de edad) dio como resultado un control de 99,4 a 100 % de la enfermedad en la zona tratada.

En nuestra investigación, la única variable evaluada que no resultó buen indicador de la eficacia del fungicida fue la hoja más joven enferma, ya que se esperaba mayor número de éstas a medida que hubiese mayor progreso de la enfermedad, lo cual no ocurrió. De cualquier forma, esta es una variable de menor peso al momento de estimar el nivel de incidencia de determinada enfermedad,

Tomando en consideración que el porcentaje ponderado de infección y el porcentaje de hojas sanas fueron, entre las evaluadas, las variables más importantes para indicar la eficacia de control del fungicida, es pertinente señalar que la formulación experimental del clorotalonil fue muy eficaz para controlar la enfermedad.

CONCLUSIONES

Los resultados de dos ensayos experimentales de campo para evaluar la selectividad y eficacia de una formulación experimental de clorotalonil en forma de gránulos dispersables al 75% de ingrediente activo, para controlar la Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en plátano, demostraron que este xenobiótico en las dosis de 1,0; 1,5; y $2,0 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, fue altamente selectivo al cultivo. En lo que respecta a la eficacia de control de la enfermedad, medida en función del comportamiento de las variables PPI, HMJE, % HS, y HP, se observó que todos los tratamientos fungicidas fueron superiores al testigo absoluto, y en la mayoría de los casos no hubo diferencias

estadísticas entre las distintas dosis de clorotalonil ni entre éstas y la dosis del testigo comercial Bravo 500.

LITERATURA CITADA

1. Chica, R., M. Herrera, I. Jiménez, S. Lizcano, J. Montoya, y L. Patiño. 2004. Impacto y manejo de la Sigatoka Negra en el cultivo del banano de exportación en Colombia. Memorias XVI Reunión Internacional Asociación para la Cooperación en Investigaciones de Bananos en el Caribe y la América Latina (ACORBAT), Oaxaca, México. pp. 53-62.
2. Conie, J. 2001. Overview of Black Sigatoka disease in Jamaica Caribbean. IICA Report on Caribbean Black Sigatoka Management Workshop. Edit. L Thomas-Louisy, Kingston. 116 p.
3. Fouré, E. 1985. Les Cercosporiose du bananier et leurs traitements. Etude de la sensibilité variétale des bananiers et plantains á *Mycosphaerella fijiensis* au Gabon. Fruits 40: 393-399.
4. Fullerton, R.A. 1994. Sigatoka leaf diseases. In: Compendium of tropical fruit diseases. Ploetz, C., Zentmeyer, G.A., Nishijima, W.T., Rohrbach, K.G., y Ohr, H.D. (eds.). APS Press. St. Paul, Minnesota. pp. 12-14.
5. Gauhl, F. 1990. Epidemiología y ecología de la sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) en plátano (*Musa* sp.), en Costa Rica. Unión de Países Exportadores de Banano (UPEB). Panamá. 126 p.
6. Guzmán, M. 2006. Estado actual y perspectivas futuras del manejo de la Sigatoka negra en América Latina. Memorias de la XVII. Reunión Internacional ACORBAT. Joinville, Brasil. pp. 83-91.
7. Marín, D., R. Romero, M. Guzmán y T.B. Sutton. 2003. Black Sigatoka: An increasing threat to banana cultivation. Plant Disease. 87:208-223.
8. Mogollón, A. M. y J. Castaño. 2010. Evaluación *in vitro* de lixiviados del raquis de plátano sobre *Paracercospora fijiensis* (Morelet) Deighton. Agronomía 18(2): 17-23.
9. Orozco, S. 1998. Manejo integrado de la Sigatoka negra del plátano. SAGAR, INIFAP,

- CIPAC. Campo experimental Tecmán, Colima, México. Folleto Técnico N° 1 División Agrícola 95 p.
10. Pérez, L. 2006. Manejo convencional y alternativo de la Sigatoka Negra en bananos: estado actual y perspectivas. Fitosanidad 10(1): 55-72.
11. Stover, R. 1980. Sigatoka leaf spot of bananas and plantains. Plant Disease 64: 750-756.
12. Washington, J., J. Cruz, J. López y M. Fajardo. 1998. Infection studies of *Mycosphaerella fijiensis* on banana and the control of black Sigatoka with chlorothalonil. Plant Disease. 82: 1185-1190.