

Evaluación de dosis de aplicación de fungicidas orgánicos en la producción de plátano

Jairo Ariesky González Mueses

Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras

Noviembre, 2018

ZAMORANO
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

Evaluación de dosis de aplicación de fungicidas orgánicos en la producción de plátano

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado
Académico de Licenciatura

Presentado por

Jairo Ariesky González Mueses

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2018

Evaluación de dosis de aplicación de fungicidas orgánicos en la producción de plátano

Jairo Ariesky González Mueses

Resumen. Las musáceas son la familia de frutas tropicales más importante a nivel mundial. Los rendimientos son comúnmente afectados por plagas y enfermedades. La sigatoka (*Mycosphaerella fijiensis*) es la principal enfermedad de las musáceas. La aplicación exclusiva de productos químicos es tradicionalmente el método más utilizado para el control de esta enfermedad. Sin embargo, esta práctica ha permitido el desarrollo de resistencias a nivel de campo. Actualmente, se buscan alternativas de manejo que reduzcan la capacidad del patógeno presentar resistencia a estos productos. Los extractos vegetales promueven las fitoalexinas que confieren propiedades antibióticas y tóxicas a las plantas contra hongos. El objetivo de este experimento fue evaluar tres dosis de aplicación (9.5, 19 y 28.5 L/ha) de dos fungicidas orgánicos *Reynoutria sachalinensis* y *Bacillus amyloliquefaciens* en cultivo de plátano. Los tratamientos se establecieron en un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Para las variables número de hojas, diámetro de tallo, incidencia de afecciones foliares y rendimiento (peso de racimo y número de dedos) no hubo efecto de la dosis de aplicación de *Reynoutria sachalinensis* y *Bacillus amyloliquefaciens* a las 35, 39, 43 y 47 semanas después de siembra. Durante el desarrollo del ensayo, se presentaron cambios progresivos del grado de afecciones entre los meses de junio y noviembre 2017, con un porcentaje de incidencia máximo de 41%. No es recomendable la aplicación de *Reynoutria sachalinensis* y *Bacillus amyloliquefaciens* en dosis desde 9.5 hasta 28.5 L/ha, posterior a las 35 semanas después de la siembra en producción de plátano.

Palabras clave: Extracto vegetal, fitoalexinas, *Mycosphaerella fijiensis*.

Abstract. Musacea is the most important tropical fruit family worldwide. Yields are commonly affected by pests and diseases. Sigatoka (*Mycosphaerella fijiensis*) is the main disease of the Musaceae. Exclusive application of chemical products is the traditionally method for control of this disease. However, this practice has lead to the development of resistance at the field level. Currently, management alternatives to reduce the ability of the pathogen to resist these products are required. Plant extracts promote phytoalexins that confer antibiotic and toxic properties to the plant. The objective of this experiment was to evaluate three application doses (9.5, 19 and 28.5 l/ha) of two organic fungicides *Reynoutria sachalinensis* and *Bacillus amyloliquefaciens* in plantain culture. Treatments were established in a randomized complete block design with four repetitions. For number leaves, stem diameter, diseases incidence and yield (cluster weight and a number of fingers) there was no effect of the application dose of *Reynoutria sachalinensis* and *Bacillus amyloliquefaciens* at 35, 39, 43 and 47 weeks after transplant. There were progressive changes in the degree of affections between June and November 2017, with a maximum incidence rate of 41%. The application of *Reynoutria sachalinensis* and *Bacillus amyloliquefaciens* in doses from 9.5 to 28.5 L/ha is not recommended after 35 weeks after transplant in green production.

Key words. *Mycosphaerella fijiensis*, phytoalexins, plant extract.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de Firmas.....	ii
Resumen.....	iii
Contenido.....	iv
Índice de Cuadros y Figuras.....	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. METODOLOGÍA.....	3
3. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	8
4. CONCLUSIÓN.....	12
5. RECOMENDACIONES.....	13
6. LITERATURA CITADA.....	14

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadros	Página
1. Plan de fertilización para el cultivo de plátano, Zamorano, Honduras.....	4
2. Aplicaciones de insecticidas, herbicidas, fungicidas y bactericidas para el cultivo de plátano, Zamorano, Honduras.....	4
3. Descripción de los tratamientos para la evaluación del efecto de dosis de aplicación de fungicidas orgánicos en adicción a programas de manejo convencional en la producción de plátanos, Zamorano, Honduras, aplicado el 17 de junio del 2017 en el área foliar.....	5
4. Escala de Stover modificada por Gauhl.....	6
5. Efecto de tiempo de evaluación en el grado de infección en cultivo de plátano, Zamorano, Honduras.....	9
6. Efecto de tiempo de evaluación en promedio de número de hojas en cultivo de plátano, Zamorano, Honduras.....	11

Figuras	Página
1. Descripción de método de Stover modificada por Gauhl.....	6
2. Temperatura máxima, mínima, promedio y precipitación durante los meses de octubre 2016 y diciembre 2017, Zamorano, Honduras.....	8
3. Dispersión de daño foliar en la Evaluación de dosis de aplicación de fungicidas orgánicos en la producción de plátano, Zamorano, Honduras.....	10

1. INTRODUCCIÓN

Las musáceas son la familia de frutas tropicales de mayor importancia a nivel mundial en términos de producción. La producción mundial de musáceas fue de 148 millones de toneladas para el año 2016, de las cuales la producción de plátano representa un 23.6%. La producción promedio en Honduras es de 93,884 toneladas anuales, con un rendimiento promedio de 11.7 toneladas por hectárea (FAO 2016). Para el año 2013, la Secretaría de Agricultura y Ganadería de Honduras reportó exportaciones de 14,212 toneladas al año, siendo Estados Unidos su mayor comprador.

En Honduras, el sistema de producción de plátano es de alta densidad con aproximadamente 2,500 plantas por hectárea (FHIA 2012). Los rendimientos son comúnmente afectados por plagas y enfermedades. La principal enfermedad para la producción de musáceas es la Sigatoka (*Mycosphaerella fijiensis*). Esta enfermedad fue identificada por primera vez en Honduras en 1972, generando considerables pérdidas en la producción y un cambio en el manejo y uso de los químicos para su control (Orozco-Santos *et al.* 2008). El patógeno causa lesiones que van destruyendo los tejidos vegetales, las cuales se expresan con necrosis en el área foliar de la planta, provocando que pierda propiedades fotosintéticas, lo que causa un retraso en su desarrollo fisiológico, disminución de su potencial de producción y la inducción a maduración temprana del fruto (Martínez-Bolaños *et al.* 2012).

Mycosphaerella fijiensis se desarrolla en la parte aérea de la planta, su crecimiento, dispersión y reproducción están influenciado por condiciones de alta humedad relativa en combinación con altas temperaturas y alta intensidad de lluvia (Ngando *et al.* 2014). Según Hidalgo *et al.* (2015) esta enfermedad se reproduce de manera sexual a través de ascosporas y de forma asexual a través de conidios. La reproducción asexual es la primera que afecta a la planta y son las primeras lesiones leves que se visualizan, estos conidios son los que están en los conidióforos encontrados en los estomas y que se manifiestan en la parte laminar de las hojas. Los conidios presentan una diseminación de corta distancia influenciada por los salpiques de la lluvia en la planta. La reproducción sexual se presenta cuando ya la enfermedad está desarrollada donde se pueden encontrar las ascosporas las cuales son liberadas por el hongo y esparcidas por acción del viento, lo que permite que esta enfermedad se disemine en distancias largas.

Dentro del manejo de *Mycosphaerella fijiensis* es común encontrar productos químicos para su control, siendo este método el que a través de los años ha predominado en utilización y práctica. Otros métodos para el manejo son prácticas culturales tales como la cirugía y deshoje (Lardizabal 2007). En la actualidad, los efectos secundarios de la aplicación de agroquímicos es residuos en el ambiente y desarrollo de resistencia (Cruz *et al.* 2017).

El uso de fungicidas protectantes y sistémicos son los más recomendados para el control de *Mycosphaerella fijiensis* (ANACAFE 2017). Según Ngando *et al.* (2014) y Barragan *et al.* (2014) para que los productos químicos tengan éxito se deben utilizar de manera intensiva. Sin embargo, el uso continuo de productos del mismo grupo químico promueve que los patógenos desarrollen resistencia (Silva *et al.* 2014). El uso de prácticas alternas como la integración del uso de extracto de origen vegetal en conjunto con fungicidas sintéticos pueden llegar a controlar de manera más eficiente las enfermedades (Aman y Rai 2015).

Estudios en pepino contra *Podosphaera xanthii* (mildiu veloso), han demostrado que el uso de extractos de origen vegetal tienen efectos antifúngicos, donde el extracto rápidamente promueve la síntesis de fitoalexinas y estimula la lignificación de la pared celular sirviendo como una barrera para el patógeno. De igual forma, estimula la lignificación de la pared celular (Lizcano 2007). Otros estudios realizados *in vitro* evaluando extractos etanólicos de diferentes familias de plantas mostraron actividad antifúngica en contra de *Mycosphaerella fijiensis* inhibiendo la germinación de esporas y el desarrollo de colonias (Celis *et al.* 2008).

El extracto de *Reynoutria sachalinensis* promueve la producción de antioxidantes, fitoalexinas y compuestos fenólicos, como la lignina y los flavonoides, generando mecanismos de defensa, como las fitoalexinas, que son sustancias de defensa con propiedades antibióticas y tóxicas para hongos y bacterias (García y Pérez 2003). La lignina es un polímero con ramificaciones de fenilpropanoides, la cual confiere a la planta dureza mecánica y rigidez en la pared celular. Los flavonoides, son compuestos carbonatados los cuales a su vez permiten la formación de estilbenos los cuales secretan sustancias tóxicas que contribuyen al bloqueo a los ataques de agentes patógenos externos (Ávalos y Pérez 2009). Además, el extracto inhibe la germinación de hongos e induce a la producción de glucanasa, promoviendo la ruptura de la pared celular del patógeno (DISAGRO 2017).

La integración del uso de extractos de origen vegetal en conjunto con fungicidas sintéticos podría llegar a controlar de manera más eficiente patógenos vegetales, disminuyendo el desarrollo de resistencia (Aman y Rai 2015). El objetivo de este estudio fue:

- Evaluar el efecto de dosis de aplicación de fungicidas orgánicos en la producción de plátano.

2. METODOLOGÍA

Localización.

El estudio se realizó desde el 10 de junio hasta el 25 de noviembre del 2017, ubicado en los lotes 0 y lote 5 de Zona II (14° latitud y 87° longitud), Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

Cultivo.

El ensayo se desarrolló en una de las plantaciones de plátano pre-establecida, con densidad de 3,333 plantas/ha. Se utilizó la variedad Curare Enano, con una distancia de siembra de 1.5 x 1.5 x 1.5 m entre hilera a tresbolillo y un distanciamiento de 4 m entre camas.

Riego.

Se establecieron dos cintas de goteo (Eurodrip®), con un caudal de 1.1 L/h y un distanciamiento de 20 cm entre goteros. La frecuencia y volumen de riego fue de 0.029 m³/día, distribuidos en 4 horas de riego tres días por semana y 6 horas dos días por semana. No se aplicó riego durante eventos de precipitación distanciados a 5 días entre ocurrencia.

Fertilización.

El plan de fertilización utilizado para el desarrollo el cultivo fue de 320 kg/ha de nitrógeno (N), 180 kg/ha de fosforo (P₂O₅) y 700 kg/ha de potasio (K₂O) (Cuadro 1).

Control de plagas y enfermedades.

El plan de manejo de plagas y enfermedades se realizó utilizando productos químicos. Se colocaron trampas para picudo del banano, con un conteo de 50 individuos por trampa se aplicó insecticida Regent® (Fipronil). Para el control de la maleza se utilizó herbicida Round up®. Las enfermedades causadas por hongos y bacterias eran controladas con Silvapur® y Mega cobro® (Cuadro 2).

Cuadro 1. Plan de fertilización para el cultivo de plátano, Zamorano, Honduras.

Dosis	Fuente	Día de aplicación	Lugar de aplicación
100 g/ planta	DAP ^α	1 oct. 2016	Banda de fertilización
100 + 50 + 50 g/planta	Urea + DAP + KCl ^β	4 oct. 2016	Banda de fertilización
100 + 50 + 50 g/planta	Urea + DAP + KCl	1 dic. 2016	Banda de fertilización
100 + 50 + 50 g/planta	Urea + DAP + KCl	21 dic. 2016	Banda de fertilización
100 + 50 + 50 g/planta	Urea + DAP + KCl	5 ene. 2017	Banda de fertilización
50 + 50 + 50 g/planta	Urea + DAP + KCl	6 feb. 2017	Banda de fertilización
50 + 50 + 50 g/planta	Urea + DAP + KCl	3 abr. 2017	Banda de fertilización
50 + 50 + 50 g/planta	Urea + DAP + KCl	9 jun. 2017	Banda de fertilización
50 + 50 + 50 g/planta	Urea + DAP + KCl	20 jul. 2017	Banda de fertilización
50 + 50 + 50 g/planta	Urea + DAP + KCl	15 ago. 2017	Banda de fertilización
50 + 50 + 50 g/planta	Urea + DAP + KCl	12 sep. 2017	Banda de fertilización
5.5 g/L	20-20-20	21 dic. 2016	Foliar
5.5 g/L	20-20-20	11 ene. 2017	Foliar
5.5 g/L	20-20-20	20 ene. 2017	Foliar
5.5 g/L	20-20-20	20 feb. 2017	Foliar
5.5 g/L	20-20-20	18 may. 2017	Foliar
5.5 g/L	20-20-20	20 jun. 2017	Foliar

α DAP= Fosfato Diamónico

β KCl= Cloruro de Potasio

Cuadro 2. Aplicaciones de insecticidas, herbicidas, fungicidas y bactericidas para el cultivo de plátano, Zamorano, Honduras.

Dosis	Producto	Día de aplicación
0.5 L/ha	Regent [®]	1 oct. 2016
		9 ene 2017
		13 feb 2017
		7 abr. 2017
		1 ago. 2017
5.2 L/ha	Round up [®]	10 dic. 2016
		5 feb. 2017
0.5 Lts/ha	Silvacur [®]	3 feb. 2017
		05 may. 2017
		01 jun. 2017
		04 jul. 2017
		16 jul. 2017
3.1 L/ha	Mega cobro [®]	20 ene. 2017
		20 feb. 2017
		18 may. 2017
		20 jun. 2017

Tratamientos.

Se aplicaron dos productos vía foliar: extractos de *Reynoutria sachalinensis* y *Bacillus amyloliquefaciens* con tres dosis de aplicación: 9.5, 19 y 28.5 L/ha. Además se establecieron dos testigos: un control sin aplicación de fungicidas y un testigo relativo con aplicación de los fungicidas convencionales, para un total de ocho tratamientos. En todos los tratamientos se realizó una única aplicación el 17 de junio del 2017 (Cuadro 3). Las aplicaciones se hicieron con bomba de mochila marca Protecno de 20 L.

Cuadro 3. Descripción de los tratamientos para la evaluación del efecto de dosis de aplicación de fungicidas orgánicos en adicción a programas de manejo convencional en la producción de plátanos, Zamorano, Honduras, aplicado el 17 de junio del 2017 en el área foliar.

Tratamientos	Dosis	Productos evaluados	Manejo convencional
1	Control absoluto	—	—
2	Control relativo	—	Silvacur + Mega cobro
3	9.5 L/ha	Extracto de <i>Reynoutria sachalinensis</i>	Silvacur
4	19 L/ha		+
5	28.5 L/ha		Mega cobro
6	9.5 L/ha	Extracto de <i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	Silvacur
7	19 L/ha		+
8	28.5 L/ha		Mega cobro

Variables evaluadas.

Las variables medidas fueron: grado de incidencia, diámetro de base, número de hojas y rendimiento. Se tomó datos in situ a la semana 35 después de siembra y posterior a la aplicación de los productos se tomaron datos mensuales hasta la semana 56 después de siembra para el grado de incidencia de hojas de las plantas sometidas a la experimentación. Para determinar número de hojas por planta y diámetro de la base del tallo se tomó datos in situ en las semanas 35 y 43 después de siembra.

Grado de incidencia.

Los datos del grado de incidencia se tomaron mediante una evaluación visual de hojas bajas, medias y alta caracterizándolos según el área afectada (Figura 1) y se asignó el número de grado según la escala de Stover modificada por Gauhl (Cuadro 4) (Calle y Yangali 2014).

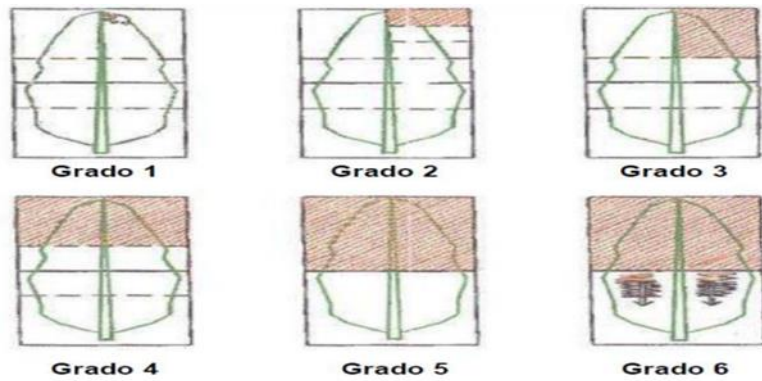


Figura 1. Descripción de método de Stover modificada por Gauhl.

Cuadro 4. Escala de Stover modificada por Gauhl.

Grado de severidad	Descripción de la severidad
0	Sin síntomas
1	< 1% de área foliar afectada y/o hasta 10 estrías
2	1-5% de área foliar afectada
3	6-15% de área foliar afectada
4	16-33% de área foliar afectada
5	34-50% de área foliar afectada
6	>50% de área foliar afectada

Para determinar la incidencia se usó la fórmula de Townsend y Heuberger (1943). [1]

$$II\% = (\sum an/6N) \times 100 \quad [1]$$

II%= Porcentaje de incidencia

a= Grado de severidad

n= Número de hojas en cada evaluación

N= Número total de hojas evaluadas

Diámetro de tallo y número de hojas.

El diámetro de base de tallo se midió con una cinta métrica a 20 cm sobre el suelo antes de la aplicación y posterior a la aplicación una segunda vez a los dos meses. El número de hojas fue medido para los mismos tiempos que se midió el diámetro de tallo con conteo visual del número total de hojas de la parcela.

Rendimiento.

La cosecha se inició el 02 de noviembre del 2017 a la semana 56 de establecido el cultivo. Para la variable de rendimiento se tomó el peso total del racimo y el número de dedos por racimo.

Diseño experimental.

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Se evaluaron cuatro plantas por bloques con dos plantas de borde cada bloque. Se utilizó un total de 192 plantas.

Análisis estadístico.

Se utilizó el programa de Statistix (versión 9.0[®]) para realizar un análisis de varianza con una probabilidad de $P \leq 0.05$. Los gráficos de clima se generaron con el programa Sigmaplot[®]. Se realizó un análisis de varianza con el modelo general lineal. En caso de presentarse diferencias significativas las medias fueron separadas por la prueba de “Fisher’s Least significant difference” (LSD).

3. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Condiciones climáticas.

La temperatura promedio durante el experimento fue de 22°C, con una máxima de 35°C en el mes de abril y una mínima de 6°C en el mes de febrero, con una precipitación acumulada de 986.2 mm, siendo julio el mes donde hubo mayor precipitación con aproximadamente 150 mm de lluvia (Figura 2).

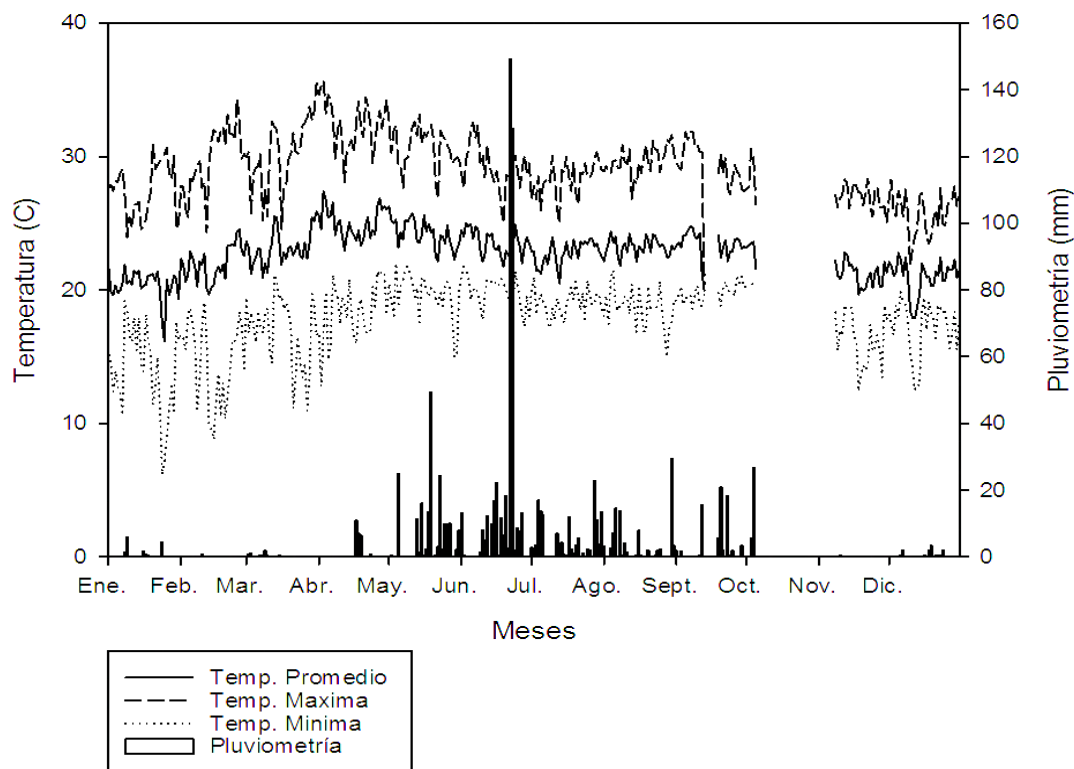


Figura 2. Temperatura máxima, mínima, promedio y precipitación durante los meses de octubre 2016 y diciembre 2017, Zamorano, Honduras.

Grado de Infección.

Para los factores dosis de aplicación, producto y su interacción, no hubo respuesta significativa para la variable infección de la planta en ninguno de los tiempos de evaluación, donde el promedio de infección para 35 semanas después de siembra (SDS) fue de 23 y para los tiempo de 39, 43 y 47 SDS fueron de 29, 35 y 41 respectivamente. Los tiempo de evaluación presentaron diferencia significativa en niveles de infección, donde a 35 SDS

presenta una diferencia de 8.7% con relación a 39 SDS. A 43 SDS se muestra una diferencia de 16.4% por encima de 39 SDS y a 47 SDS un 19.4% más de grado de infestación en comparación a 43 SDS (Cuadro 5).

Hubo una tendencia de aumento de los daños foliares a lo largo de las semanas de evaluación, la cual tuvo una distribución en toda la parcela experimental, presentando mayor infección en la parte sureste y con movimiento de la infección hacia la zona suroeste (Figura 3). Lardizabal (2007), establece que para el manejo de la sigatoka se debe emplear productos químicos, así como también prácticas culturales como deshoje y cirugías. Sin embargo Álvarez *et al* (2015) dice que las hojas infectadas dejadas en el suelo pueden mantener la supervivencia y liberación de las ascospora por aproximadamente 3 a 6 semanas, lo que puede explicar porque después del deshoje, la infección se distribuyó en toda la parcela experimental.

Cuadro 5. Efecto de tiempo de evaluación en el grado de infección en cultivo de plátano, Zamorano, Honduras.

Semanas después de siembra	Infección
35	24.72 d
39	27.08 c
43	32.42 b
47	40.20 a
Coefficiente de variación	14.27

Letras minúsculas distintas en la columna de infección indican diferencia estadística en el grado de infección con una $P \leq 0.05$.

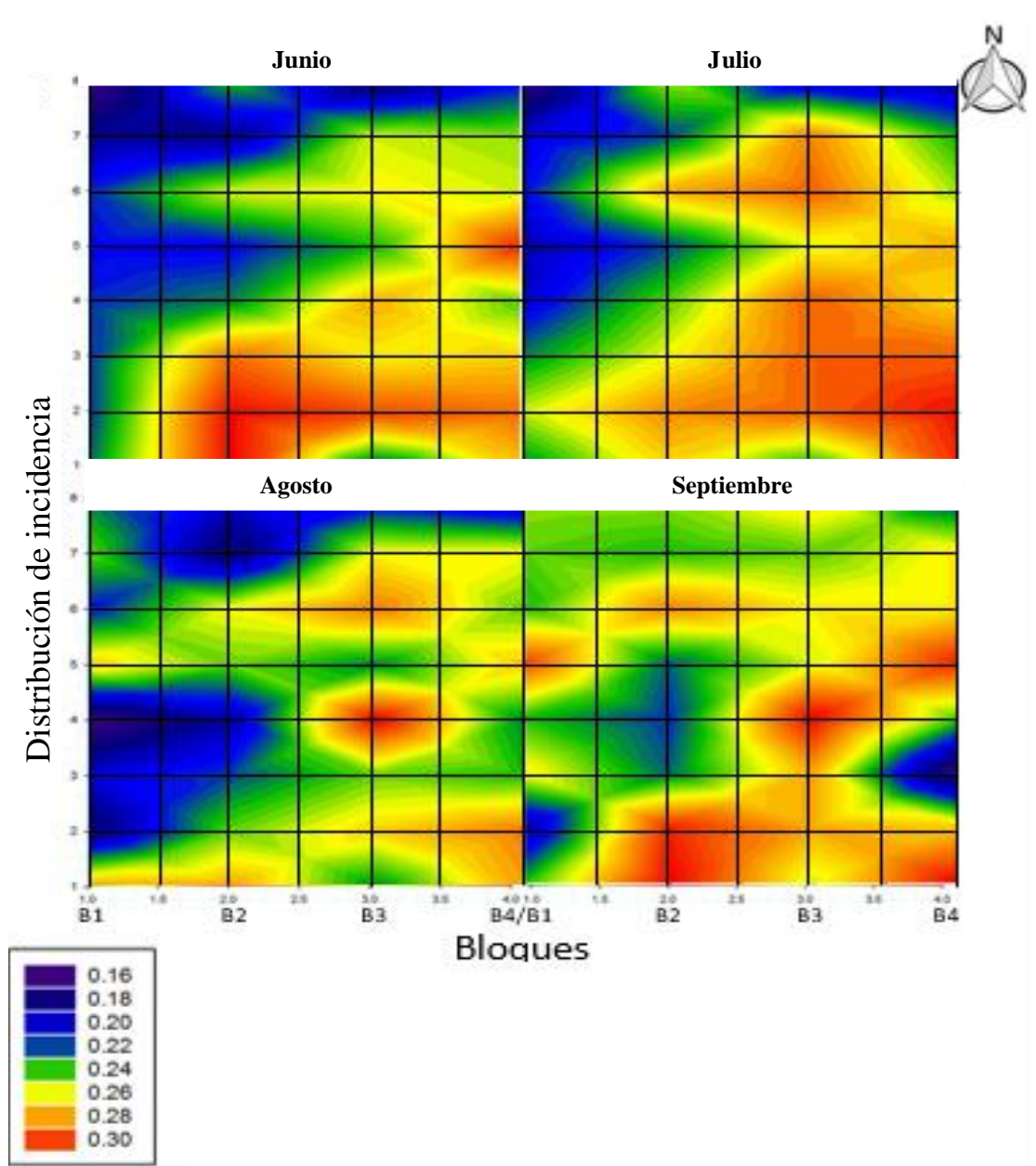


Figura 3. Dispersión de daño foliar en la Evaluación de dosis de aplicación de fungicidas orgánicos en la producción de plátano, Zamorano, Honduras.

Diámetro de base y número de hojas.

Para los factores dosis de aplicación, producto y su interacción, no hubo respuesta significativa para las variables diámetro y número de hojas en ninguno de los datos recolectados. Esto puede atribuirse a que el cultivo se encontraba en inicios de floración, lo que concuerda con Martínez y Cayón (2011) los cuales expresan que la producción de hoja en el cultivo de plátano se detiene cuando este se encuentra en etapa reproductiva. Mientras que el promedio de número de hojas si presentan diferencia significativa entre las diferentes fechas de recolección de los datos (Cuadro 6). La respuesta a la diferencia del número de hojas se debió a prácticas de deshoje a las plantas, eliminando aproximadamente 2 a 3 hojas.

Cuadro 6. Efecto de tiempo de evaluación en promedio de número de hojas en cultivo de plátano, Zamorano, Honduras.

Semanas después de siembra	Número de hojas
35	16.70 a
43	14.70 b
Coeficiente de variación	14.27

Letras minúsculas distintas en la columna de hojas indican diferencia estadística en el promedio de número de hojas con una $P \leq 0.05$.

Rendimiento.

Para los factores dosis de aplicación, producto y su interacción, no hubo diferencia significativa para las variables peso de racimo y número de dedos. La no respuesta del cultivo en este ensayo para las variables de producción se podría atribuir a que acabada la aplicación hubo evento de lluvia y a la vez coincidía con el tiempo de la floración del cultivo (35 SDS). Según Caballero Samudio (2010), la intensidad de la sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) es mayor en los periodos de lluvia y afecta negativamente la producción si coincide con la apertura floral del plátano.

4. CONCLUSIÓN

- Los extractos de *Reynoutria sachalinensis* y *Bacillus amyloliquefaciens* en aplicación única no tuvieron efecto en el grado de infección, diámetro de base, número de hoja y rendimiento en un cultivo de plátano, en Zamorano, Honduras.

5. RECOMENDACIONES

- Repetir el ensayo con aplicaciones al momento de la siembra y dosis mayores.
- Aplicar los extractos *Reynoutria sachalinensis* y *Bacillus amyloliquefaciens* en dosis de aplicación de fungicidas orgánicos diferentes a 9.5, 19 y 28.5 L/ha en la producción de plátano, después de la semana 35.
- Evaluar el efecto de los fungicidas en diferentes tiempos de aplicación en todo el ciclo del cultivo.
- Realizar ensayos probando diferentes arreglos y densidades de siembra, con aplicaciones del fungicida orgánico en conjunto al programa convencional de manejo de enfermedades.

6. LITERATURA CITADA

- Álvarez E, Pantoja A, Gañán L, Ceballos G. 2015. Current status of Moko Disease and Black Sigatoka in Latin America and the Caribbean, and options for managing them [internet]. Honduras. [consultado 2018 jul 23] <http://www.fao.org/3/a-i3400e.pdf>.
- Aman M, Rai V. 2015. Antifungal activity of fungicides and plant extracts against yellow sigatoka disease causing *Mycosphaerella musicola*. Current Research in Environmental & Applied Mycology. [consultado 2018 jul 20]. 5(3): 277-284. eng. http://www.creamjournal.org/pdf/Cream_5_3_11.pdf.
- ANACAFE® (Asociación Nacional Del Café). 2017. Cultivo de Plátano [internet]. [consultado 2017 nov 24]. https://www.anacafe.org/glifos/index.php/Cultivo_de_platano.
- Ávalos A, Pérez E. 2009. Metabolismo secundario de plantas. Reduca. [consultado 2018 may 23]. 2(3): 119-145. esp. https://eprints.ucm.es/9603/1/Metabolismo_secundario_de_plantas.pdf.
- Barragan A, García A, Casas O, Raygoza G, Ogura T, Sánchez G, James A, Flores I, Beltrán M. 2014. Chemical management in fungicide sensitivity of *Mycosphaerella fijiensis* collected from banana fields in México [Journal]. Universidad Autónoma de Guadalajara. México.
- Caballero Samudio V. 2010. Evaluación de la producción de plátano de la variedad Curaré enano en función de dos épocas de siembra y tres programas de fertilización en Zamorano, Honduras [Tesis]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano-Honduras. 21 p.
- Calle H, Yangali J. 2014. La Sigatoka Negra en el Ecuador [internet]. Ecuador. [consultado 2018 jul 21]. <http://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2014/12/PresentacionSigatokaH-Calle-JYangali.pdf>.
- Celis A, Mendoza C, Pachón M, Cardona J, Delgado W, Cuca L. 2008. Extractos vegetales utilizados como biocontroladores con énfasis en la familia Piperaceae. Agronomía Colombiana. [consultado 2018 jul 15]. 26(1): 97-106. esp. <http://www.scielo.org.co/pdf/agc/v26n1/v26n1a12.pdf>.

- Cruz M, Acosta M, Mena E, Roque B, Pichardo T, Alvarado Y. 2017. Antifungal activity of *Musa phyllosphere Bacillus pumilus* strain against *Mycosphaerella fijiensis*. *Tropical Plant Pathology*. [consultado 2018 jul 14]. 42(2): 121-125. eng. 10.1007/s40858-017-0139-3.
- DISAGRO. 2017. Regalia Maxx 20 SC [internet]. [consultado 2017 nov 9]. <http://www.disagro.com/sites/default/files/downloads/regaliamaxxpanfleto.pdf>.
- FAO (Food and Agriculture Organization). 2016. FAOSTAT [internet]. [actualizado 2017 oct 25; consultado 2017 nov 9]. <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>.
- FHIA (Fundación Hondureña de Investigación Agrícola). 2012. Plátano FHIA-20 [internet]. Honduras. [consultado 2017 nov 9]. http://www.fhia.org.hn/downloads/info_hibridos/fhia-20.pdf.
- García R, Pérez R. 2003. Fitoalexinas: Mecanismo de defensa de las plantas. *Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*. [consultado 2018 jul 14]. 9(5): 5-10. esp. <https://www.chapingo.mx/revistas/revistas/articulos/doc/rchscfaIX383.pdf>.
- Hidalgo A, Olivo R, Aguirre C. 2015. Relación de la concentración y frecuencia de ozono con el nivel de daño de la Sigatoka negra en banano. Diseño de un protocolo de riego con agua ozonificada. *Alternativas*. [consultado 2018 jul 22]. 16(2):66-75. esp. ISSN: 1390-1915.
- Lardizabal R. 2007. Manual de producción. Producción de plátano de alta densidad [internet]. Honduras. [consultado 2018 jul 22]. http://santic.rds.hn/wp-content/uploads/2013/06/Manual-de-Produccion-de-Platano_05_07.pdf
- Lizcano MC. 2007. Evaluación de la actividad antifúngica del extracto de tomillo (*Thymus vulgaris*) contra *Botrytis cinérea*, *Fusarium oxysporum* y *Scrotina sclerotiorum* [tesis]. Pontificia Universidad Javeriana. Colombia. 71 p.
- Martínez AM, Cayón DG. 2011. Dinámica del crecimiento y desarrollo del banano (*Musa* AAA Simmonds cvs. Gran Enano y Valery). *Rev. Fac. Nac. Agron. Medellín*. [consultado 2018 jul 23]. 64(2): (s/e). esp. ISSN: 2248-7026.
- Martínez-Bolaños L, Téliz-Ortiz D, Rodríguez-Maciel J, Mora-Aguilera J, Nieto-Ángel, D, Cortés-Flores J, Mejía-Sánchez Dimas, Nava-Díaz C, Silva-Aguayo G. 2012. Resistencia a fungicidas en poblaciones de *Mycosphaerella fijiensis* del sureste mexicano. *Agrociencia*. [consultado 2018 may 21]. 46(7):707-717. eng. <http://www.redalyc.org/pdf/302/30225079006.pdf>
- Ngando J, Rieux A, Nguidjo O, Pignolet L, Dubois C, Mehl A, Zapater Marie-Francoise, Carlier J, de Lapeyre de Bellaire L. 2014. A novel bioassay to monitor fungicide sensitivity in *Mycosphaerella fijiensis*. *Pest Management Science*. [consultado 2018 jul 22]. 71(3): (s/e). eng. 10.1002/ps.3825.

- Orozco-Santos M, Orozco-Romero J, Pérez-Zamora O, Manzo-Sánchez G, Farías-Larios J, da Silva-Moraes W. 2008. Prácticas culturales para el manejo de la Sigatoka negra en bananos y plátanos. *Tropical Plant Pathology*. [consultado 2018 jul 18]. 33(3): 189-196. esp. <http://www.scielo.br/pdf/tpp/v33n3/a03v33n3.pdf>.
- Silva G, Paixao R, Queiroz C, Santana M, Souza A, Sousa N, Hanada R, Gasparotto L. 2014. Genetic diversity of *Mycosphaerella fijiensis* in Brazil analyzed using an ERIC-PCR marker. *Genetics and Molecular Research*. [consultado 2018 jul 23]. 13(3): 7698-7707. eng. <http://www.funpecrp.com.br/gmr/year2014/vol13-3/pdf/gmr3729.pdf>
- Townsend GR, Heuberger JW. 1943. Methods for estimating losses caused by diseases in fungicidal experiments. *Plant Dis Reporter*. [consultado 2018 may 15]. 27(17): 340-343. eng. <https://eurekamag.com/research/025/008/025008582.php>