



14

EFFECTO DEL USO PREDOMINANTE DE FUNGICIDAS SISTÉMICOS PARA EL CONTROL DE SIGATOKA NEGRA (MYCOSPHAERELLA FIJIENSIS MORELET) EN EL ÁREA FOLIAR DEL BANANO

EFFECT OF THE PREDOMINANT USE OF SYSTEMIC FUNGICIDES FOR THE CONTROL OF BLACK SIGATOKA (MYCOSPHAERELLA FIJIENSIS MORELET) IN THE FOLIATE AREA OF THE BANANA

MSc. José Quevedo Guerrero¹

E-mail: jquevedo@utmachala.edu.ec

Ing. Carlos Julio César Infante Noblecilla¹

Dr. C. Rigoberto Miguel García Batista¹

¹ Universidad Técnica de Machala. República del Ecuador.

Cita sugerida (APA, sexta edición)

Quevedo Guerrero, J., Infante Noblecilla, J. C., & García Batista, R. M. (2018). Efecto del uso predominante de fungicidas sistémicos para el control de Sigatoka negra (*Mycosphaerella Fijiensis* Morelet) en el área foliar del banano. *Revista Científica Agroecosistemas*, 6(1), 128-136. Recuperado de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>.

RESUMEN

Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet), enfermedad que afecta la capacidad fotosintética de la planta de banano en zonas donde la humedad relativa es alta, y favorece su desarrollo, hacen del sur del Guayas y del norte de la provincia de El Oro, sus hábitats favoritos, han llevado a los productores al uso indiscriminado de los fungicidas existentes en el mercado. Actualmente existen estrategias de control con el uso de fungicidas protectantes y sistémicos que contribuyen a disminuir los daños ocasionados por este hongo. Este trabajo plantea analizar la eficiencia de los fungicidas más usados comúnmente por los productores en cuatro fincas bananeras para estimar su eficiencia mediante el preaviso biológico en plantas prontas a la floración, utilizando un diseño experimental de bloques al azar con pruebas de Tukey al 0.05 de confiabilidad. Los resultados indicaron que las fincas San Andrés 1-2 y San Andrés 3 ubicadas en la zona Balao, y que usaron en sus programas de control de Sigatoka negra fungicidas protectantes y sistémicos en rotación y mezcla, además de aplicaciones de abonos foliares, presentaron valores estadísticamente diferentes a las otras fincas que aplicaron una mayor cantidad de ciclos con fungicidas sistémicos. Las fincas Elizabeth 2 y La Italia presentaron estados evolutivos más altos en las hojas más jóvenes y una emisión foliar más lenta. Se puede concluir que las fincas San Andrés 1-2 y San Andrés 3 mostraron diferencias significativas en el número de hojas sanas a la cosecha, estados evolutivos y emisión foliar, con un mejor estado fitosanitario.

Palabras clave: Alternancia, mezcla, fungicida, sistémico, protectante.

ABSTRACT

Black sigatoka (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet), a disease that affects the photosynthetic capacity of the banana plant in areas where the relative humidity is high, and favors its development, make the south of Guayas and the north of the province of El Oro its favorite habitat. It has led producers to the indiscriminate use of existing fungicides in the market. Currently, there are control strategies with the use of protectant and systemic fungicides that contribute to reduce the damage caused by this fungus. This work proposes to analyze the efficiency of the fungicides most commonly used by producers in four banana plantations to estimate their efficiency by giving prior notice. Biological in plants ready for flowering, using an experimental design of blocks at random with Tukey tests at 0.05 reliability. The results indicated that farms San Andrés 1-2 and San Andrés 3 located in the Balao area, and that used in their control programs of black Sigatoka protectants and systemic fungicides in rotation and mix, besides applications of foliar fertilizers, presented values statistically different from the other farms that applied a greater number of cycles with systemic fungicides. The Elizabeth 2 and La Italia farms showed higher evolutionary stages in the younger leaves and a slower leaf emission. It can be concluded that the farms San Andrés 1-2 and San Andrés 3 showed significant differences in the number of healthy leaves at harvest, evolutionary states and leaf emission, with a better phytosanitary status.

Keywords: Alternation, mixture, fungicide, systemic, protectant.

INTRODUCCIÓN

En Ecuador la explotación bananera obtuvo un crecimiento a gran escala en la producción agrícola ecuatoriana durante la época de la segunda guerra mundial, convirtiéndose en uno de los rubros más importantes, generando fuentes de trabajo en la costa ecuatoriana (Asociación de Exportadores Bananeros del Ecuador, 2014). Narváez (2016), indica que la provincia de El Oro es la mayor productora de banano ecuatoriano aportando con el 42% de la producción nacional, debido a las excelentes condiciones edafoclimáticas existentes, cuenta con 13.756 has, de las 153.000 que existen en el país. Una de las causas de la baja producción bananera es el ataque de la enfermedad Sigatoka negra que disminuye el área foliar y afecta la capacidad fotosintética, ocasionando una escasa producción de almidones para el llenado del fruto. En Ecuador se han puesto en marcha estrategias de control químico con varios grupos (sistémicos y protectantes) de fungicidas mediante aplicaciones aéreas y terrestres, que están provocado un desequilibrio al ecosistema y resistencia al hongo (Betancourt, 2016). La tendencia de las atomizaciones con agroquímicos es disminuirla elevando la producción bananera, mediante la incorporación de nuevas moléculas que sean más amigables con el medio ambiente o que se de un buen manejo de los fungicidas con dosificaciones adecuadas. El desarrollo del hongo es más pronunciado en zonas donde existe mayor humedad como la zona norte de la provincia de El Oro (Pagua) y debido a los acontecimientos ya pronunciados del hongo donde es indudable ejercer un correcto control se ha planteado los siguientes objetivos. Analizar la eficiencia de los fungicidas protectantes y sistémicos en 4 zonas bananeras para determinar los fungicidas y grupos químicos más efectivos para ser usados en determinadas fumigaciones.

Domingues Lima, Andrade Florencio, Da Silva Moraes, Modenese Gorla da Silva, Rozane & Nardini Gomes (2016), mencionan que el crecimiento y rendimiento del banano depende del mantenimiento de las hojas de la planta hasta el desarrollo de la fruta, teniendo en cuenta que en la floración el número de hojas llega a su punto máximo y luego disminuye con la senescencia, el desarrollo foliar se ve afectado de manera directa por la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* M), enfermedad originaria de la isla Fiji (Hidalgo, Castaño & Aguirre, 2015), y mucho después fue distribuida por todos los países del Caribe y Sudamérica. Su control precisa de estrategias de combate para reducir su impacto en el área foliar de la planta. La Sigatoka negra fue descrita como enfermedad por primera vez en Hawái

en 1936 y se dispersó llegando a Centroamérica en 1976. Gutiérrez & Mosquera (2013), señalan que el hongo causa pérdidas significativas reduciendo el área fotosintética provocando maduración adelantada de la fruta, y que de acuerdo a Castelan, P., Abadie, Hubert, Chilin-Charles, De Bellaire & Chillet (2013), los cultivares del subgrupo Cavendish son altamente susceptibles a la enfermedad, Martínez, Villalta, Soto, Murillo & Guzmán (2011), indican que la enfermedad constan de 2 fases de reproducción, una fase sexual y otra asexual.

Durante los estadios 2 y 3 la reproducción asexual empieza su desarrollo con la aparición de conidióforos en los estomas de la hoja que por medio de factores físicos son distribuidos hacia otros sitios de la plantación, sin embargo la reproducción sexual es de mayor impacto e importancia en el desarrollo de la enfermedad provocando la aparición de las ascosporas que son diseminadas de la misma manera que los conidióforos por medio de factores físicos, como el riego por aspersión, lluvias y efectos de la velocidad del viento (Ochoa & Gómez, 2014). Castelán, et al. (2013), detallan que los cultivares Cavendish son altamente susceptibles a esta enfermedad la cual afecta la calidad de la fruta del banano, considerando que el desarrollo de la fruta es retardada cuando se reduce su área fotosintética y su maduración se adelanta por los metabolitos que produce el hongo y que se trasladan al fruto (Chillet, Abadie, Hubert, Chilin-Charles & De Lapeyre, 2009).

Síntomas de la Sigatoka negra

Brown, Antoniow & Hammond-Kosack (2012), mencionan que durante la infección, se produce una comunicación extracelular extensa entre el patógeno y las células hospedadoras, desarrollando un papel importante para secretar proteínas fúngicas como celulasas, hemicelulasas, pectinasas, esterases, cutinasas, oxidoreductasas, entre otras desempeñan papeles importantes en la nutrición fúngica y actúan degradando la pared celular de tejido foliar para que el hongo pueda nutrirse. La Sigatoka negra presenta una sintomatología muy clara durante ciclo de infección denominados estadios, reconocerlos en cada etapa de su desarrollo, es el punto clave para su control (Tumbaco, 2011).

El primer estadio no es visible a trasluz, su pigmentación es blanco amarillento y mide 0.25mm, durante su desarrollo con los efectos de la humedad, estas crecen hasta alcanzar puntos 1 mm de longitud que poco a poco se va tornando pardo rojizo hasta llegar al segundo estadio, que son pequeñas estrías de 1 a 2 mm aproximadamente que son visibles a trasluz y que tiene características lineales paralelas a

los pequeños canales distribuidos en el tejido foliar (Álvarez & Pantoja, 2013). El estadio tres se caracteriza porque la estría mide más de 2 mm de longitud y se torna más visible en el tejido foliar de la planta, en este estadio ya se produce la formación de conidios y se finaliza la fase asexual. Durante la finalización del estadio tercero, las estrías empiezan a tornarse de manera ovalada (manchas) dando paso al cuarto estadio, existiendo la producción de ascosporas iniciando la fase asexual de la enfermedad.

El estadio quinto aparece con la quema del tejido visible en el haz y envés de la hoja, durante la transición de la quema, el tejido comienza a necrosarse cuyo color característico es plomo y en el cual el tejido se quiebra fácilmente por contacto físico, justificando el desarrollo del sexto y último estadio durante su fase sexual. Guzmán, Orozco-Santos & Pérez Vicente (2013), indican que la enfermedad al atacar directamente el área foliar provocan una disminución de la capacidad fotosintética, dificultando el llenado de almidones en la fruta, reduciendo el peso y largo de los frutos y a su vez aceleran el proceso de maduración, al mismo tiempo la planta reduce su vigor por la merma de sus reservas (cormo y pseudotallo) por lo que el racimo pierde un 50% de su peso.

Control químico

Arango, et al. (2016), indican que el control de la enfermedad se basa en aplicaciones de fungicidas que causan impactos ambientales considerables, las dosis mal calculadas de los fungicidas ocasionan fallas en el control generando resistencia y agresividad, la falta de alternancia entre los grupos químicos de fungicidas se señalan como la principal causa de generar resistencia de la enfermedad. Sin embargo, Friesen (2013), estima que el control con fungicidas químicos para plantaciones grandes es costoso y ocasiona grandes impactos socioeconómicos y riesgos ambientales. Según Riveros & Lepoivre (1998), la Sigatoka negra debe ser combatida por medio de aplicaciones convencionales mediante grupos y familias químicas en alternancia y mezcla que ayuden a las estrategias del control de la enfermedad, donde también influyen factores importantes como materiales genéticos resistentes, programas agrícolas sustentables y labores culturales eficientes dentro de la plantación, la adecuación de drenajes que ayuden a reducir la humedad relativa.

La utilización de fungicidas de protectantes y sistémicos aumentan la eficacia del control de la enfermedad, teniendo en cuenta el desarrollo del hongo mediante sus estadios (reproducción sexual y asexual)

se prevé en qué condiciones el hongo va ingresando lentamente por el tejido foliar, como lo mencionan Orozco Santos, et al. (2013), cuyas aplicaciones de químicos de manera constantes sin rotaciones ha creado resistencia de la enfermedad y deterioro del medio ambiente (Ceballos, et al., 2012). Hidalgo, et al. (2015), señalan los grupos químicos más utilizados dentro de las aplicaciones para el control de la enfermedad como los protectantes; Mancozeb y el Clorotalonil, por otro lado, los sistémicos cuyos grupos son benzimidazoles, aminos, triazoles, estrobilurinas, anilino pirimidinas, carboxamidas y guanidinas. Sin embargo, Pérez, Hernández, Hernández & Pérez (2002), mencionan que un grupo de hongos incluido *M. fijiensis* desarrollado resistencia a las estrobilurinas.

Combate químico y manejo de la resistencia a fungicidas en Sigatoka negra

El combate químico es la principal herramienta para el manejo de la Sigatoka negra. Se realiza mediante la aplicación alterna y en mezcla de fungicidas protectantes y sistémicos. FRAC Code List (2013), basa sus recomendaciones para el uso de fungicidas principalmente en el peligro de crear resistencia (Tabla 1) del hongo a los fungicidas, especialmente con los fungicidas sistémicos, que poseen un solo sitio de acción en el metabolismo celular del hongo a diferencia de los protectantes que tiene varios de sitios de control, lo que los vuelve más versátiles para los controles, esto no quita que si son usados sin rotación con sistémicos, también ocasionen problemas en el equilibrio del entorno bananero.

Tabla 1. Riesgos de resistencia de los grupos químicos de fungicidas utilizados para el control de Sigatoka negra.

Grupo químico	Tipo de acción	Riesgo de resistencia
Benzimidazoles (BCM)	Sistémico	Alto
Inhibidores de la desmetilación (IDM)	Sistémico	Medio
Inhibidores Qo (Estrobilurinas)	Sistémico	Alto
Aminas	Sistémico	Bajo a medio
Anilino pirimidinas (AP)	Sistémico	Medio
Inhibidores SDHI	Sistémico	Medio a alto
Guanidinas	Protectante	Bajo a medio
Protectantes	Protectante	Bajo
Microbiales	Protectante	Bajo
Extractos vegetales	Protectante	Bajo

Fuente: FRAC Code List (2013).

Control cultural

El control cultural está conformado por labores culturales con las cuales se busca disminuir el inóculo de la

enfermedad, entre ellas tenemos el deshoje fitosanitario (despunte temprano, des laminado y cirugía) que consiste en eliminar toda el área foliar afectada por la enfermedad (fuente de inoculo) para tratar de que sus esporas no se diseminen en toda la plantación, otro labor importante en la prevención de la enfermedades la limpieza de drenajes que permiten regular la humedad del suelo y la humedad relativa del medio que pueden favorecer el desarrollo de la enfermedad.

Método de Stover modificado por Gauhl

En este método se miden parámetros fisiológicos visibles en las hojas jóvenes de plantas prontas a la floración en las cuales se determinan los estados evolutivos del hongo y niveles de infección de acuerdo a los grados establecidos por Gauhl (Orozco Santos, et al., 2013). La evaluación se realiza en base a un muestreo de cuatro plantas por hectárea. El número de hojas es uno de los indicadores más importantes para determinar el estado fitosanitario de la plantación, por tal motivo el preaviso biológico consiste en la detección temprana del estado evolutivo de la enfermedad en las hojas 3, 4 y 5, permite poder aplicar un control químico eficiente, acorde a la época climática.

Preaviso biológico.

En el método donde se estima la evolución de la enfermedad en plantas jóvenes y en el cual se recomiendan las aplicaciones de los grupos químicos dependiendo del estado evolutivo determinado en las hojas antes mencionadas (3,4 y 5) cuyo valor nos dará un referente en caso de que la finca necesite aplicaciones a corto o largo período (Orozco Santos, et al., 2013). La evaluación se la realiza en 10 plantas jóvenes tomadas en sitios estratégicos y referentes de la finca, cuyo registro técnico se debe considerar la emisión foliar para determinar el desarrollo de las hojas en un determinado tiempo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización de estudio: el trabajo fue realizado en cuatro fincas bananeras localizados al sur del país perteneciente a las provincias de El Oro y Guayas, destinados a la explotación bananera, los cuales se manejan en diferentes sistemas de riegos presurizados, cuya localización se detallan en la Tabla 2.

Tabla 2. Localización de las plantaciones bananeras del ensayo.

Predios	Provincia	Cantón	Coordenadas UTM	
			x	y
San Andrés 1-2	El Oro	El Guabo	628975	9662085

San Andrés 3	El Oro	El Guabo	630770	9661406
Elizabeth 2	Guayas	Balao	642122	9677649
Italia	Guayas	Balao	647317	9675998

Las fincas usadas para este trabajo comparten las mismas condiciones edafoclimáticas que se detallan en la Tabla 3. Cabe señalar que el manejo de labores culturales es completamente igual para todas. En lo que respecta a nutrición, las fincas San Andrés 1-2 y 3 recibieron tres aplicaciones de fertilizantes foliares. Las fincas Elizabeth 2 y La Italia solo recibieron fertilización edáfica. Las cuatro fincas estuvieron monitoreadas por el mismo técnico fitosanitario durante las 52 semanas del año 2016.

Tabla 3. Clima y ecología de los predios en estudio, 2015-2016.

Índice hídrico	Variación estacional de la humedad	Régimen térmico	Tipode clima	Zonadevida	Isoterma	Isoyetas
Subhúmedo	Grande déficit hídrico en época seca	Cálido	Tropical megatérmico seco	Bosquemuy secotropical (B.m.s.t)	26-36°C	500-1000mm

Método Stover modificado por Gauhl (1989)

Consiste en la estimación visual del área foliar afectada por la Sigatoka en todas las hojas de una planta (sin cortar la hoja). Se toman en cuenta todas las hojas excepto las hojas candela y las agobiadas. Para determinar el área foliar afectada (en cada hoja) debe estimarse visualmente el área total afectada y calcular el % de la hoja cubierta por los síntomas (se usa el patrón que divide la hoja en proporciones porcentuales). Las variables evaluadas fueron: Hojas totales por planta (Promedio del total de plantas evaluadas), se evaluaron cinco plantas; hoja más joven con Infección de Sigatoka (HMJE); Promedio Ponderado de Infección (PPI); Finalmente se complementa con el cálculo de la eficacia por medio de la Ecuación de Abbott o de Henderson y Tilton; Número de Hojas Totales (HT): Muestra la salud de la plantación; Hoja más joven enferma (HMJE): Indica el progreso de la enfermedad; cuanto más jóvenes las hojas con síntomas, mayor es la incidencia de la enfermedad.

Método de preaviso biológico de la Sigatoka

El método consiste en la detección temprana de los síntomas de la enfermedad en las tres hojas marcadas (hojas 1, 2 y 3), cuando éstas hayan llegado

a posiciones 3, 4 y 5 respectivamente. Se estima la evolución de la enfermedad en plantas jóvenes para realizar las aplicaciones de los grupos químicos dependiendo del estado evolutivo determinados en las hojas 3(120,4(100) y 5(80) cuyo valor nos dará un referente en caso de que la finca necesite aplicaciones a corto o largo periodo (Orozco Santos, et al., 2013). La evaluación se la realiza en 10 plantas jóvenes tomadas en sitios estratégicos y referentes de la finca, cuyo registro técnico debe considerar la emisión foliar para determinar el desarrollo de las hojas en un determinado tiempo. Se requiere de una gran precisión en el reconocimiento de la sintomatología de la enfermedad.

Se evaluó la eficacia de los fungicidas aplicados (Tabla 4) en las hojas más nuevas de las plantas de banano (hojas 1 y 2) a partir de la segunda aplicación continua de los fungicidas en estudio, a fin de evitar cualquier efecto residual de aplicaciones anteriores. Antes de la primera aplicación de los fungicidas, se marcaron las hojas 1, 2 y 3 con pintura de caucho, en la vaina de la hoja (cerca de la intersección con el pseudotallo), un color para cada hoja. El método permite medir la eficacia de los fungicidas tanto de acción protectantes (en hoja 1) como sistémica curativa (en hojas 1 y 2), cuando éstas hayan llegado a la posición 3 y 4 respectivamente. Las evaluaciones se hacen en base a la escala de grados o estadios de infección e intensidad de los mismos.

Tabla 4. Ciclos y fungicidas utilizados para el control de Sigatoka negra.

Grupos químicos usados	Ciclos de fumigación aplicados por finca			
	San Andrés 1-2	San Andrés 3	Elizabeth 2	Italia
Triazol (sistémico)	10	10	12	10
Aminas (sistémico)	7	7	20	13
Clorotalonil (protectante)	14	14	3	13
Mancozed (protectante)	6	6	7	1
Pirimethanil (sistémico)	5	5	10	4
Isopirazam (protectante)	1	1		
Anilinoimidazole (sistémico)			1	
Boscalid (sistémico)			1	
Total de ciclos	43/22	43/22	54/44	41/27
Total de costo ha	1317 ha-1	1317 ha-1	1524 ha-1	1152 ha-1

Se realizó un ANOVA a los datos obtenidos y su nivel de significancia se trabajó con Tukey al 0.05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 3, nos muestra los coeficientes de variación entre los estados evolutivos en 3ra, 4ta, 5ta hoja y total de hojas de plantas de cero, seis y once semanas, de las plantaciones en estudio, claramente se evidencia que existe un mejor estado fitosanitario en las plantaciones San Andrés 1, 2, y 3, con aplicaciones en rotación de fungicidas protectantes y sistémicos, además también recibieron abonos foliares, que contribuyeron para el menor coeficiente de variación, indicando que los parámetros evaluados fueron más homogéneos durante las 52 semanas estudiadas.

Las frecuencias de aplicación, correcta dosificación y la rotación de los fungicidas son condicionantes claves para evitar el desarrollo de resistencia del hongo según FRAC Code List (2013), los resultados obtenidos concuerdan con esto, además se evidencia que las fincas que usaron en su campaña fitosanitaria, protectantes y sistémicos en proporción 50/50 (San Andrés 1-2 y 3) presentan una mayor cantidad total de hojas, y una menor carga química en la fruta. En cambio las fincas Italia que uso 41 ciclos de los cuales 27 fueron con fungicidas sistémicos presenta un coeficiente de variación menos homogéneo, y la bananera Elizabeth 2 donde se aplicaron 54 ciclos de control, de los cuales 44 fueron de sistémicos, presentan coeficientes de variación más altos, evidenciando heterogeneidad en sus resultados, implicando que se llegue a la cosecha con un menor número de hojas totales, y con estados evolutivos (Tabla 5) mucho más altos, sugiriendo que los resultados concuerdan a los indicados por FRAC Code List (2013) cuando la rotación es mínima entre los grupos químicos con el fin de evitar que el hongo genere resistencia a las moléculas químicas empleadas para su control.

Tabla 5. Comparaciones de estados evolutivos en plantas +3.

PLANTAS +3	ESTADOEVOLUTIVO											
	Elizabeth2			Italia			SanAndrés1-2			SanAndrés3		
	hoja 3	hoja 4	hoja 5	hoja 3	hoja 4	hoja 5	hoja 3	hoja 4	hoja 5	hoja 3	hoja 4	hoja 5
PROMEDIO	149.03	314.34	320.62	152.43	339.13	322.96	144.07	246.17	290.55	136.83	229.59	257.03
Desv. Est	29.14	111.18	119.41	29.66	102.95	111.01	30.11	56.04	80.66	21.15	33.35	50.23
CV%	19.55	35.37	37.24	19.46	30.36	34.37	20.90	22.77	27.76	15.46	14.53	19.54

La figura 1, muestra como fue el área foliar desde el inicio de la campaña fitosanitaria hasta la cosecha en las cuatro fincas evaluadas, las fincas San Andrés 1-2 y San Andrés 3, llegaron a la cosechas con más hojas (7,90 y 8,11) que las fincas Italia y Elizabeth (7,41 y 7,44), la hoja 8 presento mayor estado evolutivo (GEH8) de Sigatoka negra en las fincas donde predomino la aplicación de fungicidas sistémicos, y viceversa donde existió mayor rotación de los grupos químicos entre sistémicos y protectantes.

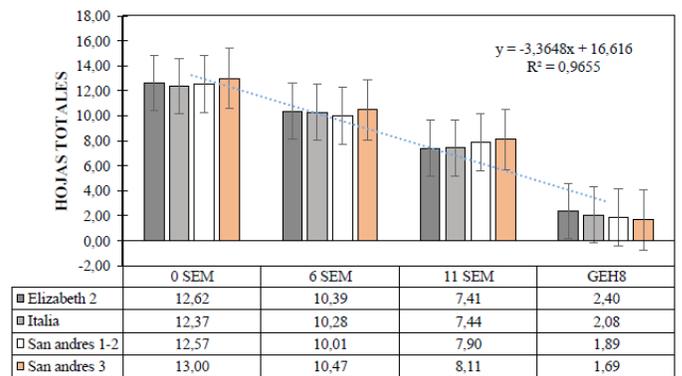


Figura 1. Número de hojas totales por finca y estadios de la enfermedad en hoja 8.

El Análisis de la varianza de los estados evolutivos (Tabla 6) en cuarta hoja en plantas +3, demuestra que existe significancia entre las fincas analizadas, y su forma de manejo para el control de la enfermedad, indicando claramente que los grupos químicos en rotación son la mejor opción para el control de la Sigatoka negra, desde el punto de vista fitosanitario, ambiental y económico. El valor de p menor a 0.05, señala que existe una diferencia estadística en los fungicidas aplicados en las distintas fincas de las 4 zonas del sur del Ecuador. El nivel de significancia entre los tratamientos se determinó mediante la prueba de Tukey al 0.05.

Tabla 6. Análisis de varianza en los estados evolutivos de la cuarta hoja en 4 fincas.

Origendelas variaciones	Sumade cuadrados	Grados de libertad	Promediode loscuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico paraF
Entregrupos Dentrodelos-grupos	201989.5909	3	67329.86364	9.45998171	1.87992E-05	2.713227129
Total	597856.1818	84	7117.335498			
	799845.7727	87				

De acuerdo a las pruebas de significancias (Tabla 7) existen dos grupos de iguales características, las que las fincas San Andrés 1-2 y 3 de acuerdo a sus estados evolutivos en la hoja 4 son altamente significativas a las fincas Italia y Elizabeth 1.

Tabla 7. Significancias entre grupos de fungicidas aplicados en las 4 fincas.

tratamientos	Casos	Media	GruposHomogéneos
SanAndrés3	23	229	a a b
SanAndrés1-2	23	252.826	b
Italia	23	339.13	
Elizabeth 1	23	339.913	

Otro de los resultados importantes observados es el comportamiento de la emisión foliar en cada una de las fincas como lo muestra la Figura 2, observándose que este parámetro fue mayor en aquellas plantas donde el uso de fungicidas fue en rotación entre sistémicos y protectantes, no ha si en la finca Italia y Elizabeth donde la emisión foliar fue menor, también este resultado puede deberse a que en las fincas San Andrés 1-2 y San Andrés 3 se realizaron aplicaciones de abonos foliares, corroborando lo expresado por Hidalgo, et al. (2015), quienes señalan que el uso en rotación de los fungicidas más una buena nutrición, son claves en las estrategias de control de la enfermedad.

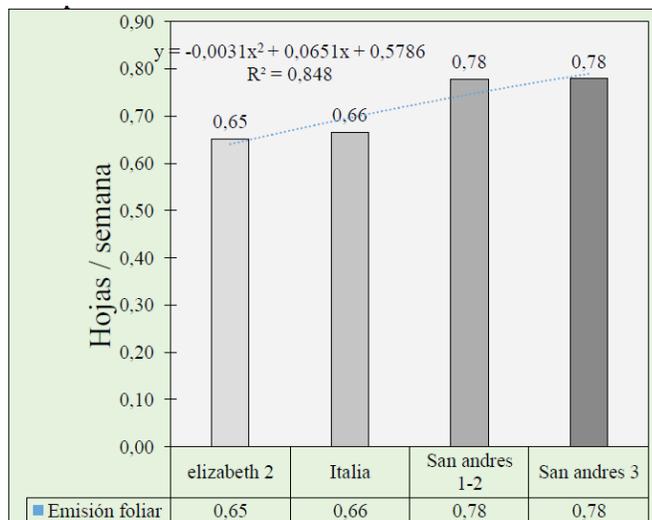


Figura 2. Comparación de emisión foliar en las 4 fincas evaluadas.

CONCLUSIONES

De acuerdo al análisis de varianza las fincas San Andrés 1-2 y San Andrés 3 son estadísticas diferentes, presentando los mejores resultados en todas las constantes establecidas. De acuerdo a los estados evolutivos y regresiones las fincas San Andrés 1-2, y 3 tienen una tendencia a mejorar en diferencia a las otras fincas. Las fincas San Andrés presentaron una mayor emisión foliar que puede estar relacionada a la aplicación de abonos foliares, con diferencia a las fincas Italia y Elizabeth 2 que no recibieron abonos foliares. La finca San Andrés 3 presentó mayor cantidad de hoja al momento de la cosecha y a la parición. El grado de estría en octava hoja en las plantas paridas de seis semanas de la finca San Andrés 3 presentaron menores índices de esta variable en relación a las otras fincas evaluadas. La mejor estrategia de control de Sigatoka negra requiere de la rotación de grupos químicos acordes al estado evolutivo de la enfermedad, a la época climática, y al estado nutricional de la plantación.

El uso de muchos ciclos de control con fungicidas sistémicos encarece los costos de producción, eleva la carga química del fruto por las reducidas frecuencias de aplicación, contamina el medio ambiente y genera resistencia en el patógeno objetivo de control.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, E., & Pantoja, A. (2013). La sigatoka negra en plátano y banano. Palmira: Centro Internacional de Agricultura Tropical.
- Arango, R., et al. (2016). Combating a Global Threat to a Clonal Crop: Banana Black Sigatoka Pathogen *Pseudocercosporafijiensis* (Synonym *Mycosphaerellafijiensis*) Genomes Reveal Clues for Disease Control. *Plos Genetic*, 12(8), 1-36. Recuperado de <http://journals.plos.org/plosgenetics/article?id=10.1371/journal.pgen.1005876>
- Asociación de Exportadores Bananeros del Ecuador. (2014). Sitio oficial. Recuperado de <http://www.aebe.com.ec/>
- Betancourt, G. (2016). Sigatoka Negra. Recuperado de [www.infoagro.net/shared/docs/a3/sigatoka negra](http://www.infoagro.net/shared/docs/a3/sigatoka_negra)
- Brown, N., Antoniow, J., & Hammond-Kosack, K. E. (2012). The predicted secretome of the plant pathogenic fungus *Fusariumgraminearum*: a refined comparative analysis. *Plos one*, 7(4), 337-331. Recuperado de <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0033731>
- Castelan, F. P., Abadie, C., Hubert, O., Chilin-Charles, Y., De Bellaire, L. L., & Chillet, M. (2013). Relation between the severity of Sigatoka disease and banana quality characterized by pomological traits and fruit green life. *Crop Protection*, 50, 61-65. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0261219413000665>
- Ceballos, I., et al. (2012). Cultivable Bacteria Populations Associated with Leaves of Banana and Plantain Plants and Their Antagonistic Activity Against *Mycosphaerellafijiensis*. *Microbial Ecology*, 64(3), 641-653. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/224914634_Cultivable_Bacteria_Populations_Associated_with_Leaves_of_Banana_and_Plantain_Plants_and_Their_Antagonistic_Activity_Against_Mycosphaerella_fijiensis
- Chillet, M., Abadie, C., Hubert, O., Chilin-Charles, Y., & De Lapeyre, L. (2009). Sigatoka disease reduces the greenlife of bananas. *Crop Protection*, 28, 41-45. Recuperado de http://publications.cirad.fr/une_notice.php?dk=547067

- Churchill, A. (2010). *Mycosphaerella fijiensis*, the black leaf streak pathogen of banana: progress towards understanding pathogen biology and detection, disease development, and the challenges of control. *Molecular Plant Pathology*, 110-120. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21453427>
- Domingues Lima, J., Andrade Florencio, J., Da Silva Moraes, W., Modenese Gorla da Silva, S. H., Rozane, D. E., & Nardini Gomes, E. (2016). Simulation of defoliation caused by Black Sigatoka in the yield and quality of banana 'Nanica' fruits. *Ciencia rural*, 47(1). Recuperado de http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782017000100152
- FRAC Code List. (2016). Fungicides sorted by mode of action. FRAC Code List, 1 - 10.
- Friesen, T. L. (2013). Combating the Sigatoka Disease Complex on banana. *PloS genetic*, 1 - 4. Recuperado de <http://journals.plos.org/plosgenetics/article?id=10.1371/journal.pgen.1006234>
- Gutiérrez, J., & Mosquera, S. (2013). Effective control of black Sigatoka disease using a microbial fungicide based on *Bacillus subtilis* EA-CB0015 culture. *Biological Control*, 1-28. Recuperado de <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201600216660>
- Guzmán, M., Orozco-Santos, M., & Pérez Vicente, L. (2013). Las enfermedades sigatoka de las hojas del banano: Dispersión, impacto y evolución de las estrategias de manejo en América Latina y el Caribe. XX Reunión **ACORBAT 2013**. Fortaleza.
- Hidalgo, A., Castaño, R., & Aguirre, C. J. (2015). Relación de la concentración y frecuencia de aplicación de ozono con el nivel de daño de la Sigatoka Negra en banano. Diseño de un protocolo de riego con agua ozonificada. *Dialnet*, 16(2), 66-75. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5599765>
- Martínez, G., & Delgado, E. (2016). Breve análisis sobre la producción de Musáceas en Venezuela. *PIA*, 24-29.
- Martínez, I., Villalta, R., Soto, E., Murillo, G., & Guzmán, M. (2011). Manejo de la Sigatoka negra en el cultivo del banano. *Corbana*, 2. Recuperado de <http://infoagro.net/programas/ambiente/pages/adaptacion/casos/Sigatoka.pdf>
- Martínez, L., & Téliz, D. (2012). Resistencia a fungicidas en poblaciones de *Mycosphaerella fijiensis* del sureste mexicano. *Agrociencia*, 6, 707 -717.
- Narváez, O. (2016). Complejo Tánico Cúprico Formato Amónico (PHYTON – 27), nueva alternativa para el manejo de Sigatoka negra en el cultivo de Banano orgánico. Quito: Ecu química.
- Ochoa, A., & Gómez, P. (2014). Estacionalidad en el transporte potencial de inóculo de sigatoka negra por el viento en Urabá. Congreso Colombiano de Horticultura.
- Orozco, Santos, M. et al. (2013). La Sigatoka negra y su manejo integrado en banano. México: INIFAP.
- Pérez, L., Hernández, A., Hernández, L., & Pérez, M. (2002). Effect of trifloxystrobin and azoxystrobin on the control of black Sigatoka (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) on banana and plantain. *Crop Protection*, 21(1), 17-23. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/223824531_Effect_of_trifloxystrobin_and_azoxystrobin_on_the_control_of_black_Sigatoka_Mycosphaerella_fijiensis_Morelet_on_banana_and_plantain
- Riveros, A. S., & Lepoivre, P. (1998). Mecanismos de defensa asociados con la resistencia total en la interacción *M. fijiensis*. I Seminario Internacional sobre plátano. Quindío.
- Rodríguez, A., & Cayón, G. (2008). Efecto de *Mycosphaerella fijiensis* sobre la fisiología de la hoja de banano. *Agronomía Colombiana*, 26(2), 256 - 257. Recuperado de <http://www.redalyc.org/html/1803/180314732010/>
- Tumbaco, J. (2011). Evaluación del efecto de la sigatoka negra, en hojas separadas de banano, Cavendish (variedad Willians), del extracto de melaleuca *alternifolia* en 3 zonas. Tesis de grado. Guayaquil: ESPOL.