

13

Fecha de presentación: enero, 2021

Fecha de aceptación: marzo, 2021

Fecha de publicación: abril, 2021

CONTROL DE SIGATOKA NEGRA EN BANANO CON FUNGICIDAS ORGÁNICOS EN ÉPOCA DE LLUVIA

THE CONTROL OF BLACK SIGATOKA IN BANANA WITH ORGANIC FUNGICIDES IN THE RAINY SEASON

Marcos Alcides Sánchez Valdivieso¹

E-mail: marcosagrsanchez@hotmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5430-4139>

Adriana Beatriz Sánchez Urdaneta²

E-mail: usanchez.luz@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3108-0296>

Abraham Rodolfo Cervantes Álava¹

E-mail: acervantes@utmachala.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6223-8661>

Álvaro Francisco Narváez Orellana¹

E-mail: narvaezalv@hotmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3724-8141>

¹ Universidad Técnica de Machala. Ecuador.

² Universidad del Zulia. Maracaibo. Venezuela.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Sánchez Valdivieso, M.A., Sánchez Urdaneta, A.B., Cervantes Álava, A.R., & Narváez Orellana, A.F. (2021). Control de sigatoka negra en banano con fungicidas orgánicos en época de lluvia. *Revista Científica Agroecosistemas*, 9(1), 108-113.

RESUMEN

El banano (*Musa sp.*) es un fruto tropical con alto consumo mundial por su calidad, beneficios nutricionales y vida en anaquel. Sus hojas son afectadas por Sigatoka negra (SN, *Mycosphaerella fijiensis* Morelet), disminuyendo fotosíntesis y rendimiento. Se evaluó la aplicación de fungicidas orgánicos sobre la severidad de Sigatoka negra en el cultivo de banano. El ensayo se realizó en Fumipalma, S.A., provincia del Guayas, Ecuador. Se utilizaron plantas del cv. Williams, sembradas a 3m x 2,5m (1333 plantas•ha⁻¹). Las aplicaciones se iniciaron en plantas con 12-14 hojas, en las hojas 1 (H1) y 2 (H2), en la parte derecha de la nervadura central (metodología single leaf test; SLT). Se utilizó un diseño de experimentos en bloques completos al azar con seis tratamientos y cuatro repeticiones. Se evaluó la evolución de la enfermedad (%), Fumipalma S.A.) hasta 35 días después de la aplicación, área bajo la curva del progreso de la enfermedad (AUDPC) en H1 y H2. La evolución de la enfermedad en H1 en SLT, estuvo entre 16,60-50,00%; la menor la presentó Progranic cinnacar y el testigo con el mayor valor. El índice de severidad (AUDPC) presentó diferencias estadísticas con valores entre 217,4-556,1. El área afectada estuvo entre 27,50-56,25%. El AUDPC presentó diferencias estadísticas significativas, el testigo fue más afectado. La aplicación de fungicidas orgánicos genera control sobre SN, el porcentaje de área afectada y el índice de severidad de la enfermedad en el testigo fue mayor. En H2 la severidad de la enfermedad fue mayor que en H1.

Palabras clave:

Mycosphaerella fijiensis, manejo, single leaf test, severidad, control.

ABSTRACT

Banana (*Musa sp.*) is a tropical fruit with high worldwide consumption due to its quality, nutritional benefits and shelf life. Its leaves are affected by Black Sigatoka (BS, *Mycosphaerella fijiensis* Morelet), decreasing photosynthesis and yield. The application of organic fungicides was evaluated on the severity of Black Sigatoka in the banana crop. The trial was carried out in Fumipalma, S.A., provincia del Guayas, Ecuador, with Plants of cv. Williams, sown at 3m x 2.5m (1333 plants•ha⁻¹). The applications were started in plants with 12-14 leaves, in leaves 1 (L1) and 2 (L2), in the right part of the midrib (single leaf test methodology; SLT). A randomized complete block design of experiments with six treatments and four replications was used. The evolution of the disease (%), Fumipalma S.A.) was evaluated up to 35 days after application, area under the curve of the progress of the disease (AUDPC) in L1 and L2. The disease progression of L1 in TLS was between 16.60-50.00%; the lowest was presented by Progranic cinnacar and the control with the highest value. The severity index (AUDPC) presented statistical differences with values between 217.4-556.1. The affected area was between 27.50-56.25%. The AUDPC presented significant statistical differences, the control was more affected. The application of organic fungicides generates control over BS, the percentage of affected area and the severity index of the disease in the control was higher. In L2 the severity of the disease was greater than in L1.

Keywords:

Mycosphaerella fijiensis, management, single leaf test, severity, control.

INTRODUCCIÓN

El banano (*Musa* sp.) es un fruto tropical con alto consumo mundial por su calidad, beneficios nutricionales y vida en anaquel. Por lo que forman parte básica de la alimentación de millones de personas diariamente, tanto en regiones subtropicales como tropicales, además de ser componente importante en lo social y económico, debido a la generación de divisas y de empleo de manera directa e indirecta (Weber, et al., 2017; Alakonya, et al., 2018). No obstante, los bananos se encuentran afectados por varios problemas fitosanitarios, los cuales pueden afectar cualquiera de sus órganos (Amorim, et al., 2013).

Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) fue descrita por primera vez en 1963 en las Islas Fiji (Crous, et al., 2003), en Ecuador ha sido reportada a partir de 1987 al norte del país, en la provincia de Esmeraldas, en 1989 en las provincias de los Ríos y de Guayas y en 1992 en las bananeras de la provincia de El Oro, al sur del país (Martillo y Solano, 2003). La propagación del hongo se presenta a través de la diseminación en el aire de conidias (esporas asexuales) y de ascoporas (sexuales) (Churchill, 2001; Onyilo, et al., 2018).

El control de esta enfermedad se realiza aplicando fungicidas de contacto y sistémicos (Quevedo, et al., 2018); además, de algunas prácticas culturales (cirugía, deshoje, fertilización, entre otras). La utilización de fungicidas ha incrementado los costos de producción de las bananeras y plataneras con un importante deterioro del ambiente y salud de las personas expuestas a estos productos (Churchill, 2011; Díaz-Trujillo, et al., 2018).

En Ecuador para disminuir la incidencia de SN se realizan aplicaciones aéreas y terrestres con una amplia gama de fungicidas de contacto y sistémicos que corresponden con aproximadamente 24 ciclos-año⁻¹, bajo la premisa que en la medida que se realicen más aplicaciones se va a lograr la protección de las bananeras, lo cual ha traído como consecuencia resistencia del hongo a los fungicidas químicos, impactos al ambiente y la salud. Por otro lado, Cervantes, et al. (2019), señalaron que al realizar aplicaciones aéreas la doble aplicación de fungicidas que recibieron las hojas de los linderos de las bananeras, asociado al aceite mineral que acompaña al fungicida, incidió sobre las hojas, generando una menor transpiración al provocar el cierre de los estomas, lo cual sugiere que haya una menor cantidad de cloroplastos debido a la menor cantidad de área foliar expuesta a la luz y por tanto podría afectar los rendimientos del cultivo.

También se ha utilizado la mezcla de fungicidas convencionales con productos elaborados con base a urea, harina de cebada y una solución mineral, la cual permitió el crecimiento selectivo de la microbiota epifita bacteriana con potencial lítico sobre *M. fijiensis*,

reduciendo en 44% el número de ciclos de fungicidas convencionales (Patiño, et al., 2007), por ende, los costos de producción y los daños al ambiente.

Se hace necesario encontrar alternativas para mejorar la producción de bananos y que esta sea amigable con el ambiente y la salud; por ello, se evaluó el efecto de las aplicaciones de fungicidas orgánicos sobre la severidad de Sigatoka negra en el cultivo de banano (*Musa* sp. AAA).

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en el área experimental de Fumipalma, S.A., Puerto Inca, provincia del Guayas, Ecuador. Ubicada a 2°33'41.38" S y 79°32'54.09" O, con altitud de 19 msnm. Se utilizaron plantas *in vitro* del cv. Williams, sembradas a 3m x 2,5m (1333 plantas·ha⁻¹). Las aplicaciones se iniciaron cuando las plantas tenían entre 12-14 hojas, en las hojas 1 y 2 realizando la misma en el margen derecho desde la nervadura central hacia el borde, esto por ser el primer lado expuesto al ataque de la enfermedad, cubriendo con cartulina el margen izquierdo de la hoja para evitar colocar el producto en esa parte de la hoja (figura 1).

Se utilizó un tanque de CO₂, el cual cuenta con dos válvulas una ubicada a la salida del tanque y otra provista de un manómetro que sirve para regular la presión ubicada antes del equipo de aspersión, la misma que se calibró entre 28 a 30 PSI de presión, simulando la descarga que realiza equipo de aplicación aéreo de tipo comercial, instalado en la avioneta que sirve como vehículo para la atomización. La aplicación se realizó por una sola vez en las últimas horas de la tarde (4:00 pm) para evitar la quema de la hoja por la aplicación del aceite, ya que cuando es aplicado a plena exposición solar, produce fitotoxicidad en la hoja.



Figura 1. Procedimiento utilizado para cubrir las hojas 1 y 2 para realizar la aplicación de fungicidas de acuerdo con la técnica hoja simple o single leaf test.

Para la recopilación de los datos se marcó la hoja 1 y 2, cada una con dos cuadrículas compuestas de

cuatro cuadros ubicados en la parte superior e inferior de las hojas tratadas, dicha cuadrícula sirvió como referencia para realizar las lecturas de severidad de Sigatoka negra en el mismo lugar de la hoja.

Las lecturas se calcularon en porcentaje de daño de cada cuadro que representó el 100%, en otras palabras, los cuatro cuadros representaron un 400%, se midió la incidencia de cada uno, promediando la hoja con todos los datos obtenidos en la misma, tanto de la parte superior como inferior. Las lecturas se realizaron una vez cada 7 días, luego de que aparecieron las primeras piscas o síntoma; esto es, en hoja 2 a partir de los 7 días y en hoja 1 a partir de los 14 días, hasta los 35 días, tiempo en que llegó el testigo absoluto a alcanzar el mayor porcentaje de quema.

Se utilizó un diseño de experimentos en bloques completos al azar con seis tratamientos, los cuales fueron: testigo, T; Progranic cinnacar, Pc; Jaque Mate, Jm; Progranic mega, Pm; Radix, R y Banole, B, las dosis utilizadas correspondieron a las recomendaciones técnicas indicadas por los fabricantes, y cuatro repeticiones. Se realizó análisis de varianza y prueba múltiple de medias de mínima diferencia significativa (MDS). Se evaluó la evolución de la enfermedad (% Fumipalma S.A.) hasta 35 días después de la aplicación, área bajo la curva del progreso de la enfermedad (AUDPC) en las hojas 1 y 2 con la técnica de hoja simple o single leaf test (SLT).

Esta técnica hoja simple o single leaf test, permite evaluar la eficacia de los productos para el control y manejo de Sigatoka negra y es apropiado para fungicidas de sitio específico y aceites minerales o vegetales, pero no se recomienda su uso para evaluar fungicidas protectantes. Esta prueba se la realiza en plantas jóvenes, que presenten entre 12-14 hojas que no hayan recibido ninguna aplicación de productos, ni tampoco por deriva (Monreri Laboratorio Agrícola, 2008). Se pueden incluir un testigo o control absoluto para la comparación de resultados (Calle & Yangali, 2014).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados indicaron que los tratamientos con menor cantidad de área afectada fueron Progranic cinnacar con 16,60% de daño, seguidos por Progranic mega (20,60%), Jaque mate (22,30%), Radix (32,90) y Banole (33,00%) y con el mayor porcentaje de evaluación de la enfermedad el testigo con 50% de área afectada por la enfermedad (figura 2).

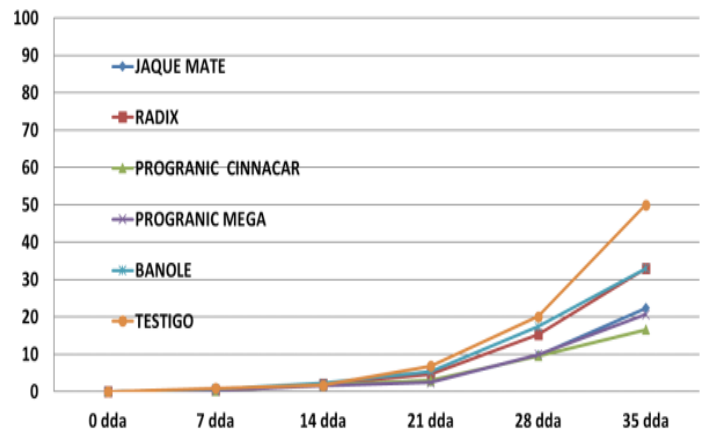


Figura 2. Evolución de Sigatoka negra en la hoja 1 de plantas obtenidas *in vitro* del cv. Williams, sembradas en el área experimental de Fumipalma, S.A., Puerto Inca, provincia del Guayas, Ecuador, tratadas con fungicidas orgánicos.

En la hoja 1, para todos los tratamientos después de los siete y hasta los 14 días después de aplicación (dda) de los productos se presentó un comportamiento similar; no obstante, para los 21 dda se empiezan a separar las líneas producto de la evolución de la enfermedad, expresada en porcentaje. Para los 28 dds se separan los tratamientos conformando tres grupos. Un grupo entre Progranic cinnacar, Progranic mega y Jaque mate, el segundo grupo conformado por Radix y Banole y el tercero por el testigo. A los 35 dds se presentó la misma tendencia de la anterior evaluación, solo que, en este caso el primer grupo presentó una nueva separación, donde la menor evolución de la enfermedad se observó en Progranic cinnacar, y Progranic mega y Jaque mate conformaron un nuevo grupo. Destaca como ya fue indicado que el testigo fue quien presentó la mayor evolución de la enfermedad.

Los menores índices del área bajo la curva del progreso de Sigatoka negra en la hoja 1 se obtuvo con los tratamientos Progranic cinnacar, Progranic mega y Jaque mate con valores de 217,4; 243,3 y 257,6; respectivamente, que fueron estadísticamente iguales entre sí y similares a Radix y Banole, que a su vez fueron estadísticamente iguales entre sí, con valores de AUDPC de 386,8 y 411,8, estos dos últimos tratamientos compartieron similitud estadística con el testigo que alcanzó un índice de 556,1 de AUDPC. Los tratamientos Progranic cinnacar, Progranic mega y Jaque mate fueron estadísticamente diferentes al testigo (figura 3).

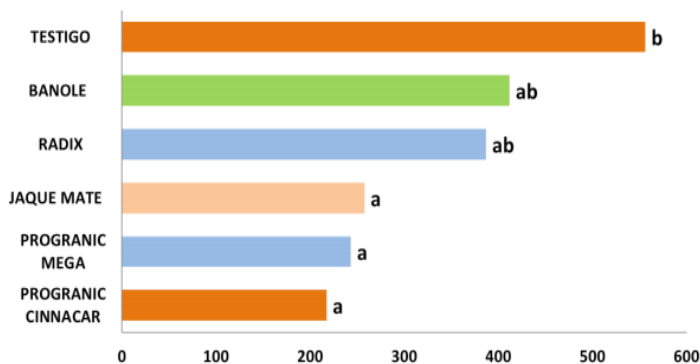


Figura 3. Índice del área bajo la curva del progreso de Sigatoka negra en la hoja 1 de plantas obtenidas *in vitro* del cv. Williams, sembradas en el área experimental de Fumipalma, S.A., Puerto Inca, provincia del Guayas, Ecuador, tratadas con fungicidas orgánicos.

El nivel de severidad para Progranic cinnacar, Progranic mega y Jaque mate estuvo en la categoría de leve (< a 300), Radix y Banole presentaron un nivel de severidad entre alto y severo (\geq a 300 y < a 500) y por último el testigo con un nivel de severidad entre alto y severo (\geq a 500 y < a 700).

Con respecto a la hoja 2, el tratamiento con menor cantidad de área afectada fue Progranic mega con 27,50%, seguido de Jaque Mate (32,50%), Progranic cinnacar (35,00%), Radix (40%) y Banole (42,50%) y finalmente el testigo con 56,25% de área afectada por la enfermedad. La severidad de la enfermedad fue mayor que la observada en la hoja 1, pero además para los primeros 7 dda los tratamientos empezaron a tener influencia sobre la severidad de la enfermedad, aunque las líneas de los tratamientos iniciaron su separación, no se distinguieron las tendencias, ya que todas presentaron valores muy cercanos entre sí.

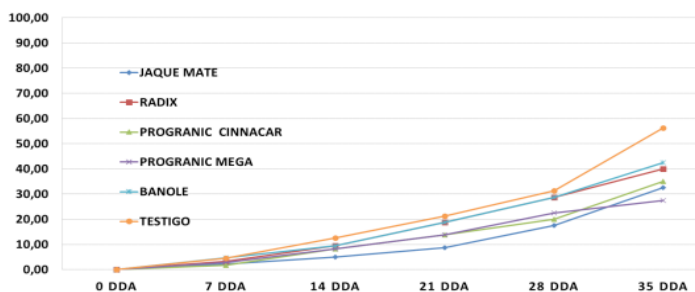


Figura 4. Evolución de Sigatoka negra en la hoja 2 de plantas obtenidas *in vitro* del cv. Williams, sembradas en el área experimental de Fumipalma, S.A., Puerto Inca, provincia del Guayas, Ecuador, tratadas con fungicidas orgánicos.

Para los 14 dda se empezó una tendencia a separarse los grupos, donde el testigo fue el más afectado al presentar el mayor valor de evolución de la enfermedad y Jaque mate el menor valor, para esa evaluación se presentaron tres grupos, uno conformado por Jaque mate, el segundo por el resto de los fungicidas orgánicos y el tercer grupo solo con el testigo.

Igualmente, a los 21 dda se conformaron tres grupos, pero con ligeros cambios, Jaque mate continuó hasta los 28 dds con el mayor control de SN al presentar la menor evolución de la severidad. Le siguieron Progranic mega y Progranic cinnacar, los cuales se separaron a los 28 dda y ya para los 35 dda Progranic mega presentó el menor valor de severidad (27,50%) y Progranic cinnacar un control intermedio con 35% de evolución de la enfermedad (figura 4).

En tercer lugar, a los 21 dda Banolex, Radix y el testigo presentaron valores de evolución de la enfermedad bastante cercanos, los cuales se incrementaron, pero se mantuvieron cercanos a los 28 dda, ya a los 35 dda se separan, y el testigo presentó la mayor evolución de la enfermedad (56,25%) y Radix y Banole presentaron valores muy cercanos (figura 4).

El menor índice de área bajo la curva del progreso de la enfermedad para la hoja 2 se observó con el tratamiento Jaque mate con un índice de severidad de 462,00, estadísticamente igual a Progranic mega, Progranic cinnacar con 523,25 y 551,25 que fueron estadísticamente iguales entre sí e iguales e iguales Radix y Banole, con valores de AUDPC de 701,75 y 729,75, estos dos tratamientos compartieron similitud estadística con el testigo que presentó un índice de severidad de 880,25 de AUDPC. Los tratamientos Jaque Mate, Progranic mega y Progranic cinnacar fueron estadísticamente diferentes al testigo (figura 5).

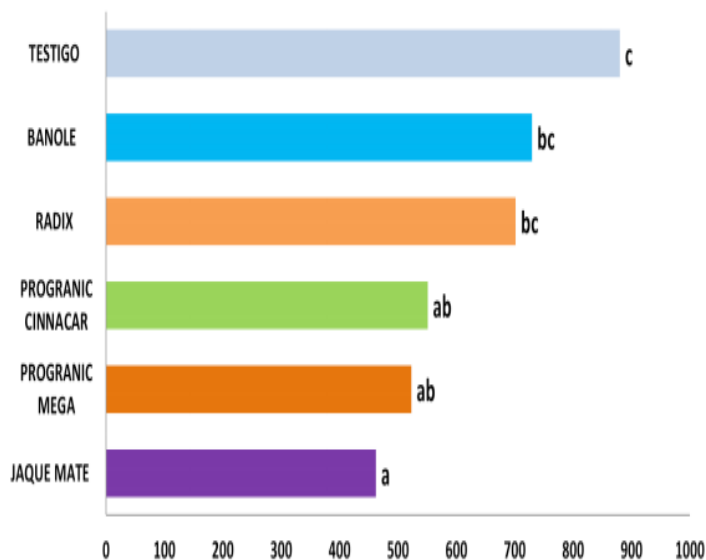


Figura 5. Índice del área bajo la curva del progreso de Sigatoka negra en la hoja 2 de plantas obtenidas *in vitro* del cv. Williams, sembradas en el área experimental de Fumipalma, S.A., Puerto Inca, provincia del Guayas, Ecuador, tratadas con fungicidas orgánicos.

El nivel de severidad para Jaque mate fue alto (\geq a 300 y < a 500), Progranic mega y Progranic cinnacar se ubicaron en el nivel de severidad alto y severo,

mientras que Radix, Banole y el testigo presentaron valores por encima del nivel severo (\geq a 700).

Marín, et al. (2008), señalaron que en plátano con la aplicación de fungicidas químicos se presentó el menor índice de infección del área foliar, pero al utilizar extractos vegetales hubo poca incidencia en la **reducción** de los índices de infección. No obstante, al culminar la investigación los índices de infección con los tratamientos de Limoncillo, Salvia, Limoncillo + Neem y Neem fueron inferiores al 30%, con lo que concluyeron que los extractos vegetales permitieron un control equivalente al de los fungicidas químicos, al reducir los ciclos de aplicación.

Coincidiendo con los resultados reportados por Polanco & Rivero (2004), señalaron que las aplicaciones de *Momordica charantia* y *Plenax* sp. En dosis de 20 ppm en plantas de plátano, hubo un retraso de 12 a 15 días en el desarrollo de *M. fijiensis*. Igualmente, Arciniegas & Riveros (2002), encontraron que extractos de *Commelina difusa*, *M. charantia* y *Plenax* sp. *in vitro*, presentaron actividad antifúngica en la germinación de esporas y desarrollo de colonias de *M. fijiensis* siendo incluso más eficiente que Propiconazole.

CONCLUSIONES

La técnica de hoja simple o single leaf test (SLT), determina que los fungicidas orgánicos Progranic cinncar, Progranic mega y Jaque mate presentan los mejores controles sobre Sigatoka negra en hoja 1 y hoja 2, mientras que el testigo presenta los mayores daños.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alakonya, A.E., Kimunyeb, J., Mahukuc, G., Amaha, D., Uwimanab, B., Brownd, A., & Swennend, R. (2018). Progress in understanding *Pseudocercospora* banana pathogens and the development of resistant *Musa* germplasm. *Plant Pathology*, 67(4), 759-770.
- Amorim, E.P., Santos-Serejo, J.A., Amorim, V.B.O., Ferreira, C.F., & Silva, S. (2013). Banana breeding at Embrapa cassava and fruits. *Acta Horticulturae*, 986, 171-176.
- Arciniegas, A., & Riveros, A. (2002). Efecto de extractos vegetales sobre el desarrollo *in vitro* de *Mycosphaerella fijiensis*, agente causal de la Sigatoka negra en Musáceas. (Memorias). XV Reunión Internacional ACORBAT. Cartagena, Colombia.
- Calle, H., & Yangali, J. (2014). La Sigatoka Negra en el Ecuador. I Seminario Internacional Metodología para la evaluación de prueba de eficacia para plaguicidas en los principales cultivos del Ecuador. SAGAT.
- Cervantes Álava, A.R., Sánchez-Urdaneta, A.B., & Colmenares de Ortega, C.B. (2019). Efecto de las aplicaciones de fungicidas comerciales sobre el contenido de clorofila en el cultivo de banano (*Musa* AAA). *Revista Científica Agroecosistemas*, 7(3), 45-49.
- Churchill, A.C.L. (2011) *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*, 12(4), 307-328.
- Crous, P.W., Groenewald, J.Z., Aptroot, A., Braun, U.X., & Carlier, J. (2003). Integrating morphological and molecular data sets on *Mycosphaerella*, with specific reference to species occurring on *Musa*. Proceedings Workshop on *Mycosphaerella* leaf spot diseases International Network for the Improvement of Banana and Plantain. San José, Costa Rica.
- Díaz-Trujillo, C., Chong, P., Stergiopoulos, I., Cordovez, V., Guzman, M., De Wit, P.J.G.M., Meijer, H.J.G., Scalliet, G., Sierotzki, H., Peralta, E.L., Isaza, R.E.A., & Kema, G.H.J. (2018). A new mechanism for reduced sensitivity to demethylationinhibitor fungicides in the fungal banana black Sigatoka pathogen *Pseudocercospora fijiensis*. *Molecular Plant Pathology*. 19(6), 1491-1503.
- Marín, O. J., Mass, M. J., Barrera, J.L., & Robles, J. (2008). Evaluación de extractos vegetales para el control de *Mycosphaerella fijiensis* en plátano en Tierralta-Córdoba. *TEMAS AGRARIOS*. 13(1), 25-31.
- Martillo, E.E., & Solano, P. (2003). Situación de la Sigatoka negra en el Ecuador. En: Rivas, G., Rosales F. (Eds.). Manejo convencional y alternativo de la Sigatoka negra, nematodos y otras plagas asociadas al cultivo de Musáceas en los trópicos. INIBAP.
- Monreri Laboratorio Agrícola. (2008). Monreri Laboratorio Agrícola. <http://www.monreri.com/ensayos.html>
- Onyilo, F., Tusiime, G., Tripathi, J.N., Chen, L.H., Falk, B., Stergiopoulos, L., Tushemereirwe, W., Kubiriba, J., & Tripathi, L. (2018). Silencing of the mitogen-activated protein kinases (MAPK) *Fus3* and *Slit2* in *Pseudocercospora fijiensis* reduces growth and virulence on host plants. *Frontiers in Plant Science*, 9.
- Patiño, L.F., Bustamante R., E., & Salazar P., L.M. (2007). Efecto de sustratos foliares sobre la sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) en banano (*Musa × paradisiaca* L.) y plátano (*Musa acuminata* Colla). *Agricultura Técnica*. 67(4), 437-445.
- Polanco, D., & Riveros, A. (2004). Evaluación en campo del potencial antifúngico de extractos de plantas sobre *Mycosphaerella fijiensis* en Banano. (Ponencia). XVI Reunión Internacional ACORBAT. Oaxaca, México.
- Quevedo, J., Infantes, C., & García, R. (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 Agroecosistema*. 6(1), 128-136.

Weber, O. B., Garruti, D.S., Norões, N., & De Oliveira Silva, S. (2017). Performance of banana genotypes with resistance to black leaf streak disease in Northeastern Brazil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 52(3), 161-169.