

LA SIGATOKA, UNA AMENAZA PARA EL CULTIVO DE PLÁTANO Y BANANO EN MÉXICO

SIGATOKA, A THREAT TO PLANTAIN AND BANANA FARMING IN MÉXICO

María Fernanda Galindo Hernández¹
Alexa Limón Bonilla¹
Luisa Renata López Lobato¹
Yesmin Panecatí Bernal²
José Joaquín Alvarado Pulido^{3*}

<http://orcid.org/0009-0002-7842-288X>
<http://orcid.org/0000-0001-8013-628X>
<http://orcid.org/0009-0005-7715-6630>
<http://orcid.org/0000-0001-9330-4123>
<http://orcid.org/0000-0001-7186-4429>

NÚMERO ESPECIAL POSGRADO ICUAP
Recibido: 20/diciembre/ 2023
Aprobado: 26/febrero/ 2024
Publicado: 7/marzo/ 2024

¹Licenciatura en Biotecnología. Licenciatura en Biología. Facultad de Ciencias Biológicas.

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, CU, Puebla, Pue., C.P. 72592

²Ingeniería Industrial. Universidad Politécnica de Puebla. Tercer Carril del Ejido, Serrano s/n, Cuanalá, 72640 Puebla, México.

³Centro de Investigación en Dispositivos Semiconductores y Posgrado en Ciencias en Energías Renovables, Instituto de Ciencias, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

maria.galindohe@alumno.buap.mx

alexa.limon@alumno.buap.mx

luisa.lopezlo@alumno.buap.mx

yesmin.panecat1369@uppuebla.edu.mx

*Autor de correspondencia: joaquin.alvarado@correo.buap.mx

RESUMEN

El cultivo del banano y plátano es una importante fuente de ingresos para los productores mexicanos, pero se enfrenta a una seria amenaza: el complejo de enfermedades de la Sigatoka. Este conjunto de afecciones fúngicas puede causar graves pérdidas económicas, ya que reduce el rendimiento y la calidad de las frutas.

Los pesticidas químicos son el método de control más utilizado, pero tienen una serie de inconvenientes, como la contaminación del medio ambiente y el riesgo de toxicidad para los seres humanos.

En este trabajo, se revisan las diferentes alternativas conscientes que se están desarrollando para controlar la Sigatoka. Estas herramientas ofrecen un enfoque más sostenible para proteger el cultivo del banano y plátano, la salud de los agricultores y los consumidores. Del mismo modo se dan a conocer, algunas recomendaciones que buscan ayudar a los productores de banano y plátano.

Palabras clave: alternativas naturales, banano, cultivo, pesticidas, plátano, riesgo ambiental, Sigatoka

ANTECEDENTES

El plátano es uno de los cultivos más importantes a nivel mundial, con una producción anual de 90 millones de toneladas, siendo los países de América Latina los principales exportadores de fruta fresca hacia los Estados Unidos y Europa (Mazo Sánchez, 2005). El plátano tiene varias vitaminas, potasio, calcio, nitrógeno, fósforo que son benéficas para la salud humana. Previene varias enfermedades como la disentería, úlceras, bronquitis, diabetes, la lepra, la histeria, la fiebre, trastornos digestivos, hemorragia, epilepsia, hemorroides y picaduras de insectos, ya que químicamente la savia del plátano tiene propiedades astringentes (Blasco-López, 2014).

ABSTRACT

Banana and plantain cultivation is an important source of income for Mexican producers, but it faces a serious threat: the Sigatoka disease complex. This set of fungal diseases can cause significant economic losses, as it reduces crop yields and fruit quality.

Chemical pesticides are the most widely used control method, but they have a number of drawbacks, such as environmental pollution and the risk of toxicity to humans.

In this paper, it is reviewed the different environmentally conscious alternatives that are being developed to control Sigatoka. These tools offer a more sustainable approach to protecting banana and plantain cultivation, the health of farmers and consumers. Similarly, some recommendations are made that seek to help banana and plantain producers.

Keywords: Banana, Cultivation, Environmental Risk, Natural Alternatives, Pesticides, Plantain, Sigatoka

Los desechos del plátano tienen diversas aplicaciones como composta, bioetanol, biogas, biodiesel, hidrógeno, biochar, biofiltro, coagulante, carbón activado, adsorbente, membrana cerámica, bioplástico (Alzate-Acevedo, 2021).

Sin embargo, este cultivo se enfrenta a una seria amenaza: el complejo de enfermedades de la Sigatoka. Este conjunto de afecciones fúngicas puede causar graves pérdidas económicas, ya que reduce el rendimiento y la calidad de las frutas.

La Sigatoka es causada por el hongo *Mycosphaerella fijiensis*, el cual tiene un alto

nivel de diversidad genética. Esto se debe a su reproducción sexual y asexual, así como a su ciclo de vida corto, lo cual le permite generar numerosas generaciones por año. Esta diversidad genética hace que el hongo sea muy adaptable a diferentes condiciones ambientales y a las variedades de plátano.

El complejo de enfermedades de la Sigatoka afecta las hojas de las plantas de plátano, produciendo manchas oscuras que pueden cubrir toda la superficie foliar. Esto reduce la capacidad fotosintética de las plantas, lo que afecta el rendimiento y la calidad de los frutos (Caffarra, 2022). Los frutos afectados por la Sigatoka pueden madurar prematuramente, tener un menor tamaño y peso, y presentar manchas y deformaciones.

La Sigatoka se identificó por primera vez en las islas Fiji en 1963. Se extendió rápidamente a otras partes del mundo, llegando a América Latina en 1972. En México, se identificó por primera vez en 1981 en los estados de Chiapas y Tabasco (Orozco-Santos & Orozco-Romero, 2004).

Este complejo de enfermedades es particularmente problemático en las regiones tropicales y subtropicales, donde las condiciones climáticas son favorables para el crecimiento del hongo. El hongo puede sobrevivir a temperaturas entre 15 y 35 °C, y prefiere condiciones húmedas con una humedad relativa del 70% o superior.

La Sigatoka representa una grave amenaza para la producción de plátano. Se estima que causa pérdidas anuales de 35 a 45% del total de costos de producción. En México, las pérdidas por la Sigatoka se estiman en al menos 500 millones de pesos anuales. Pese a que el plátano y el banano provienen de la familia de las Musáceas, existen diferencias entre ellos. De acuerdo con la dispersión geográfica, el plátano se refiere a la variedad genética procedente de las Islas Canarias, mientras que la banana se cultiva principalmente en Sudamérica, Centroamérica y África (Nadal-Medina, n.d.).

La clasificación morfológica de plátano y banano se fundamenta principalmente en 100 características distintivas, tales como la forma, la banana es más larga y curva, mientras que el plátano es más pequeño y curvo. El tamaño de la banana es más reducido, con un peso medio de 237.7 gramos y una longitud media de 20.5 cm, mientras que el plátano presenta un peso medio de 135.5 gramos y una longitud media de 15.7 cm.

Estas características morfológicas existen debido a la interacción del genotipo con el ambiente, lo que las hace inestables y variables entre años y en localidades geográficas diferentes. Gracias a estas diferencias tenemos las principales variedades genéticas de plátano y banano:

Variedades genéticas de plátano:

- AAB: Dominico, Enano gigante, Macho, Manzano, Morado, Pera, Tabasco
- AAA: Cavendish, Gran Nain, Williams

Variedades genéticas de banano:

- AAA: Cavendish Enano, Gros Michel, Williams
- AAB: Chinese Cavendish o Chica, Pelipita, Tiparot
- ABB: Bluggoe o Chato, Maricongo, Saba

Vale la pena recalcar que, cada variedad genética tiene sus propias características en cuanto a sabor, tamaño, forma y uso culinario (Nadal-Medina, n.d.).

Sigatoka

Como se mencionó anteriormente, la enfermedad de la Sigatoka (ver Figura 1) es causada por un hongo patógeno, *Mycosphaerella*, el cual pertenece a la familia *Mycosphaerellaceae*, pudiendo corresponder a la especie *M. M. fijiensis* o *M. musicola* (Chillet et al., 2009), presentes en la mayoría de las regiones que cultivan plátanos y de las cuales estaremos hablando más adelante. Esta afección es un estrés añadido al cultivo, el cual puede reducir el tiempo de vida verde del plátano, evitando el proceso de fotosíntesis (Bennett, R.S. & P.A. Arneson. 2003).

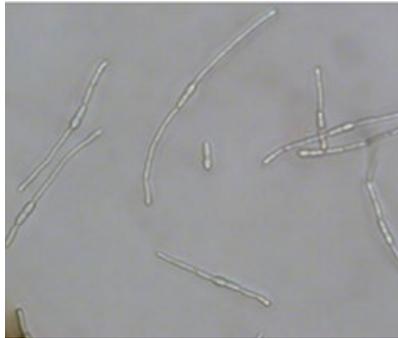
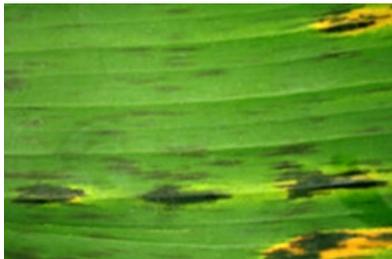


Figura 1. Vista al microscopio de la Sigatoka negra (America, C. L. 2017).

Signos y síntomas

En el cultivo, hay una decoloración en la parte inferior de las hojas del banano. Esta decoloración puede cambiar de color amarilla a marrón y tomar un color más oscuro. Esto se puede ver en la parte superior de la hoja, como se ve en la Figura 2a. Conforme la enfermedad va avanzando, las manchas pueden tornarse de distintas formas y llegan a tener un color negro (Figura 2b). Como se observa en la Figura 2c, cuando se presenta un estado severo de la enfermedad, la hoja del banano está totalmente decolorada y con una apariencia húmeda o mojada, lo cual representa la pérdida total de la hoja, así como del plantío (Figura 2d). (Bennett, R.S. & P.A. Arneson. 2003).



(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 2. Etapas de afectación de la Sigatoka en banano y plátano, primera etapa (a), segunda etapa (b), tercera etapa (c) y afectación en plantío (d), (Bennett, R.S. & P.A. Arneson. 2003).

Tipos de Sigatoka

Existen dos principales tipos de Sigatoka; la Sigatoka amarilla (*Mycosphaerella musicola*) y la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*), esta última descubierta por primera vez en 1964 y apareciendo como una variante de la primera (Bennett, R.S. & P.A. Arneson. 2003). Una de las características más notorias en sus diferencias, es que la Sigatoka negra no presenta el perímetro amarillo alrededor de la mancha negra, mientras que la Sigatoka amarilla si lo tiene. A continuación, presentamos una tabla comparativa entre estas dos especies.

Comparación de la Sigatoka Negra y Amarilla	
Sigatoka Negra	Sigatoka Amarilla
Formación del hongo	
<ul style="list-style-type: none"> • Se forma uno solo. • Forma torcida o recta, estrechos de la base y se ramifican ocasionalmente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se forman en grupos. • Forma recta, grosor uniforme y no ramificados.
Hospederos	
<ul style="list-style-type: none"> • Bananos (AAB), (ABB). 	<ul style="list-style-type: none"> • Bananos (AAA), (AAB), (ABB).

Síntomas y ambiente	
<ul style="list-style-type: none"> • Mancha inicial color marrón oscuro. • Ambientes cálidos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mancha inicial color amarillo pálido. • Ambientes frescos.

Tabla 1. Comparación de la Sigatoka Negra y Amarilla. Elaboración propia tomada de (Bennett, R.S. & P.A. Arneson. 2003).

Ciclo de la enfermedad

También es importante conocer cómo se replica la enfermedad de la Sigatoka. Para una mejor descripción podemos ver en la Figura 3 que existen dos vías de replicación, la asexual y la sexual. La vía de replicación asexual consiste en la formación del hongo debido a la alta exposición a la humedad, lo que daría como consecuencia una propagación de la enfermedad entre las hojas del banano o plátano, produciendo un tipo de autoinfección. La replicación sexual, es en la que, mediante ráfagas de viento, pueden dispersarse las esporas del hongo, llegando a infectar cultivos sanos, dando como resultados las lesiones ya mencionadas.

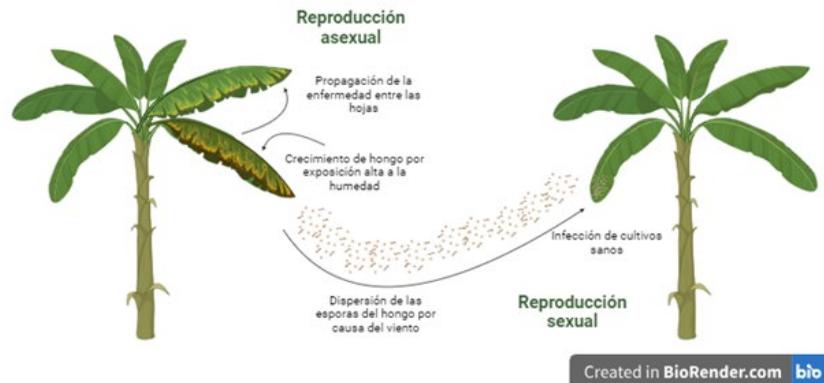


Figura 3. Ciclo de la enfermedad de la Sigatoka elaboración propia tomada de (FitoAgro, 2015).

Afectación en la producción del plátano y banano por la Sigatoka

La Sigatoka se considera como la enfermedad más dañina y costosa que afecta al cultivo de bananos y plátano (*Musa spp.*). Este patógeno destruye el tejido foliar, como consecuencia se reduce la fotosíntesis, se afecta el crecimiento de la planta y por lo tanto la producción. Su control químico representa el 27% de los costos totales de producción. Y con la ausencia

de medidas para combatirlo la enfermedad puede reducir hasta en un 50% el peso del racimo y causar pérdidas del 100% debido al deterioro en la longitud y grosor del fruto. Se ha estimado que la enfermedad causa más del 38% de pérdida en el rendimiento del banano y plátano que ocurre como resultado de la maduración prematura de la fruta. (Martínez, I, et al. 2011).

En 2020 la producción de banano y plátano en México fue de más de 2 millones de toneladas, el precio medio por tonelada fue de \$3,818.00 por lo que el valor de la producción fue de 9,409 millones de pesos. (Axayacatl, O. 2012). El estado de Chiapas fue el principal productor de banano y plátano, seguido por Tabasco y Veracruz, representando el 66% de la producción nacional. (Secretaría de Economía, 2012)

La presencia de Sigatoka en México ocasionó graves pérdidas en todas las regiones productoras de Musáceas, ya que modificó el manejo de las plantaciones principalmente los programas de aspersión de fungicidas. Esto trajo como consecuencia el incremento en los costos de producción. (Orozco-Santos, 2001).

Productos comerciales existentes para combatirla

En la actualidad existen una gran cantidad y variedad de productos comerciales que combaten la Sigatoka, los cuales se aplican mediante técnicas de aspersión, en las cuales el producto es esparcido a manera de simular una lluvia. A continuación, enlistaremos algunos de los más reconocidos.

–Siganex®: desarrollado por Bayer de México S.A de C.V, siendo un fungicida sistémico local de aplicación foliar, controlando la Sigatoka negra sin manchar la fruta (Bayer. 2020).

–Cumora®: desarrollado por BASF, siendo un fungicida sistémico que previene y cura la enfermedad de la Sigatoka, inhibiendo el proceso de respiración celular (BASF SE. 2023).

–OS.60® SC, Lanzador®, Mastercop®: desarrollados por grupo ADAMA, son fungicidas y bactericidas a base de Cobres, Azufres y Folpet que impiden el crecimiento de patógenos (ADAMA. 2023).

Alternativas para el combate a la Sigatoka

En los últimos años, se han desarrollado una serie de opciones menos contaminantes o naturales para combatir al hongo de la Sigatoka. Estas opciones ofrecen un enfoque más sostenible para proteger el cultivo del plátano y banano, sin comprometer la seguridad alimentaria. A continuación, se mencionan las más importantes:

1) Biocontrol

El biocontrol es el uso de organismos vivos para controlar plagas y enfermedades. En el caso del hongo de la Sigatoka, se han desarrollado una serie de hongos antagonistas que pueden competir con el hongo patógeno por los recursos. También, se han desarrollado bacterias que producen sustancias antifúngicas. Entre los antagonistas más estudiados se encuentran la *Trichoderma harzianum* y *Metarhizium anisopliae* (Xiao et al., 2023), los cuales se pueden observar en las Figuras 4 y 5, respectivamente. Estos hongos pueden además producir sustancias antifúngicas. Por otra parte, se ha reportado el uso de bacterias *Pseudomonas fluorescens* y *Bacillus subtilis*, las cuales producen sustancias antifúngicas que pueden ayudar a controlar la infección por el hongo de la Sigatoka (Bubici et al., 2019).

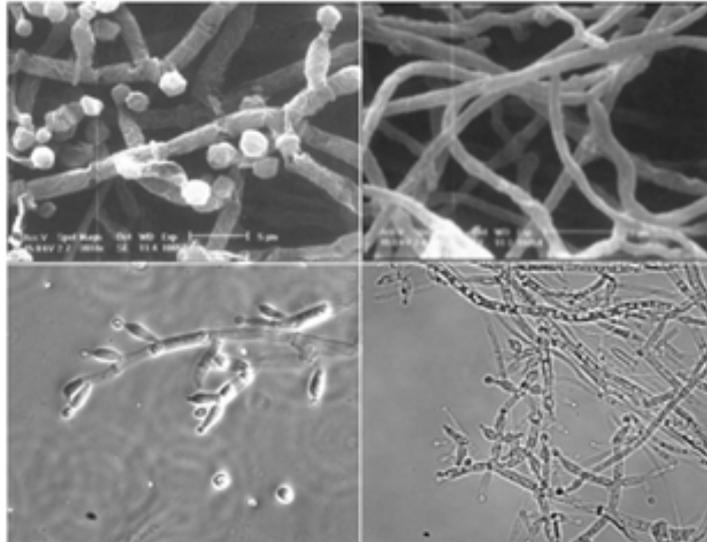


Figura 4. *Trichoderma harzianum* microscopía electrónica (arriba) y óptica (abajo). (Benítez, 2004).

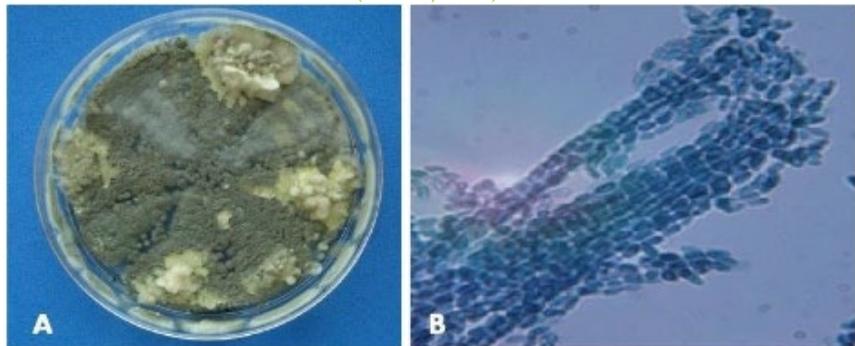


Figura 5. Características macroscópicas y microscópicas de *Metarhizium anisopliae*. (Padilla, 2022)

La resistencia varietal es la capacidad de las plantas para resistir la infección por plagas y enfermedades. En el caso del hongo de la Sigatoka, se han desarrollado una serie de variedades de plátano que son resistentes a la infección por el hongo. Entre las variedades de plátano y banano resistentes al hongo de la Sigatoka más importantes, se puede mencionar a la FHIA-18, FHIA-21 y FHIA-25 (Brenes-Gamboa. et al, 2017).

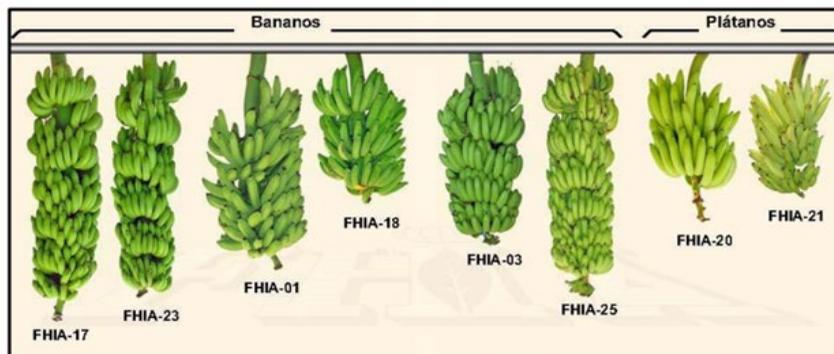


Figura 6. Híbridos de banano y plátano (Pacheco, s. f.)

4) Manejo integrado de plagas

El manejo integrado de plagas (MIP) es un enfoque holístico que combina diferentes métodos para controlar plagas y enfermedades. En el caso del hongo de la Sigatoka, el MIP puede incluir técnicas como la rotación de cultivos, el control biológico y el uso de fungicidas químicos de forma selectiva (L-Pérez, et al., 2021).

5) Biopesticidas

Los biopesticidas, son productos naturales que se utilizan para controlar las plagas y enfermedades. Los biopesticidas pueden ser extractos de plantas, microorganismos o sustancias sintéticas (Anak Agung Ketut Darmadi. et al., 2019). Estos pueden también contener nanopartículas para potenciar su efecto inhibitorio, ya que gracias a su tamaño (1 a 100 nanómetros), cuentan con propiedades únicas que les hacen adecuadas para su uso en pesticidas ya que pueden proporcionar:

- Mayor Eficiencia. Las nanopartículas pueden mejorar la eficiencia de los pesticidas al aumentar su solubilidad, permeabilidad y biodisponibilidad. Las nanopartículas que han sido reportadas con mayor efectividad son de plata (Mahfouze, 2020).
- Esto significa que se necesita una menor cantidad de pesticida para lograr el mismo efecto, lo que reduce el impacto ambiental.
- Mayor especificidad. Las nanopartículas pueden ser diseñadas para que sean más específicas para los objetivos deseados, como por ejemplo combatir a la Sigatoka, lo que reduce el riesgo de dañar a otros organismos, como los insectos polinizadores.

•Mayor duración. Las nanopartículas pueden ser diseñadas para liberar el pesticida de forma controlada, lo que prolonga su efecto y reduce la necesidad de aplicaciones frecuentes.

6) Mezcla Botánica

Se realizan mezclas de varias plantas botánicas como ajo, cempasúchil, jengibre, nimbo de la India, cálamo aromático, cúrcuma y madre de cacao para el combate de la Sigatoka (Dissanayake M, 2023).

Estas opciones están todavía en desarrollo, pero ofrecen un potencial para reducir el impacto ambiental del cultivo del plátano y mejorar la seguridad alimentaria.

Recomendaciones para los productores de banano y plátano

De acuerdo con (Pacheco, n.d.) se pueden dar las siguientes recomendaciones:

- 1.Desarrolle habilidades para reconocer los síntomas de la enfermedad, aplicar medidas de control y realizar un pronóstico de su evolución.
- 2.Estar informado sobre la necesidad de aplicar un fungicida, preferentemente de origen natural. Existen metodologías que utilizan fungicidas, independientemente de su origen, en función de la evaluación del riesgo y los resultados del monitoreo de los indicadores biológicos y climáticos.
- 3.Es importante que los productores de banano y plátano, sean orgánicos o convencionales, realicen las labores de manejo culturales de manera conjunta (deshoje y biselado), no de forma individual.
- 4.En zonas productoras compartidas por varias asociaciones, los productores deben aplicar fungicidas de manera conjunta y en el mismo momento, en función de la evaluación del pronóstico biológico. De lo contrario, las infecciones y la producción de esporas de las fincas no tratadas atacarán las plantaciones que se hayan tratado con productos orgánicos y/o químicos.
- 5.Realice periódicamente (por lo menos dos veces al año), análisis de suelo y foliar, manejo de raíces y de plagas de suelo, para aumentar la resistencia natural de la planta, ante el ataque de la enfermedad.
- 6.Una plantación es menos susceptible a ser atacada por la Sigatoka cuando el productor tiene un buen manejo de los siguientes aspectos:
 - a.Fertilización de los suelos y nutrición de las plantas
 - b.Uso del agua con un riego adecuado y a tiempo.
 - c.Monitoreo de la Sigatoka
 - d.Despunte, deshoje y biselado de las partes afectadas y/o necrosadas

de las hojas

e. Buen mantenimiento de los drenajes

f. Programa de aplicación de fungicidas

Conclusiones

La presencia de la Sigatoka en México ha causado grandes pérdidas en las regiones productoras de plátano. En la actualidad el combate de la enfermedad depende del uso de productos químicos que tienen un impacto ambiental negativo y causan problemas a la salud humana, debido a la técnica de aspersión, que, del mismo modo, suele contaminar cuerpos de agua y productos alimenticios causando toxicidad e interfiriendo con funciones neuroendocrinas en los organismos. Es por ello que consideramos de suma importancia el dar a conocer ciertas alternativas para combatir el hongo de la Sigatoka, en las que se busca no dañar el medio ambiente, la salud de los productores y consumidores, ayudando a mantener la producción de este producto tan importante en nuestro país. Finalmente, exhortamos a la comunidad científica a continuar con las investigaciones relacionadas al desarrollo de nuevos productos que puedan contribuir a combatir esta enfermedad.

DECLARACIÓN DE PRIVACIDAD

Los datos de este artículo, así como los detalles técnicos para la realización del experimento, se pueden compartir a solicitud directa con el autor de correspondencia.

Los datos personales facilitados por los autores a RD-ICUAP se usarán exclusivamente para los fines declarados por la misma, no estando disponibles para ningún otro propósito ni proporcionados a terceros.

DECLARACIÓN DE NO CONFLICTO DE INTERESES

Los autores de este manuscrito declaran no tener ningún tipo de conflicto de interés.

AGRADECIMIENTOS:

D-A. Granada-Ramírez agradece al CONAHCyT por la beca posdoctoral de “Estancias Posdoctorales por México para la Formación y Consolidación de las y los Investigadores por México” y a la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (VIEP-BUAP).

REFERENCIAS

- Alzate Acevedo, S., Díaz Carrillo, Á. J., Flórez-López, E., & Grande-Tovar, C. D. (2021). Recovery of banana waste-loss from production and processing: A contribution to a circular economy. *Molecules* (Basel, Switzerland), 26(17), 5282. <https://doi.org/10.3390/molecules26175282>
- America, C. L. (2017). Sigokota negra en plátano: ciclo de vida, nombre científico y fungicidas - Croplife Latin America. *Croplifela.org*. <https://croplifela.org/es/plagas/listado-de-plagas/sigatoka-negra>
- ANA L. PADILLA-GONZÁLEZ, A. LAURA FLORES-VILLEGAS, BERENICE JIMÉNEZ-SANTIAGO, CONCHITA TORIELLO, MARTHA BUCIO-TORRES, PAZ MARÍA SALAZAR-SCHETTINO, MAURO O. VENCES-BLANCO Y MARGARITA CABRERA-BRAVO. (s/f). Chinches besuconas contra hongos come insectos: una batalla biológica. *Cicy.mx*. Recuperado el 3 de marzo de 2024, de https://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Desde_Herbario/2022/2022-07-07-Padilla-et-al.-Las-chinches-besuconas.pdf
- Benítez, T., Rincón, A., Limón, M., & Codón, A. C. (2004). Biocontrol mechanisms of *Trichoderma* strains. *International microbiology: the official journal of the Spanish Society for Microbiology*, 7(4), 249–260. <https://doi.org/10.2436/IM.V7I4.9480>
- Black sigatoka (Sigatoka negra - Español). (2003). Black Sigatoka (Sigatoka Negra - Español). <https://www.apsnet.org/edcenter/disandpath/fungalasco/pdlessons/Pages/BlackSigatokaEspanol.aspx>
- Brenes-Gamboa, S. (2017). Parámetros de producción y calidad de los cultivares de banano FHIA-17, FHIA-25 y Yangambi. *Agronomía mesoamericana: organo divulgativo del PCCMCA, Programa Cooperativo Centroamericano de Mejoramiento de Cultivos y Animales*, 28(3), 719. <https://doi.org/10.15517/ma.v28i3.21902>
- Bubici, G., Kaushal, M., Prigigallo, M. I., Gómez-Lama Cabanás, C., & Mercado-Blanco, J. (2019). Biological control agents against Fusarium wilt of banana. *Frontiers in microbiology*, 10. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.00616>
- Caffarra, A. (2022, mayo 30). Sigatoka negra del banano: síntomas, control e indicadores. *itk - Predict and Decide; itk*. <https://www.itk.fr/es/noticias/cercosporiose-noire-du-banancier-symptomes-controle-et-indicateurs/>
- Cañada, O. A. B. (2018, febrero 2). Estadísticas de producción de plátano en México. *Blog Agricultura*. <https://blogagricultura.com/estadisticas-platano-mexico/>
- Chillet, M., Abadie, C., Hubert, O., Chilin-Charles, Y., & de Lapeyre de Bellaire, L. (2009). Sigatoka disease reduces the greenlife of bananas. *Crop Protection* (Guildford, Surrey), 28(1), 41–45. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2008.08.008>
- Cumora® - fungicida para banano: Ficha técnica. (2023). *Basf.com*. <https://agriculture.basf.com/mx/es/proteccion-de-cultivos-y-semillas/productos/cumora.html>
- Darmadi, A. A. K., Sudirga, S. K., Suriani, N. L., & Wahyuni, I. G. A. S. (2019). Antifungal Activities Of Cinnamon Leaf Extracts Against Sigatoka Fungus (*Pseudocercospora Fijiensis*). *IOP conference series. Earth and environmental science*, 347(1), 012051. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/347/1/012051>
- de Economía, S. (2012). Monografía del sector plátano en México: Situación actual y oportunidades de mercado. *Gob.mx*. https://www.economia.gob.mx/files/Monografia_Platano.pdf
- Dissanayake, M., Herath, H., Jayasekara, H. M., & Abeywickrame, P. D. (2023). Efficacy of botanical mixture and fungicides to combat sigatoka disease in banana cultivation. *Asian journal of mycology*. <https://doi.org/10.5943/ajom/6/2/2>
- FITOPATOLOGÍA GENERAL: ENFERMEDADES EN EL CULTIVO DE BANANO. (2015). *Blogspot.com*. <https://fitoagro.blogspot.com/2015/09/fitopatologia-general-enfermedades-en.html>

- Gilberto Manzo Sánchez, Salvador Guzmán González, Cecilia Mónica Rodríguez García, Andrew James, Mario Orozco Santos. (2005). *BIOLOGÍA DE MYCOSPHAERELLA FIJIENSIS MORELET Y SU INTERACCIÓN CON MUSA SPP.* Repositorioinstitucional.mx. https://cicy.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1003/1397/1/id38740_Gilberto_Manzo.pdf
- La nueva alternativa contra la Sigatoka. Bayer. (2023). <https://www.micultivo.bayer.com.mx/es-mx/productos/product-details.html/fungicidas/siganex.html#:~:text=Signanex%C2%AE%20es%20un%20fungicida,resistencia%20cruzada%20con%20otros%20productos>
- La Sigatoka negra en bananos y plátanos: (2004). Repositorioinstitucional.mx. https://cicy.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1003/1002/1/PCB_M_Tesis_2014_Jose_Cruz_Gutierrez.pdf
- Luna, V., & Elizabeth, M. (2019). “Manejo y prevención de Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en el cultivo de banano, en la hacienda Banaloli 1, zona de Babahoyo. Babahoyo: UTB, 2019.
- Mahfouze H.A, El-DougDoug N.K, Mahfouze S.A. (2020). https://www.researchgate.net/publication/347348176_virucidal_activity_of_silver_nanoparticles_against_banana_bunchy_top_virus_bbtv_in_banana_plants. Researchgate.net. https://www.researchgate.net/publication/347348176_Virucidal_activity_of_silver_nanoparticles_against_Banana_bunchy_top_virus_BBTV_in_banana_plants
- Martínez, I., Villalta, R., Soto, E., Murillo, G., & Guzmán, M. (2011). Manejo de la Sigatoka negra en el cultivo del banano. Corbana.co.cr. <https://www.corbana.co.cr/wp-content/uploads/HD-n.%C2%B0-2-2011-Manejo-de-la-Sigatoka-negra.pdf>
- Nadal-Medina, R., Manzo-Sánchez, G., Orozco-Romero, J., Orozco-Santos, M., & Guzmán-González, S. (2009). DIVERSIDAD GENÉTICA DE BANANOS Y PLÁTANOS (*Musa* spp.) DETERMINADA MEDIANTE MARCADORES RAPD. *Revista fitotecnia mexicana*, 32(1), 1–7. <https://doi.org/10.35196/rfm.2009.1.1-7>
- Pacheco, A. R. (2021, enero 1). Programa de Banano y Plátano, Fundación Hondureña de Investigación Agrícola. Org.hn. http://www.fhia.org.hn/html/Programa_de_Banano_y_Platano.html
- Parra Pachón, O. J., Cayón Salinas, D. G., & Polanía Vorenber, J. (2009). Descripción morfoagronómica de materiales de plátano (*Musa* AAB, ABB) y banano (*Musa* AAA) cultivados en San Andrés Isla. *Acta agronomica*, 58(4), 292–298. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169916220009>
- Propiedades funcionales del plátano (*Musa* sp). (2014). *Www.uv.mx*. https://www.uv.mx/rm/num_anteriores/revmedica_vol14_num2/articulos/propiedades.pdf
- Protección contra Sigatoka Negra. (2023, mayo 31). ADAMA América Central y Caribe. <https://www.adama.com/central-america/es/articulo/proteccion-contra-sigatoka-negra>
- Ricardo, F. Á. S., & Vicente, L. F. P. (2021). Tacticas estrategicas para el manejo integrado de plagas y enfermedades en banano / Strategic tactics for the integrated management of pests and diseases in banana. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, 4(4), 4973–5000. <https://doi.org/10.34188/bjaerv4n4-014>
- Vasco, E. D. (2023, febrero 27). ¿En qué se diferencian un plátano y una banana? *El Diario Vasco*. <https://www.diariovasco.com/gastronomia/despensa/diferencian-platano-banana-20230220114456-nt.html?ref=https%3A%2F%2Fwww.diariovasco.com%2Fgastronomia%2Fdespensa%2Fdiferencian-platano-banana-20230220114456-nt.html>
- Xiao, Z., Zhao, Q., Li, W., Gao, L., & Liu, G. (2023). Strain improvement of *Trichoderma harzianum* for enhanced biocontrol capacity: Strategies and prospects. *Frontiers in microbiology*, 14. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1146210>