

EVALUACIÓN DE LA SEVERIDAD DE LA SIGATOKA NEGRA EN CLONES TETRAPLOIDES (FHIA) Y TRIPLOIDES, EN LA CEIBA, ESTADO TRUJILLO, VENEZUELA

EVALUATION OF THE SEVERITY OF THE SIGATOKA BLACK IN TETRAPLOID CLONES (FHIA) AND TRIPLOIDS, IN LA CEIBA, STATE TRUJILLO, VENEZUELA

Camacho Belkis¹; Meza Norkys¹; Quintero Amparo ² y Flores Emmy²

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas del Estado Lara. Venezuela,

²Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas del Estado Trujillo Venezuela

Resumen

El cultivo de musáceas constituye líneas tradicionales de la actividad agrícola en Venezuela, situándose como el primer rubro frutícola del país. Sin embargo, una de las principales limitantes, es la, enfermedad Sigatoka Negra. Ante ella, el manejo tradicional genera incrementos en los costos de producción e impactos ambientales negativos, por cuanto, se evaluó su severidad en clones híbridos tetraploides, FHIA 2, FHIA 17, FHIA 23 (bananos con genoma AAAA), FHIA 20, FHIA 21 (plátanos con genoma AAAB); y triploides locales, Plátano Hartón Típico y Enano, (genoma AAB) y Banano Gran Enano (genoma AAA), en la localidad de la Ceiba, con promedios de humedad relativa 72% y temperatura 30°C. Para ello, se realizó un ensayo, en bloques completamente al azar, con cuatro repeticiones y ocho tratamientos, de seis plantas cada uno. La severidad, se evaluó a los cuatro meses, después de la siembra, en la hoja más joven enferma (HMJE) y se calculó el índice de infección de cada una de las plantas. Los resultados obtenidos permitieron establecer que el mayor índice de infección se presentó en el banano FHIA 23 con 10,39; seguido de plátano enano (8,18), banano Gran enano (7,97). Mientras que, el FHIA 17 y el plátano Hartón típico, presentaron valores de 7,15 y 6,00, respectivamente. Los menores índices de infección se observaron en FHIA 20, FHIA 2 y FHIA 21, con valores de 4,02, 3,81 y 3,28 respectivamente; demostrando que estos clones son una alternativa en el manejo de la Sigatoka Negra en la localidad La Ceiba, del estado Trujillo.

Palabras clave: *Musa* sp, germoplasma, resistencia, *Mycosphaerella fijiensis*.

Abstract

The musáceas cultivation, are traditional lines of agricultural activity in Venezuela, ranking as the first fruit of the country. However, one of the main limitations is Black Sigatoka disease. Before it, traditional management generates increases in production costs, and negative environmental impacts, as, its severity was evaluated in hybrid tetraploid clones, FHIA 2, FHIA 17, FHIA 23 (bananas with AAAA genome), FHIA 20, FHIA 21 (bananas with AAAB genome); and local triploids, Plantain Hartón Típico, and Enano, (genome AAB) and Banano Gran Enano (genome AAA), in the town of La Ceiba, with averages of relative humidity 72% and temperature 30 ° C. For this, a test was carried out, in completely randomized blocks, with four repetitions, and eight treatments, of six plants each. The severity was evaluated at four months, after sowing, in the sickest young leaf (HMJE) and the infection index of each of the plants was calculated. The obtained results allow to establish that the highest index of infestation was presented in the banana FHIA 23 with 10.39; followed by dwarf plantain (8,18), Gran dwarf banana (7,97). While, the FHIA 17 and the typical plantain Harton, presented values of 7.15 and 6.00; respectively. The lowest infection rates were observed in FHIA 20, FHIA 2 and FHIA 21; with values of 4.02, 3.81 and 3.28; respectively; demonstrating that these clones are an alternative in the management of Black Sigatoka in La Ceiba, Trujillo state.

Key words: germplasm, *Musa* sp, resistance, *Mycosphaerella fijiensis*.

Recibido: 28-03-2022 / **Aprobado:** 04/07/2022

Introducción

Los plátanos y bananos, constituyen líneas tradicionales de la actividad agrícola en Venezuela, situándose como el primer rubro frutícola del país. Debido a su importancia, la producción de banano y plátano alcanzan 501.760 y 660.666 toneladas, respectivamente en el año 2014; con superficies de 33.074 y 62.708 ha y rendimientos de 15.171 y 10.536 kg/ha (Martínez y Delgado 2016). Ambos cultivos tienen gran impacto económico, social, ambiental; siendo un importante recurso de ingreso y empleo para muchos países. Las bananas representan un producto de importancia para los países en desarrollo, conjuntamente con el trigo, arroz y maíz; mientras el plátano representa el pan diario de muchas familias en diferentes países de Latino América y el Caribe (Martínez et al., 2008). En el caso del rubro plátano, los principales centros productores se encuentran concentrados en la zona Sur del Lago de Maracaibo (Zulia, Trujillo, Mérida y Táchira), lo que tiene particular importancia, debido a las condiciones agroecológicas existentes, que permiten que esta región pueda aportar aproximadamente 70% de la producción nacional. Otras zonas productoras se ubican en los estados Yaracuy, Miranda, Barinas, zona alta de Apure, Monagas y Delta Amacuro. La variabilidad del clima en las diferentes zonas, ha hecho que la enfermedad Sigatoka negra sea una de las principales limitantes de la producción de bananos y plátanos en el país. La enfermedad es causada por el hongo *Mycosphaerella fijiensis* Morelet, y es catalogada como una de las más destructivas del mundo (Domínguez, 2017). En su ciclo de vida presenta un estado sexual o teleomorfo y un estado asexual o anamorfo, produciendo un alto número de ciclos sexuales y asexuales por año y colonización rápida de los tejidos foliares de cultivos de plátano y de banano, causando necrosis parcial o total, reduciendo la fotosíntesis y, por lo tanto, el rendimiento (Orozco-Santos et al., 2008).

Etebu y Young (2011) manifestaron que para la reducción de la Sigatoka negra, se recomienda un manejo temprano, mediante la aplicación de estrategias, que incluyen deshojes, despunte de hojas y aplicación de fungicidas. Este último rubro constituye

el 27% de los costos de producción del cultivo y se estima que al año se realizan entre 30 y 50 aplicaciones de fungicidas, tanto protectantes como sistémicos, con consecuencias negativas como fitotoxicidad, pérdida de sensibilidad de *M. fijiensis* a diversos grupos químicos, contaminación ambiental y presencia de residuos tóxicos en los frutos (Barrera et al., 2016).

En el caso del plátano (Lapeyre de Bellaire et al., 2010), reportaron una disminución de 20 a 50 % en los rendimientos debido a esta enfermedad. Ayala (2014) encontró que el patógeno es capaz de producir gran cantidad de ascosporas y conidios, estos últimos son muy abundantes en el envés de la hoja, pudiendo desarrollar un patrón de infección a lo largo de la nervadura principal que dificulta su control. Finalmente, en el cultivo de banano el crecimiento y rendimiento está relacionado con el número de hojas hasta llegar al 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, cuyo desarrollo foliar se ve afectado por una de las enfermedades perjudiciales que afecta de manera directa en el cultivo de banano que es la Sigatoka negra (*M. fijiensis*. M) (Hidalgo, 2015).

Por lo antes planteado, en esta investigación nos proponemos evaluar el índice de severidad en clones FHIA (Fundación Hondureña de Investigación Agrícola) y en materiales locales como Plátano Hartón y Banano Gran Enano bajo las condiciones de La Ceiba, estado Trujillo, Venezuela.

Materiales y métodos

El ensayo se llevó a cabo en el Municipio La Ceiba ubicado al Sur – Oeste del Estado Trujillo a 26 m.s.n.m.; con 09° 05' 00" L N y 71° 02' 30" L O; humedad relativa y temperatura promedio de 72% y 30°C. Se estableció un diseño en bloques completamente al azar, con cuatro repeticiones y ocho tratamientos, de seis plantas cada uno. Las plantas fueron multiplicadas vía asexual utilizando cormos ya enraizados.

La severidad de la Sigatoka negra se evaluó en clones híbridos tetraploides, FHIA 2, FHIA 17, FHIA 23 (bananos con genoma AAAA), FHIA 20, FHIA 21 (plátanos con genoma AAAB); y triploides locales, Plátano Hartón Típico y Enano, (genoma AAB) y Banano Gran Enano (genoma AAA). Para determinar el índice de severidad o infestación se empleó el sistema de calificación de Stover modificado por Gauhl (1994) citado por Freites et al., (2009). (Fig.1) y (Tabla 1). La evaluación se hizo en la hoja más joven

manchada (HMJM) y con los datos obtenidos se calculó el índice de infestación de cada una de las plantas. Los datos obtenidos se sometieron a análisis de varianza con el paquete estadístico Infostat (Di Rienzo et al. 2017), la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) se usó para la comparación de medias Hoja más joven manchada (HMJM): corresponde a la primera hoja totalmente abierta contada de arriba hacia abajo, que presenta 10 o más lesiones discretas y maduras o un área necrosada con 10 centros secos de color claro.

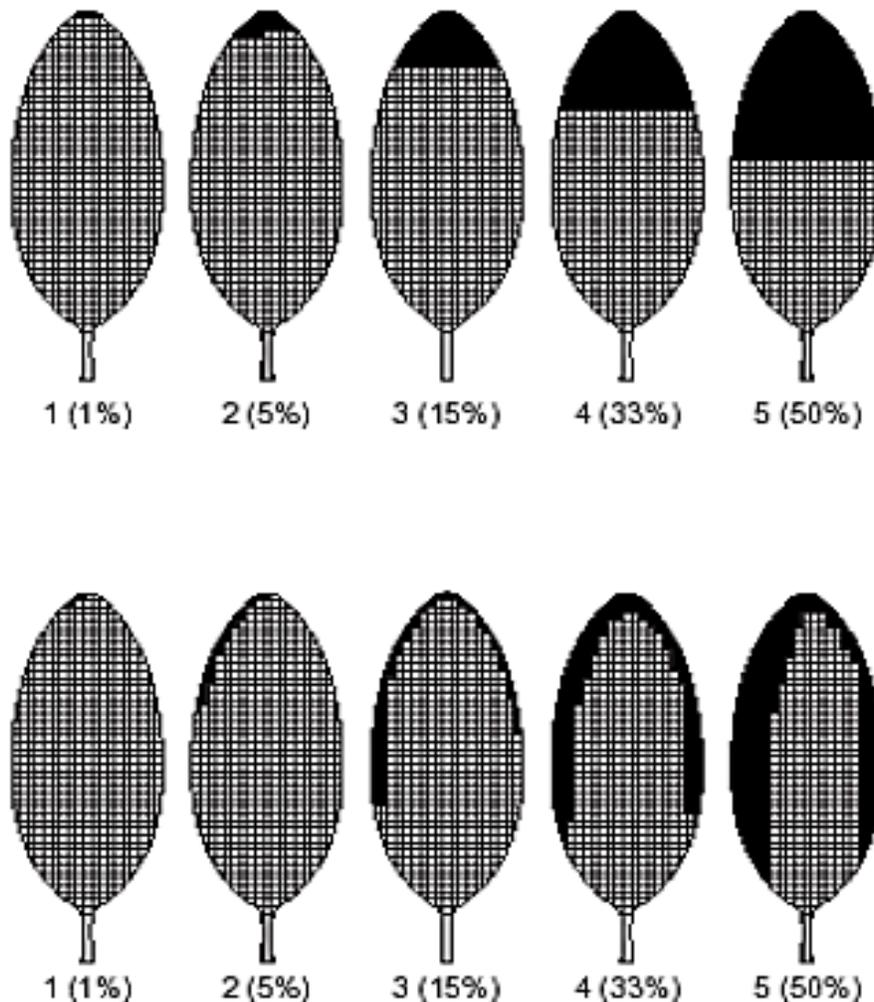


Figura 1. Sistema de calificación de Stover modificado por Gauhl. Fuente: Freítez et al., 2009

Tabla 1. Grados de la escala de Stover modificada por Gauhl para evaluar la severidad de Sigatoka negra del plátano (Gauhl, 1990).

Grado	Descripción del daño en la hoja
1	Hasta 10 manchas por hoja
2	Menos del 5% del área foliar enferma
3	De 6 a 33 % del área foliar enferma
4	De 34 a 50 % del área foliar enferma
5	Más del 50% del área foliar enferma

Fuente: Elaboración de autores

Para conocer el Índice de severidad de cada planta se aplicó la fórmula de (Gauhl, 1990).

$$IS = \sum n \cdot b / (N - 1) T \cdot 100$$

IS= Índice de severidad: es el índice del área foliar de la planta infectada por el patógeno, calculado en base en el área individual necrosada de las hojas de la planta, evaluada con el uso de la escala de daño propuesta por Stover modificada por Gauhl.

n = Número de hojas en cada nivel

b = Grado de severidad: corresponde al valor de la tabla

N= Número de grado máximo en la escala = 7

T= Número total de hojas evaluadas

Resultados y discusión

En el cuadro 2 se presentan los porcentajes de infección obtenido en los materiales evaluados. Se observaron diferencias significativas en todos los tratamientos. Los resultados obtenidos permiten establecer que el mayor índice de infección se presentó en el banano FHIA 23 con 10,39 %, resultados similares fueron encontrados por Pérez et

al., (2006) quienes observaron que el FHIA 23 mostró susceptibilidad a la enfermedad mientras que los clones FHIA 2, FHIA 18, FHIA 1 y FHIA 21 exhibieron los mayores niveles de resistencia parcial. Igualmente, el Plátano enano desarrollo 8,18, el Banano Gran enano 7,97, el FHIA 17 y el plátano Hartón 7,15 y 6,00 % de severidad respectivamente.

Los menores índices de infección se observaron en FHIA 20, FHIA 2 y FHIA 21; con valores de 4,02, 3,81 y 3,28, respectivamente (Figura 2); demostrando que estos clones son una alternativa en el manejo de la enfermedad en la localidad objeto de estudio. El uso de clones resistentes es el método más económico y ambientalmente seguro de manejo de la sigatoka negra, y prácticamente el único método de control disponible para pequeños agricultores en áreas de media y alta pluviometría (Hernández y Pérez, 2001).

Tratamientos	Índice de infección (%)
FHIA -21	3,28 a
FHIA -2	3,81ab
FHIA -20	4,02 ab
Plátano hartón	6 bc
FHIA-17	7,15 cd
Banano gran enano	7,97 cd
Plátano enano	8,18 cd
FHIA-23	10,39 d
Significancia	**

Comparaciones realizadas por la prueba de Tukey (P< 0,05). Promedios seguidos de la misma letra en la columna no difieren estadísticamente

Fuente: Elaboración de los autores

Blanco et al., (2009), indicaron que dentro de los materiales señalados como resistentes a Sigatoka negra, en Colombia, el FHIA 2 es considerado como uno de los materiales más precoces, presentando junto al FHIA 1, mejores rendimientos cuando se compara con otros materiales locales.

Sin embargo, ambos tienen poca aceptación en el mercado fresco posiblemente por el sabor ácido dulce que poseen, es por ello que se pueden utilizar como alternativa en la agroindustria, ya que presenta pulpa de baja oxidación (Cedeño, 2017). En el caso de plátanos, en estudios realizados por González-Vélez (2014), hace referencia que el clon FHIA 21 es tolerante a la Sigatoka Negra, además los híbridos de plátano tipos FHIA-20 y FHIA-21 están siendo cultivados comercialmente en varios países latinoamericanos por ser resistentes a esta enfermedad.

Los beneficios del uso de estos clones FHIA se evidenció en trabajo realizado por Trujillo et al., (2002), quienes efectuaron evaluaciones económicas y observaron que en el manejo de clones Élite no hay costo asociado al control de Sigatoka Negra comparándose con el manejo convencional, donde por cada bolívar invertido en la producción el 50% está destinado al control de la Sigatoka Negra en cambur y el 40% en plátano. Además, el Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo (CIID), ha patrocinado proyectos de investigación en Honduras (Fundación Hondureña de Investigación Agrícola), encaminados al mejoramiento de la resistencia natural a la Sigatoka negra, tanto en bananos como en plátanos de pequeños y medianos agricultores, para consumo local y de exportación (Sauvé y Edwarson, 2002).

Conclusiones

De acuerdo con la reacción de cada uno de los materiales se comprobó que los FHIA 20, FHIA 2 y FHIA 21 presentaron los más bajos índices de infección. La evaluación de la incidencia y severidad de Sigatoka negra por el método de Stover modificado por Gauhl permitió obtener información valiosa sobre la situación fitosanitaria de la plantación, a través del presente ensayo, en la localidad de La Ceiba del estado Trujillo.

Agradecimiento

Al Sr. Pedro Méndez, productor agrícola del municipio La Ceiba, por su valiosa colaboración en el desarrollo del ensayo y en la toma de datos en campo.

Referencias

- Ayala, A. C. 2014. Evaluación de la actividad antifúngica del Quitosano contra el hongo *Mycosphaerella fijiensis* Morelet que produce la Sigatoka negra que ataca el plátano. Revista Iberoamericana de polímeros, 15 (6): 25-29.
- Barrera, J.; Cayón, G.; J. Robles. 2016. Influencia de la exposición de las hojas y el epicarpio de frutos sobre el desarrollo y la calidad del racimo de plátano "Hartón" (Musa AAB Simmonds). Agr. Col. 27 (1):73-79.
- Blanco, G.; Hernández, J.; Pérez, A.; Ordosgoitti, A.; Martínez, G.; Manzanilla, E. 2009. Caracterización agronómica de clones de musáceas con niveles de resistencia a Sigatoka Negra en el municipio Veroes, estado Yaracuy, Venezuela. Agronomía Trop. 59(2):30-36.
- Cedeño, G. S. 2017. Detección temprana de resistencia a *Mycosphaerella fijiensis* en genotipos locales de Musáceas en Ecuador. Early. Scientia Agropecuaria, 29-42.
- Di Rienzo, J; Casanoves, F; Balzarini, M; González, L; Tablada, M; Robledo, C. 2017. InfoStat versión 2017, Grupo InfoStat. FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Disponible en <http://www.infostat.com.ar>

- Dominguez, J. J. 2017. Simulation of defoliation caused by Black Sigatoka in the yield and quality of banana "Nanica" fruits. *Ciencia Rural*, 47(1): 167-182
- Etebu E. y Young-Harry W. 2011. Control of black Sigatoka disease: Challenges and prospects. *African Journal of Agricultural Research* Vol. 6(3): 508-514.
- Freitez, J., Ablan, M., Gómez, C. 2009. Propuesta de modelos predictivos del brote de la sigatoka negra para las plantaciones de plátano al sur del lago de Maracaibo. *Revista UDO Agrícola* 9 (1): 191-198
- Gauhl F (1994) Epidemiology and ecology of Black Sigatoka (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) on plantain and banana (*Musa* spp.) in Costa Rica, Central America. Ph.D. Thesis. University of Göttingen, Lower Saxony. 120p.
- González-Vélez, Agenol. 2014. Comportamiento de clones de plátano Maricongo y FHIA 21 en presencia de la Sigatoka negra en la zona de altura húmeda en Puerto Rico. *J. Agric. Univ. PR*. Vol. 98 (1): 21-30.
- Hernández, A. y L. Pérez. 2001. Reaction of Banana and Plantains Cultivars to Black Sigatoka Disease Caused by *Mycosphaerella fijiensis* Morelet in Cuba. *Epidemiological Components of the Resistance*, *Fitosanidad* 5(3):9-15.
- Hidalgo, A. 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.
- Lapeyre de Bellaire, L., E. Fouré., C. Abadie., y J. Carlier. 2010. Fighting against an emerging disease. The case of black leaf streak disease in the banana industry. *Memorias XIX Reunión Internacional ACORBAT*. Pág. 70-84. Medellín-Colombia.
- Martínez, G. y Delgado, E. 2016. Breve análisis sobre la producción de Musáceas en Venezuela. *PIA*, 24-29.
- Martínez, G.; Hernández J.; Tremont O.; Pargas R.; Manzanilla E. 2008. El avance de la Sigatoka negra en Venezuela: Un breve análisis. *INIA Divulga* (mayo/agosto) 31-35.
- Orozco-Santos, M.; Orozco-Romero, J.; Pérez-Zamora, O.; Manzo-Sánchez, G.; Farías-Larios, J.; Da Silva Morales, W. 2008. Prácticas culturales para manejo de Sigatoka Negra en bananos y plátanos. *Plant Pathology* 33(3): 189-196
- Pérez, M.; Pérez, L.; Trujillo, R.; Betancourt, D. 2006. Variabilidad de *Mycosphaerella fijiensis* Morelet. Estabilidad de la resistencia a sigatoka negra de los clones híbridos de la FHIA. *Fitosanidad*, vol. 10(1): 37-47.
- Trujillo, V.; J. Surga, E. Solórzano, A. Izquierdo, M. Belloso, A. Delgado, D. León y O. Sanoja. En: *Evaluación económica de la alternativa tecnológica de clones Élites de musáceas*. I Jornadas Nacionales de Plátano y Banano "Don Bernardino Mejías". Septiembre 2002. Santa Bárbara Edo. Zulia. 151p.
- Sauvé, E. y W. Edwarson. 2002. Introducción de nuevos bananos al mercado canadiense la experiencia del CIID con las variedades FHIA. *Musa Doc*. INIBAP. Francia. pp. 222-251.

Autores

Camacho Belkis, Ingeniero Agrónomo, MSc Fitopatología. Profesional de investigación Nivel 7-9 perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas estado Lara

Meza Norkys Marilyn¹. Doctora en Ciencias Agrarias, Universidad de Zulia Venezuela. Profesional de investigación, perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas estado Lara. Fitomejoradora en el rubro papa. mail: norkysmeza@gmail.com

Quintero Amparo, profesional de la investigación en el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas Trujillo.

Flores Emmy, profesional de la investigación en el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas Trujillo