



entrosur

e-ISSN:2706-6800

**Respuestas de 15 cultivares de Musa sp y 2 Heliconias sp frente a la
inoculación de Ralstonia solanacearum E.F. Smith, agente causal del
Moko**

***Responses of 15 Musa sp and 2 Heliconias sp cultivars to the inoculation of Ralstonia
solanacearum E.F. Smith, causative agent of Moko***

*Artículo resultado de proyecto de investigación financiado por
La Universidad Técnica Estatal de Quevedo*

Daniel Vera-Aviles

Master Ciencias Agrarias, Universidad Técnica
Estatal de Quevedo (UTEQ) Quevedo Ecuador
devera@uteq.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-7641-6876>

Carmita Suarez-Capello

Master Ciencias Agrarias, Universidad Técnica
Estatal de Quevedo (UTEQ) Quevedo Ecuador
csuarez@uteq.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-1780-6513>

Karla Veloz-Martinez

Master Ciencias Agrarias, Universidad Técnica
Estatal de Quevedo (UTEQ) Quevedo Ecuador
kveloz@uteq.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-4147-9586>

Luis Simba-Ochoa

Master Ciencias Agrarias, Universidad Técnica
Estatal de Quevedo (UTEQ) Quevedo Ecuador
lsimba@uteq.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-2712-4081>

<http://centrosuragraria.com/index.php/revista>

Publicada por: Instituto Edwards Deming

Quito - Ecuador

Octubre - Diciembre vol. 1. Num. 7 2020

Pag. 33-46

Esta obra está bajo una Licencia Creative

Commons

Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0

Internacional.

RECIBIDO: 18 DE NOVIEMBRE 2019

ACEPTADO: 29 DE MARZO 2020

PUBLICADO: 12 DE OCTUBRE 2020

RESUMEN

El objetivo principal fue establecer la respuesta del comportamiento de 15 cultivares de *Musa* sp y 2 cultivares de *Heliconia* sp frente a la inoculación del aislamiento de Moko (*Ralstonia solanacearum*) y específicamente determinar el tipo de *R. solanacearum* que se presenta en la zona Litoral (biovar) y definir los niveles de resistencia/tolerancia de los cultivares *Musa* sp contra Moko (*Ralstonia solanacearum*). Esta enfermedad que, detectada por primera vez en 1840, en la Guayana Británica y apareció en forma epidémica en Trinidad en 1895, en la actualidad se encuentra presente en varios países productores de plátano de América, donde causa grandes pérdidas anuales. Este estudio se dispuso en un diseño completamente al azar (DCA), 17 tratamientos (cultivares de *Musa* y *Heliconia*) en tres repeticiones, donde cada unidad experimental estuvo compuesta de 4 plántulas. El estudio de resistencia/tolerancia de los cultivares *Musa* sp contra Moko en plátano (AAB) banano AAA y *Heliconias* sp, permitió las variedades susceptibles el siguiente material vegetal (Hartón, Curare, Limeño, Barraganete, Guineo de jardín y el Gross Michel) las cuales llegaron a la etapa de muerte en menos de 17 y 25 días difiriendo de las variedades que se requiriera mayor tiempo para la presencia de la sintomatología (Maqueño morado, Maqueño verde, Orito, Vinces y las *Heliconias*).

Palabras clave: Musas, *Heliconias*, *Ralstonia solanacearum*, biovar, resistencia

ABSTRACT

The main objective was to establish the behavior of 15 cultivars of *Musa* sp and 2 cultivars of *Heliconia* sp against challenge insulation Moko (*Ralstonia solanacearum*) and specifically determine the type of *R. solanacearum* that occurs in the Littoral zone. (Biovar), and define levels of resistance/tolerance of cultivars *Musa* sp against Moko (*Ralstonia solanacearum*). To achieve the study of this disease was first detected in 1840 in British Guiana and appeared in epidemic form in Trinidad in 1895, today it is present in several producing countries banana America, where it causes big annual losses he set a completely randomized design (CRD), 15 treatments (cultivars of *Musa* and *Heliconia*) in three repetitions, each experimental unit was composed of 4 seedlings. The study results resistance/tolerance of the cultivars *Musa* sp against Moko (*Ralstonia solanacearum*) on plantain (AAB) banana and *Heliconia* sp (AAA) 17 varieties which the next plant matter (Harton, Curare, Limeño, are susceptible evaluated Barraganete, Guineo jardin and Gross Michel) reached this tage of death within 17 to 25 day sof differing varieties is more time to the presence of symptoms Maqueño purple, Maqueño green, Orito, Vinces and *Heliconia*.

Key words: *Musa*, *Heliconia*, *Ralstonia solanacearum*, biovar, resistance

INTRODUCCIÓN

La región de América Latina y el Caribe (ALC) representa el 66% de las exportaciones mundiales de Cavendish (*Musa* AAA). Ecuador es el mayor exportador mundial de bananos Cavendish, con 6.5 millones de toneladas exportadas en 2018. Filipinas y Costa Rica son el segundo y tercer exportador, con 3.4 y 1.8 millones de toneladas, respectivamente (FAO, 2019). Además, ALC también es un exportador clave de plátanos, con el 72% de los plátanos

comercializados en los mercados internacionales. Sin embargo, el 62% de la producción de banano y plátano en ALC (20 millones de toneladas) se consume localmente, lo que indica su gran importancia en las dietas y la seguridad alimentaria en toda la región (FAO, 2019). Ecuador ocupa el segundo lugar de países exportadores de plátano, abasteciendo el 17% de las importaciones de la fruta a nivel mundial; El plátano, representa un importante sostén para la socio-economía y seguridad alimentaria del país, el cual genera fuentes estables y transitorias de trabajo (PROEcuador, 2015), además de proveer permanentemente alimentos ricos en energía a la mayoría de la población campesina. Actualmente se reportan en el país un total de 135 152 ha de plátano, de las cuales 84 101 ha están bajo el sistema de monocultivo y 51 051 ha se encuentran asociadas con otros cultivos (INEC, 2014). La mayor zona de producción de esta musácea es la conocida como el triángulo platanero, la cual abarca las provincias de Manabí, Santo Domingo y Los Ríos con 52 612, 14 249 y 13 376 has, donde se produce variedades como el Dominico, que se lo destina principalmente para el consumo nacional y la variedad Barraganete se lo destina en su mayor parte a la exportación, se estima que anualmente se exportan alrededor de 90 000 t de esta variedad, de acuerdo a estadísticas de comercio exterior de TRADEMAP.

El Moko del plátano y el banano es causado por la bacteria *Ralstonia solanacearum* (Smith, Yabuuchi, *et al.*, 1995). Es uno de los patógenos bacterianos más devastadores en cultivos de plátano y banano debido a su persistencia en campo, a una amplia gama de hospederos que pueden transmitir la enfermedad, se disemina por suelos contaminados y pueden afectar además otros cultivos reduciendo su rendimiento. En nuestro país existe la enfermedad del Moko desde los años 70 (Intriago, 1988). Habiendo permanecido restringida a la región amazónica hasta su aparición en la región platanera al occidente de los Andes. A partir de su detección en la región Litoral del país, en la provincia de Manabí (Delgado, Morillo, Buitrón, Bustamante y Sotomayor, 2014), esta enfermedad se ha constituido en una amenaza para los productores, exportadores y demás involucrados en la cadena productiva. Si bien el productor enfrenta una serie de problemas fitosanitarios presentes en su cultivo, tiene suficiente conocimiento para manejar niveles de infección mediante procedimientos que no afectan demasiado su economía, La presencia de esta bacteria en el Litoral, ecuatoriano se convierte en una nueva amenaza a la producción de *Musa* para la que el productor debe prepararse, lamentablemente se cuenta con relativamente escasos medios de lucha eficaz contra esta bacteria por lo que toda medida tendiente a restringir su diseminación durante el mayor tiempo posible sería la mejor estrategia para los productores

La infección inicial de la planta se presenta cuando *R. solanacearum* invade los tejidos vasculares a través de las raíces con heridas o aperturas naturales originadas por la emergencia de raíces secundarias. Una vez ha ingresado en estos tejidos *R. solanacearum* encuentra un medio óptimo para su diseminación, invadiendo rápidamente el xilema y células adyacentes debido a que estas estructuras celulares cumplen la función de transporte de agua

en forma ascendente y lateral hacia otros tejidos (Hernández, Mariño, Trujillo & de Navarro, 2005).

El manejo de plagas agresivas y cuarentenaria como es el Moko, especialmente a nivel de pequeños y medianos productores, requiere la aplicación de todas las posibilidades de control que se pueda disponer para minimizar su impacto. Una de estas tácticas sería el establecimiento de mezcla de cultivares de musáceas con algún grado de resistencia al patógeno que contribuyan a reducir el potencial de multiplicación de la bacteria dentro de la plantación. dado que el movimiento de inóculo desde una planta susceptible a otra, se ve obstaculizado por la presencia de plantas resistentes como han demostrado recientes estudios en diferentes patosistemas (Castilla *et. al.*, 2003; Jarvis *et al.*, 2012; Mulumba *et al.*, 2012;). El objetivo de este estudio fue, establecer el grado de susceptibilidad o resistencia de cultivares de *Musa* sp y especies ornamentales de géneros relacionados como *Heliconia* sp. que pudieran ser incorporados en una estrategia de manejo de esta bacteriosis.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización de la investigación

La investigación a nivel de laboratorio e invernadero se lo realizo en el campus de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), ubicada en el km 1,5 de la carretera Quevedo - Santo Domingo de Los Tsáchilas, con una altitud de 120 msnm, temperatura media 25 °C, humedad relativa de 84 %, precipitación 2100 mm año⁻¹ y heliofania 919 hora luz año.

El factor a estudiar es la respuesta de 8 cultivares de plátano, 7 de banano y 2 Heliconias (Tabla 1) a la inoculación con la bacteria *R. solanacearum*. Cada cultivar constituyó un tratamiento.

Tabla 1. Caracterización y tipo genético de los cultivares.

Nº	Cultivar	Genoma	Grupo
1	Vinces	AAB	Banano
2	Barraganete	AAB	Plátano
3	Williams	AAA	Banano
4	Dominico Verde	AAB	Plátano
5	Dominico negro	AAB	Plátano
6	Maqueño verde	AAB	Plátano
7	Orito	AAA	Banano
8	Limeño	AAB	Plátano
9	Cavendish	AAA	Banano
10	Gros Michel	AAA	Banano
11	Curare	AAB	Plátano
12	Maqueño morado	AAB	Plátano
13	Hartón	AAB	Plátano
14	Guineo de jardín	AAA	Banano
15	Filipino	AAA	Banano

16	Heliconia Latispatha*		Sin fruto
17	Heliconia Wagneriana*		Sin fruto

Se consideraron solamente estas dos especies en función de que son muy frecuentes en sistemas de producción con *Musa* sp, especialmente plátano y orito.

Obtención y manejo del material vegetal

Los requerimientos comerciales y culinarios de las musáceas han conducido al productor a mantener prácticamente monocultivo de unas pocas cultivares tanto en banano como en plátano. Sin embargo, existe una cantidad de cultivares, sobre todo del tipo plátano en las fincas de pequeños productores, de los que la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ) en la finca del campus experimental La María., mantiene una colección de aquellas que tienen cierta preferencia entre los productores y que sirvió de base para este estudio. En esta colección, se seleccionaron hijuelos de aproximadamente 30 cm de altura y 250 – 300 g de peso. Se limpiaron completamente de residuos y tierra vegetal y se desinfectaron sumergiéndolos en una suspensión de Vitavax (15 g/20 L de agua) por 5 minutos. A continuación, se colocaron en fundas plásticas negras de 20 x 10 cm rellenas con suelo superficial de la misma finca y que se había dejado solarizar previamente. A las dos semanas, se añadió 5 g de fertilizante completo (10- 30- 10). Las plantas se mantuvieron en el invernadero del laboratorio de microbiología de la UTEQ en el campus principal, manteniendo un plástico bajo las macetas para recolectar cualquier lixiviado y desinfectarlo apropiadamente antes de desechar.

Origen y preparación de inóculo de *R. solanacearum* E.F. Smith

Para obtener colonias de la bacteria *R. solanacearum* se visitó el lugar de cuarentena donde se han detectado plantas con la enfermedad del Moko en el cantón El Carmen con todas las precauciones pertinentes (aislamiento y desinfección de zapatos y herramientas)

Se colectaron muestras de pseudotallo y cormo de plantas que presentaban síntoma de marchitez en fincas productoras de plátano de la provincia de Manabí, cantón El Carmen en una finca con registro de la presencia de la enfermedad. Para la recolección de muestras se utilizaron los protocolos establecidos en el plan de acción para el control de *R. solanacearum* Raza 2 plaga que hasta ese momento era de tipo cuarentenaria para la región. (AGROCALIDAD, 2016). Las muestras colectadas se guardaron en un recipiente hermético debidamente rotuladas y trasladadas al laboratorio. Seguidamente, se procedió a obtener colonias puras por los siguientes procedimientos:

(a) Fragmentos de la sección del pseudotallo infectado se desinfectaron con una solución de cloro al 1% y se enjuagaron en tres pases de agua destilada estéril. Cuatro fragmentos (0,5 cm) de tejido de la parte interna de las muestras, se colocaron en cajas petri conteniendo agar nutriente. Transcurriendo las 24 horas, de aquellas muestras que dieron lugar a

crecimiento bacteriano similares a *R. solanacearum*, se transfirieron a placas de Agar nutriente.

(b) Fragmentos del pseudotallo con síntomas de pudrición se maceraron en una caja Petri, alícuotas del macerado se usaron para estriar en placa de agar nutritivo.

(c) Se realizó un corte transversal de un hijuelo que tenía la hoja “bandera” muerta obteniéndose un exudado bacteriano, que se usó directamente para hacer un estriado en placa de agar.

De las colonias obtenidas, se seleccionaron aquellas cuyo desarrollo presentaba las características morfológicas de *R. solanacearum*: colonias mucosas con centro rojizo que aparecieron antes de los tres días de incubación y mostraban pequeñas espirales de un halo rojo brillante (Kelman A, 1954), para transferirlas a nuevas placas y conseguir crecimientos puros. Estas colonias se usaron en las pruebas siguientes. Con el fin de asegurar identificación, se realizaron las pruebas de caracterización bioquímica de la bacteria consideraron características, morfológicas fisiológicas, químicas y patológicas, siguiendo procedimientos estandarizados (Denny, 2001).

Una vez verificadas la identificación y características de la colonia, se multiplicó en el mismo medio de agar nutriente para preparar inóculo. Usando colonias de 48 horas de edad, se preparó una suspensión de la bacteria con agua destilada estéril para obtener una concentración de $2,5 \times 10^5$ ufc (unidades formadoras de colonias). Esta suspensión se usó para inocular las plántulas.

Inoculación

A los 70 días de edad cuando las plantas tenían entre cuatro y cinco hojas se procedió a inocularlas, bajo condiciones controladas de aislamiento, en el umbráculo. En este caso, se usó 2 ml de la suspensión de *R. solanacearum* y se inyectó en el pseudotallo de las plantas. Previamente, luego de probar diferentes agujas, se seleccionó una jeringuilla de 10 cm, equipada con una aguja hipodérmica de 3 cm, para inyectar el inóculo en la base del pseudotallo de las plántulas (Figura 1). Las plántulas se mantuvieron en incubación en el mismo umbráculo.



Figura 1. Inoculación de las plántulas de *Musa* sp en la base del pseudotallo

Diseño experimental y análisis estadístico

Para el experimento se usó un diseño completamente al azar, con cuatro repeticiones por tratamiento; cada tratamiento contó con un testigo negativo (agua desionizada estéril). Las plantas inoculadas se agruparon por tratamientos, separados por una barrera de polietileno para evitar contaminación entre las cepas de la bacteria. Los diferentes genotipos se evaluaron durante dos meses. Las variables se analizaron mediante estadística descriptiva usando Windows Excel y el programa estadístico R Commander, 2010. Para medir las variables se consideró tres plantas de cada tratamiento; los síntomas externos se observaron semanalmente de acuerdo a la escala propuesta por Oliveira *et al.*, 2000, las variables fueron los diferentes estadios de avance de la infección: (Estadio 0) sin síntomas; (Estadio 1) flacidez de la hoja bandera, (Estadio 2) amarillamiento de la plantilla; (Estadio 3) clorosis de la segunda y tercera hoja, (Estadio 4) curvatura del peciolo y (Estadio 5) muerte de la planta. Las plantas sin síntomas ocho semanas después de la inoculación se pueden considerar resistentes, según los síntomas y el período de evolución de la enfermedad se proponen los diferentes niveles de resistencia a la enfermedad del Moko, por parte de los cultivares evaluados.

RESULTADOS

En las regiones donde se cultivan el banano, plátano se han convertido en monocultivos de un solo tipo de material y su producción es continua a lo largo del año. Consecuentemente, el riesgo de que un patógeno selectivo por su especificidad, altamente virulento y de fácil diseminación, es muy alto para el productor. La reciente introducción de *R. solanacearum* a la zona platanera en El Carmen (Provincia de Manabí) enfrenta a toda la cadena productora de esta musácea a la grave amenaza de esta enfermedad y se deberán implementar todas las tácticas de control de que se disponga para reducir su impacto.

La bacteria fue fácilmente aislada de las muestras de tejido en plátano colectadas en la plantación donde fue reportada inicialmente. Su crecimiento in vitro, así como las pruebas

bioquímicas evaluadas relacionan a las cepas aisladas con el grupo de *R. solanacearum*, confirmando que estas pruebas son una herramienta simple efectiva para la selección y clasificación de este grupo de bacterias igual a lo presentado por (Obregón, Rodríguez, & Salazar, 2008).

De todas las muestras de tejido colectadas se pudo aislar colonias bacterianas blanco mate o blanco con centro rojizo cuyas características corresponden a la descripción de *R. Solanacearum* (Denny TP, 2001). La fuente de donde más fácilmente se pudo aislar fue del exudado bacteriano del pseudotallo, de donde se obtuvieron aislamientos con muy poca contaminación que sirvieron para las pruebas subsiguientes.

Patogenicidad

Esta prueba se realizó al inocular los cultivares de *Musa* y *Heliconias* para observar su reacción a la bacteria. Para la inoculación se seleccionó el aislamiento MM1 cuyas características coincidían en su totalidad con lo que indica la literatura para *R. Solanacearum* de *Musa* sp. Los resultados de la inoculación fueron positivos en todos los casos como se reseña más adelante. Una vez evaluada la reacción de las plantas a la inoculación bacteriana, de cada cultivar se realizaron aislamientos en agar nutriente para recuperar la bacteria y realizar las pruebas de verificación: tinción de Gram, reacción de viscosidad y pectinólisis. Las características de todas las colonias recuperadas corresponden a la misma con que se inocularon las plantas.

Las pruebas de patogenicidad indicaron que las cepas obtenidas presentaron capacidad patogénica en plantas de banano y plátano igual a los presentado por Obregón, *et al.*, (2008), sus síntomas observados en las plantas inoculadas fueron los característicos de la infección por *R. solanacearum* en musáceas, indicando que estas pruebas son una herramienta más para la selección y clasificación de este grupo de bacterias.

Resistencia/tolerancia de los cultivares *Musa* sp y *Heliconia* al Moko (*R. solanacearum*) del plátano y banano en función de los síntomas presentes en los cultivares.

La Figura 4 muestra la respuesta de los ocho cultivares del grupo plátano (Barraganete, Curare, Dominico negro, Dominico verde, Hartón, Limeño, Maqueño morado y Maqueño verde) a la inoculación con *R. solanacearum*.

En este grupo AAB, cuatro (Hartón, Curare, Limeño y Barraganete) llegaron a la etapa de muerte en menos de 25 días. Si bien todos presentaron un período de incubación similar (8-12 días), el Barraganete se mostró más susceptible, pues 8 días después de la inoculación ya presentó los síntomas iniciales y diez días más tarde todas las plantas estaban muertas. Los demás cultivares (Limeño, Curaré y Hartón) llegaron a la etapa final de muerte, a los 21, 24 y 32 días respectivamente.

Los otros cuatro cultivares del grupo, dos maqueños y dos dominicos, solo llegaron hasta el estadio 3, con 2 a 3 de hojas marchitas entre los 20 y 30 días, permaneciendo en ese estadio hasta el fin del experimento. En este grupo se destaca el maqueño morado con un período

de infección de 21 días y luego de 10 días más, los síntomas avanzan hasta presencia de 2-3 hojas cloróticas (estadío 3), donde permaneció hasta el fin del experimento.

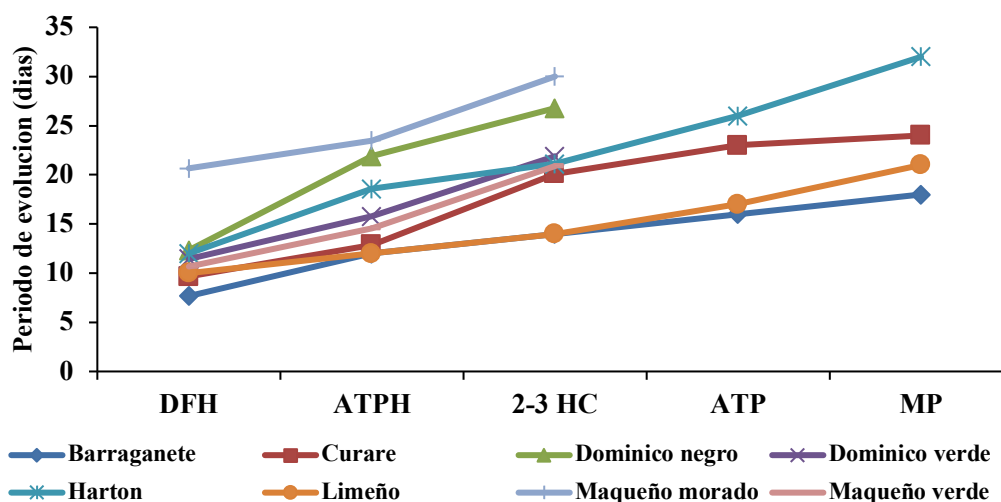


Figura 4. Evolución de la infección en días, por *R. Solanacearum* en cultivares del grupo plátano (DFH) Días a la flacidez de hoja, (ATPH) Amarillamiento tenue de la primera hoja, (2-3HC) 2-3 Hojas cloróticas, (ATP) Amarillamiento total de la planta, (MP) Muerte de planta.

La Figura 5, muestra el grupo de los bananos (Cavenish, Filipino, Gros Michel, Guineo jardín, Orito, Vinces y Williams). En este grupo, el Guineo de jardín y el Gros Michel se presentan como muy susceptibles, pues presentaron un periodo de incubación (días después de la inoculación a flacidez de las hojas-) bastante corto (10 y 12 días) y en un periodo igual atravesaron toda la gama de síntomas hasta llegar a la muerte de las plantas. En el extremo opuesto se ubicó el cultivar Vinces, cuyo periodo de incubación fue el más largo, 22 días; luego la enfermedad evolucionó hasta el tercer estadio (2, 3 hojas cloróticas) donde permaneció hasta el término de la evaluación presente estudio (50 días).

Los cultivares "Cavendish", Orito y Williams tuvieron un comportamiento similar al Vinces, pues, aunque tuvieron un avance ligeramente más rápido de la enfermedad, ésta solo llegó al tercer estadio. Dentro de este grupo, también se ubicó el Filipino, aunque en este caso la enfermedad avanzó al estadio 4, con amarillamiento total de la planta a los 38 días de la inoculación. Resultados presentados por Silva, et al., (2000) indicaron que los genotipos triploides (AAA) Cavendish Giant, Cavendish William, Primitivo y Guineo fueron susceptibles a las cinco cepas de *R. solanacearum*; todos los demás cultivares mostraron reacción diferencial a estas cepas. En relación con la resistencia de los genotipos de banano al Moko se conoce que varios genes recesivos deben estar involucrados en su comportamiento, ya que

algunos de los cultivares de banano han mostrado diferentes niveles de susceptibilidad a *R. solanacearum*. (Valencia, Álvarez y Castaño, 2014)

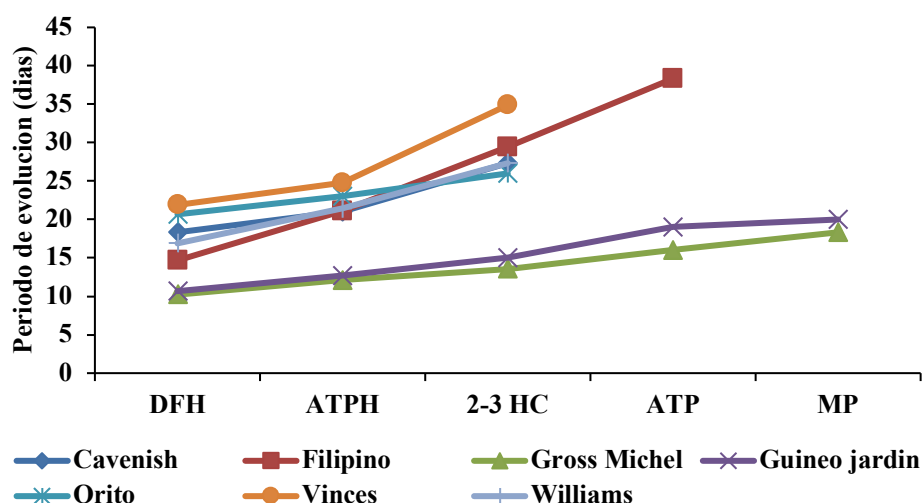


Figura 5. Evolución de la infección en días, por *R. Solanacearum* en cultivares del grupo banano (DFH) Días a la flacidez de hoja, (ATPH) Amarillamiento tenue de la primera hoja, (2-3HC) 2-3 Hojas cloróticas, (ATP) Amarillamiento total de la planta, (MP) Muerte de planta.

Entre las dos variedades de *Heliconia* evaluadas en este estudio, también se presentaron los dos tipos de reacción: por un lado, la variedad *H. wagneriana* presentó un período de incubación corto, (10 días) y se apreció una evolución sostenida creciente a medida que pasaban los días y a los 20 días desde la inoculación las plantas colapsaron por muerte celular. Por el contrario, *H. latispata* presentó síntomas iniciales de reacción a la inoculación apenas a los 17 días, los que progresaron al segundo estadio con síntomas de amarillamiento en la primera hoja; de ahí en adelante no se observó la enfermedad (Figura 6).

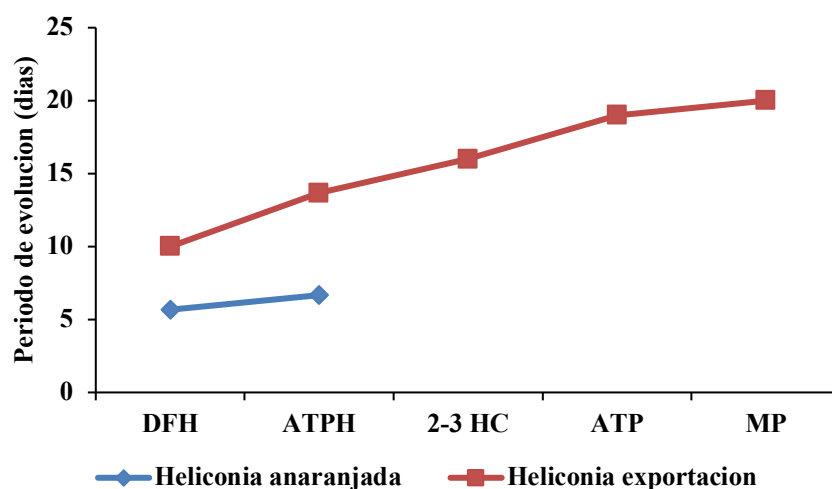


Figura 6. Evolución de la infección en días, causados por *R. Solanacearum* en cultivares de *Heliconia* sp (DFH) Días a la flacidez de hoja, (ATPH) Amarillamiento tenue de la primera hoja, (2-3HC) 2-3 Hojas cloróticas, (ATP) Amarillamiento total de la planta, (MP) Muerte de planta.

CONCLUSIONES

En la Tabla 3 se resume la respuesta de todos los cultivares a la inoculación de *R. solanacearum* en base a la cual se proponen los niveles de resistencia/susceptibilidad a tenerse en consideración para el manejo de la enfermedad. El lapso que demoró la bacteria en matar a la totalidad de las plantas de Gross Michel y Barraganete y *H. wagneriana* fue establecido como criterio para establecer los niveles de susceptibilidad de los cultivares evaluados. Estos tres cultivares se consideraron como muy susceptibles. Bajo este criterio, en el grado opuesto de la escala tenemos a *H. latispata* como muy resistente, pues apenas llegó a presentar el primer síntoma, indicando reacción positiva a la inoculación, pero sin que la enfermedad progrese. El cultivar Filipino se ubica más del lado de los susceptibles, aunque se hace una distinción (medianamente susceptible) considerando que ninguna planta se murió en el período del ensayo. Seguidamente se presenta un grupo de cultivares integrados por los dos Maqueños, los dos Dominicos del grupo de los plátanos; el Vines, Orito, Cavendish y Williams cuya reacción a la enfermedad llegó solamente al nivel de presentar clorosis en la segunda y tercera hoja por lo que se ubican en la categoría de tolerantes o medianamente resistentes. En relación con el Moko, de Oliveira et al. (2000) afirmaron que no se ha detectado resistencia a la enfermedad en las variedades comerciales triploides y tetraploides de *Musa* sp.; sin embargo, los resultados en este estudio demuestran una clara respuesta diferencial a la enfermedad, entre los genotipos diploides (AA) de banano capaces de expresar resistencia a *R. solanacearum* raza 2; constituyéndose en una posibilidad a tenerse en cuenta para introducir diversidad a los triploides. Tomekpé, Christophe & Escalant

(2004), afirmaron que los diploides son muy fértiles y contienen una considerable diversidad genética y pueden ser silvestres, semisilvestres o partenocárpicas, presentando frecuentemente una o más fuentes de resistencia y de tolerancia a enfermedades y plagas, así como a diversas cualidades organolépticas. Esta investigación ha logrado identificar varios cultivares de Musa con algún nivel de resistencia a la bacteria entre los que se cuenta el cultivar Williams, que es la base de la actividad bananera del país. Por otro lado, deja en evidencia la alta susceptibilidad del plátano barraganete, lo que torna urgente tomar medidas que contengan el avance de esta devastadora enfermedad.

REFERENCIAS

- AGROCALIDAD. (2016). Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro. www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/pdf/sanidadvegetal/3controlfitosanitario/04-gestion-de-manejo-y-control-de-plagas-especificas/b-prevencion-ingreso-Moko-platano/resolucion-011-plan-ralstonia.pdf
- Barros Bastidas, C., & Turpo Gebera, O. (2018). Factors influencing the scientific production of university professors: a systematic review . *Pensamiento Americano*, 11(22). <https://doi.org/10.21803/pensam.v11i21-1.276>
- Castilla, N.; Vera-Cruz, C.; Mew, T. 2003. Using rice cultivars mixtures: a sustainable approach for managing diseases and increasing yield. *Mini Review*. IRRN 28(2): 5 – 11.
- De Oliveira, E.; S. Silva, V. De Mello, S. Gasparotto and L. Rires de Boher 2000. Evaluación de Musa spp. para la resistencia a la enfermedad de Moko (*Ralstonia solanacearum*, raza 2). *InfoMusa: la Revista Internacional Sobre Bananos y Plátanos*. 9 (1): 18-19. <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/665974/1/Infomusa.pdf>
- Delgado, R., Morillo, E., Buitrón Bustamante, J.L., Bustamante, A., & Sotomayor Herrera, I.A. (2014). First report of Moko disease caused by *Ralstonia solanacearum* race 2 in plantain (Musa AAB) in Ecuador. *New Disease Reports*, 30, 23. <http://dx.doi.org/10.5197/j.2044-0588.2014.030.023>
- Denny, T and Hayward A. 2001. Gram-negative bacteria. Pp:151-173. In: Schaad NW, Jones JB and Chun W (eds.). *Laboratory Guide for Identification of Plant Pathogenic Bacteria*. American Phytopathological Society. St Paul, MN, USA. 398p.
- Hernández, Y., Mariño, N., Trujillo, G. & De Navarro, C.U. 2005. Invasión de *Ralstonia solanacearum* en tejidos de tallos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). *Rev. Fac.*

Agron. 22: 181-190.
http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S037878182005000200008

INEC. (2014). Instituto de Estadísticas y censos. Obtenido de Compendio estadístico en el Ecuador:
http://www.ecuadorencifras.gob.ec//documentos/webinec/Bibliotecas/Compendio/Compendio-2014/COMPENDIO_ESTADISTICO_2014.pdf

Intriago, M. (1988). Diagnóstico y Reconocimiento de las Principales Enfermedades de Banana en Ecuador. En Memorias Curso “Tecnología del cultivo de banano” 7 al 10 de junio de 1988 (págs. 169-190). INIAP-PROTECA.

Jarvis, D.I; C. Fadda; P. de Santis & J. Thomson, eds. 2012. Damage, diversity and genetic vulnerability. The rol of crop genetic diversity in the agricultural production system to reduce pest and disease damage. Proceedings of an International Symposium 15-17 February, 2011. Rabat, Morocco, Bioversity International, Rome Italy.

Kelman, A. (1954). The Relationship of Pathogenicity in *P. solanacearum* Colony Appearance on a Tetrazolium Medium. Phytopath: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19551101405>

Mulumba, J.; Nankya, R.; Adokorach, J.; Kiwuka, C.; Fadda, C.; De Santis, P.; Jarvis, D. 2012. A risk-minimizing argument for traditional crop varietal diversity use to reduce pest and disease damage in agricultural ecosystems of Uganda. Agriculture, Ecosystems and Environment 157: 70 – 86.

Obregón M, Rodríguez P, Morales J, Salazar M. 2008. Hospedantes de *Ralstonia solanacearum* en plantaciones de banano y plátano en Colombia. Rev Fac Nal Agr Medellín;61(2):4518-4526. DOI: 10.15446/rfnam

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), 2019. Compendio Estadístico del Banano 2018. Roma. <http://www.fao.org/3/ca5625es/CA5625ES.pdf>

PROEcuador. (2015). Instituto de Promoción de Exportaciones e Inversiones. Obtenido de Análisis sectorial Plátano http://www.proecuador.gob.ec/wpcontent/uploads/2015/06/PROEC_AS2015_PLATA_NO1.pdf

- Saez J. 2010. Métodos Estadísticos con R y R Commander Departamento de Estadística e Investigación Operativa Universidad de Jaén: <https://cran.r-project.org/doc/contrib/Saez-Castillo-RRCmdrv21.pdf>
- Silva, S., Teixeira, M., Alves, E., Silva, J. & Bezerra, M. 2001. Banana breeding program at EMBRAPA. CROP Breeding and Applied Biotechnology. 1 (4): 399-436. DOI: 10.13082/1984-7033.v01n04a09
- Tomekpé, K., Christophe, J. & Escalant, J.V. 2004. Análisis de las estrategias de mejoramiento convencional de Musa. InfoMusa: la Revista Internacional Sobre Bananos y Plátanos. 13 (2): 2-6. https://www.biodiversityinternational.org/fileadmin/_migrated/uploads/tx_news/Infomusa_La_revista_internacional_sobre_bananos_y_pl%c3%a1tanos_1031.pdf
- Valencia, L., Álvarez, E., & Castaño, J. (2014). Resistencia de Treinta y Cuatro Genotipos de Plátano (Musa AAB) y Banano (Musa AAA) A Cinco Cepas de *Ralstonia solanacearum* Raza 2 (Smith). Revista Agronomía.
- Vera-Avilés, D. 2017. Biodiversidad intraespecífica varietal para mejorar ambientes degradados por monocultivos en Musáceas, como medida de control de plagas y enfermedades. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona. Departamento de Biología Animal, de Biología Vegetal y Ecología. ISBN:9788449075636. <https://hdl.handle.net/10803/457711>
- Yabuuchi E; Kosako Y; Yano I; Hotta H; Nishiuchi Y. 1995. Transfer of two Burkholderia and an Alcaligenes species to Ralstonia gen. Nov.: Proposal of Ralstonia pickettii (Ralston, Palleroni and Doudoroff 1973) comb. nov., Ralstonia solanacearum (Smith 1986) comb. nov. and Ralstonia eutropha (Davis 1969) comb. Nov. Microbiology and Immunology 39(11): 897–904. DOI: 10.1111 / j.1348-0421.1995.tb03275.x