

Contribución al conocimiento de la problemática fitosanitaria cardinal del cultivo de banano y plátano

Contribution to the knowledge of the cardinal phytosanitary problematic of the banana crop

DOI: 10.34188/bjaerv4n3-100

Recebimento dos originais: 04/03/2021

Aceitação para publicação: 30/06/2021

Francisco Ángel Simón Ricardo

Doctorado en Ciencia Agrícolas por la Universidad Central de Las Villas “Martha Abreu”
Facultad Agraria e Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical de Cuba.
Facultad de Ciencias Agropecuarias Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas.
Dirección: Calle Manabí (final), Barrio Nuevos Horizontes, Ciudad Esmeraldas República del Ecuador

Correo electrónico: francisco.simon@utelvt.edu.ec

RESUMEN

Las musáceas, (*Musa* spp.), son cultivos tropicales de importancia económica de toda la región tropical y subtropical se comercializa en fresco, como fruta, conocido como banano y como producto procesado, conocido como plátano vianda, representando importantes rubros en términos económicos para la mayoría de países productores, al generar cuantiosos ingresos financieros y fuentes permanentes y transitorias de trabajo para una gran parte de la población mundial, contribuyendo con la seguridad y soberanía alimentaria de países en vía de desarrollo como alimentos básicos en la dieta diaria de millones de personas. No obstante, estos cultivos no escapan a la voracidad de plagas y enfermedades que detrimentan seriamente sus producciones; entre ellas los ácaros, picudos, y nematodos; así como fitopatógenos productores de las peores enfermedades como Moko bacteriano, Sigatoka negra y Mal de Panamá; por ello el interés en particular del presente resultado científico de contribuir al conocimiento sobre el manejo agroecológico de su problemática fitosanitaria cardinal expuestas durante la celebración del I Seminario internacional REDUPLATANO Ecuador 2018.

Palabras claves: Mal de Panamá, Moko bacteriano, Nematodos, Sigatoka negra, Picudos

ABSTRACT

Musaceae, (*Musa* spp.), Are tropical crops of economic importance throughout the tropical and subtropical region, they are marketed fresh, as fruit, known as banana and as a processed product, known as plantain viand, representing important items in economic terms for most producing countries, by generating large financial income and permanent and transitory sources of work for a large part of the world population, contributing to the security and food sovereignty of developing countries as staple foods in the daily diet of millions of people. However, these crops do not escape the voracity of pests and diseases that seriously detract from their productions; including mites, weevils, and nematodes; as well as phytopathogens producing the worst diseases such as bacterial Moko, Black Sigatoka and Panama Mal; For this reason, the particular interest of the present scientific result to contribute to the knowledge about the agroecological management of its cardinal phytosanitary problems exposed during the celebration of the I International Seminar REDUPLATANO Ecuador 2018.

Keywords: Panama disease, Bacterial Moko, Nematodes, Black Sigatoka, Weevils

1 INTRODUCCIÓN

Las musáceas, (*Musa* spp.), tanto banano como plátano, son cultivos tropicales de importancia económica de toda la región centroamericana, caribeña y suramericana. Se produce en las regiones de poco desarrollo industrial, y se comercializa en fresco, como fruta, conocido como banano y como producto procesado, conocido como plátano vianda.

A nivel mundial, el plátano representa importantes rubros en términos económicos para la mayoría de países productores, puesto que generan ingresos de divisas y constituyen fuentes permanentes y transitorias de trabajo para una parte de la población. Además, contribuyen con la seguridad y soberanía alimentaria de países en vía de desarrollo como alimentos básicos en la dieta diaria de millones de personas, aportando alrededor del 40% de la oferta de alimentos ricos en energía (Orzama, 2017).

Ecuador, entre sus producciones agrícolas, una de las más significativas son el banano y plátano en sus diversas variedades, representando un 32% del comercio en el mundo (Arias, 2014). Representa el 3.84% del PIB total de la economía ecuatoriana, y el 50% del PIB agrícola nacional (INEC, 2011).

Cedeño (2010) y Sánchez (2010), enfatizan que el cultivo de plátano genera una importante fuente de trabajo con alrededor de 400 000 plazas directas, lo que significa que alrededor del 12 % de la población económicamente activa se beneficia de esta actividad de una u otra forma.

En los cultivos de musaceas, diversos factores bióticos y abióticos determinan el crecimiento y desarrollo de las plantas. Dentro de los factores bióticos, existe una amplia gama de agentes determinantes en la producción de las plantaciones, entre ellos factores edafoclimáticos, topográficos y de altitud de las plantaciones; encontrándose un amplio rango de organismos plagas, tanto ácaros, insectos, nematodos, como microorganismos fitopatógenos que los dañan considerablemente, lo que constituye el objetivo central de esta investigación en función de conocer el comportamiento de su problemática cardinal y a la vez contribuir al manejo de todo este complejo biológico nocivo que daña a las musaceas.

2 PROBLEMÁTICA FITOSANITARIA CARDINAL

2.1 ACAROS

Los ácaros constituyen plagas poco reconocidas por pasar inadvertidos la mayoría de las veces, sólo su presencia es notoria en los casos de daños manifiestos es que comienza a tomarse en consideración.

Acari o Acarina, comúnmente denominados como ácaros, es una subclase de arácnidos, aunque durante mucho tiempo fueron considerados un orden. Existen casi 50 000 especies descritas, y se estima que existen entre 100 000 y 500 000 que todavía no han sido halladas.

Hasta el presente, se les da poca importancia con la excepción de algunas especies particulares que provocan daños de consideración, entre ellos:

- Araña roja *Tetranychus tumidus*, afecta una gran variedad de cultivos de todo tipo, siendo por demás una de las principales plagas del banano y plátano entre otra muchas.

- Acaro rojo del cocotero, *Raoiella indica*, El ácaro rojo de las palmeras, *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) es una plaga importante para el cocotero, la palma dátíl y en arecas ornamentales de numerosos países tropicales del hemisferio oriental y occidental. Esta especie fue descrita en 1924 sobre hojas de cocotero en la India, diseminándose por varios países. *Raoiella indica* es considerada por la convención internacional de protección fitosanitaria como una plaga de importancia cuarentenaria por lo que está sujeta a control oficial a nivel mundial. Desde el 2009 hay registro de su presencia en el Caribe, sin excepción la isla de Cuba. En el 2013 fue detectada su presencia en México y hoy se ha extendido notablemente a todo el continente americano (norte y Suramérica), de igual modo respecto al rango de hospedantes, inicialmente el cocotero y ya está reportada su presencia provocando daños de importancia en cerca de 13 cultivos, fundamentalmente en las palmáceas, pero de igual manera en las musáceas.



Acaro rojo del cocotero
Sintomatología en hojas y planta de coco



Sintomatología en hojas de plátano



Los daños de *R. indica* en banano y plátano, se ven reflejados en la producción, al respecto se reportan pérdidas que oscilan entre 35 al 45% en reducción del número de frutos producidos. Lo más reciente e importante sobre estos ácaros, es la trasmisión de enfermedades causadas por fitopatógenos fungosos, a tal extremo que se han responsabilizado con la diseminación y distribución de estas enfermedades en campo, conduciendo en algunos casos a epifitía de importancia económica.

Resultados de observaciones e investigaciones bajo condiciones controladas en laboratorio y campo, se ha demostrado preferencia por raspar y consumir restos de áreas foliares infestadas por hongos fitopatógenos, así el caso de ácaros colectados consumiendo uredosporas de roya del café

(*Hemileia vastatrix*), de igual modo de royas del género *Puccinia* de gramíneas como cereales, arroz, maíz y caña de azúcar, como de royas del género *Uromyces* en leguminosas como frijol y soya.

Pero aún más interesante, son los recientes hallazgos de transmisión de Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*), en banano y plátano por la asociación que se ha establecido por los ácaros rojos *Tetranychus tumidus*, (araña roja del banano) y *Raoiella indica* (araña roja del cocotero), que ha pasado a dañar además de las palmáceas las musáceas. De las patas y cuerpo se han aislado conidias de (*Mycosphaerella fijiensis*). Estas conidias se originan individualmente y apicalmente en el conidióforo. Las esporas son de color pálido a un ligero olivo-carmelita, liso, largo y con tres o más septos.

3 PLAGAS INSECTILES

Los insectos son una clase de animales invertebrados del filo de los artrópodos, caracterizados por presentar un par de antenas, tres pares de patas y dos pares de alas.

Los insectos comprenden el grupo de animales más diversos de la Tierra con aproximadamente un millón de especies descritas, más que todos los demás grupos de animales juntos, y con estimaciones de hasta treinta millones de especies no descritas, con lo que, potencialmente, representan más del 90% de las formas de vida del planeta. Otros estudios más recientes rebajan la cifra de insectos por descubrir a entre seis y diez millones de especies.

En relación a los insectos plagas del banano y plátano, se dedica atención a aquellas que manifiestan en la actualidad un comportamiento en particular creciente agresivo que ha obligado a la toma de decisiones emergentes de control; en otros casos, la necesidad de combatirlos por constituir vectores de fitopatógenos o por su asociación peligrosa con otros agentes plagas, ej., nematodos.

3.1 PICUDOS DEL PLÁTANO (*COSMOPOLITES SORDIDUS*) COLEOPTERA: CURCULIONIDAE.

Quizás pudiera considerarse a esta plaga cosmopolita como una de la más temida en estos momentos por su implicación en los daños directos ocasionados en diferentes cultivos agrícolas, ornamentales y forestales, tanto de ciclo corto, perennes o simi-perennes, pero ha cobrado mayor interés actual su contribución indirecta a daños provocados por un complejo biológico nocivo de fitopatógenos que involucra a bacterias, hongos, nematodos y virus.

Los cultivos agrícolas perennes o semi-perennes como banano y plátano, cítricos y otros frutales son considerados entre los más afectados por esta plaga, y entre los forestales las palmas aceiteras, alcanzando una distribución en la provincia de Esmeraldas, Ecuador del 100% e

intensidad de daños que supera el 60%, incluso llegando en algunos casos al 90% de intensidad de daños.

El **gorgojo negro del banano** más conocido por **picudo negro del banano** (*Cosmopolites sordidus*) es una especie de coleóptero curculionoideo hoy diseminado por todo mundo, es una de las principales plagas, considerados por algunos como la principal plaga de las plantas del género *Musa*, incluyendo el banano (*Musa paradisiaca*) y el abacá (*Musa textilis*).

Las hembras perforan un hoyo en la cepa de la planta donde depositan sus huevecillos, que miden unos 2 mm de largo. Una hembra produce entre 50 y 100 huevos por año. Después de una semana, surgen las larvas que cavan galerías mientras se alimentan. La planta se debilita ya que las galerías ocasionan daños en las raíces y aumentan los riesgos de volcamiento.

En caso de infestación elevada, la capacidad de alimentación de la planta y su desarrollo se ven alterados, y pueden reducir notoriamente el rendimiento. La actividad de las larvas se detecta gracias a la presencia de aserrín de color café en las galerías (deyecciones). Los daños en la planta son debidos exclusivamente, a la actividad de las larvas. Después de 5 a 7 semanas (duración de la fase larval), emergen los adultos de color pardo rojizo, que luego se vuelven negros. Miden entonces el tamaño de la uña del pulgar. Los adultos emergen de la cepa excavando galerías hasta la superficie del suelo. Los picudos adultos se desplazan caminando por la noche. Se alimentan de restos vegetales húmedos dónde también se ocultan. Un estudio del centro de investigación francés CIRAD, sobre los movimientos del picudo negro, ha mostrado que se desplazan de preferencia dentro o hacia los residuos del cultivo.



Fuente: Simón (2018). I Seminario internacional REDUPLATANO de Ecuador

Es activo sobre todo nocturnamente, residiendo entre las láminas foliares, en el suelo junto al pseudotallo de su huésped o en los detritos de su producción. Raramente vuela, prefiriendo caminar y diseminándose sobre todo con el traslado de material infectado, puede subsistir sin alimentarse durante varios meses.

Su esperanza de vida como el de casi todos los coleópteros es muy larga (más de 2 años en criadero). Las poblaciones se reparten en grupos, así que la infestación de una plantación aparece en general muy heterogénea.

El nivel de infestación de una parcela puede ser evaluado mediante un descortezamiento. Eso se debe realizar sobre plantas recientemente cosechadas: al menos 50 plantas/ha. Otro picudo peligroso:



Se ha demostrado la asociación de estos curculiónidos, con nematodos, los cuales son atraídos por la pupa durante la fase de pupación en el suelo, produciéndose el acercamiento y monta de los nematodos encima del cuerpo de la pupa, luego al emerger el adulto, sobre su cuerpo reposan los nematodos que son trasladados durante el vuelo hacia la planta huésped del insecto donde son depositados, el resto de la acción infectiva corre a cuenta del nematodo.

3.2 COCHINILLAS HARINOSAS (HEMIPTERA: PSEUDOCOCCIDAE)

Las *cochinilla harinosas* (Hemiptera: Pseudococcidae) se conocen por su importancia a nivel comercial, ya que pueden afectar todas las etapas de desarrollo del cultivo; presentan dimorfismo sexual (los sexos poseen diferencias morfológicas). Las hembras retienen las características de ninfas, presentando una morfología reducida, sin alas, aunque a diferencia de numerosas hembras de insectos escama, a menudo poseen patas y se pueden desplazar. Las hembras no cambian completamente y comúnmente presentan características de ninfas. Los machos adultos poseen alas. Dado que las cochinillas blancas (como también todos los Hemípteros) son insectos con hemimetabolismo, ellos no sufren una metamorfosis completa, o sea no existen etapas larval y de pupa, y las alas no se desarrollan internamente. Las cochinillas blancas machos experimentan un cambio radical durante su ciclo de vida, transformándose de ninfas ovoides sin alas a adultos voladores.

Las hembras de la cochinilla se alimentan de la savia de las plantas, normalmente en las raíces u otras partes de la planta, y en unos pocos casos en la base de la fruta almacenada. Ellos se adosan a la planta y secretan una capa de cera polvorienta (de donde les viene el calificativo harinosa o algodonosa) que utilizan para protección mientras succionan los jugos de la planta. Los machos por su parte viven un lapso breve ya que no se alimentan durante su fase adulta y solo viven para fertilizar a las hembras. Las cochinillas harinosas de los cítricos vuelan hasta las hembras y se asemejan a mosquitos abultados.

Algunas especies de cochinillas harinosas colocan sus huevos (de 50 a 100) sobre la misma capa de cera que utilizan para protegerse; en otras especies las cochinillas nacen directamente de la hembra.

Todas estas chinches se han convertido en vectores de virus, en particular y como única vía de transmisión, el virus del rayado del banano (BSV), que también afecta el abacá y la caña de azúcar.

Napaeococcus nipae, cochinilla harinosa del cocotero, responsable de transmisión de la enfermedad del cocotero, palmáceas y las musáceas.

En banano y plátano han sido reportadas las especies: *Pseudococcus adonidum*; Chinche harinosa rabilarga *Pseudococcus comstocki*; Chinche harinera *Pseudococcus* sp.; . Chinche harinosa común del plátano y *Planococcus citri*, Chinche harinosa de los cítricos.

4 NEMATODOS

Las investigaciones en este particular, han demostrado la incidencia abundante de poblaciones de nematodos, principalmente de los agalleros del género *Meloidogyne* y los lesionadores de raíces con alto grado de infestación en los suelos donde se cultivan el banano y plátano.

En cuanto a los nematodos lesionadores y perforadores de raíces, considerados como los más infectivos objeto de interés de la investigación, los resultados obtenidos asociados al cultivo arrojaron tanto en muestras de suelo como de raíces 4 géneros, predominando el género *Radopholus* seguido por *Pratylenchus*, *Helicotylenchus*, y por último *Tylenchus* con imposibilidad al momento de clasificar hasta especie al cierre de esta etapa de la investigación.

En la tabla 1, se registran los géneros de Fito nematodos lesionadores de raíces presentes en suelos y raíces de parcelas experimentales en fincas donde se cultivan estas musáceas.

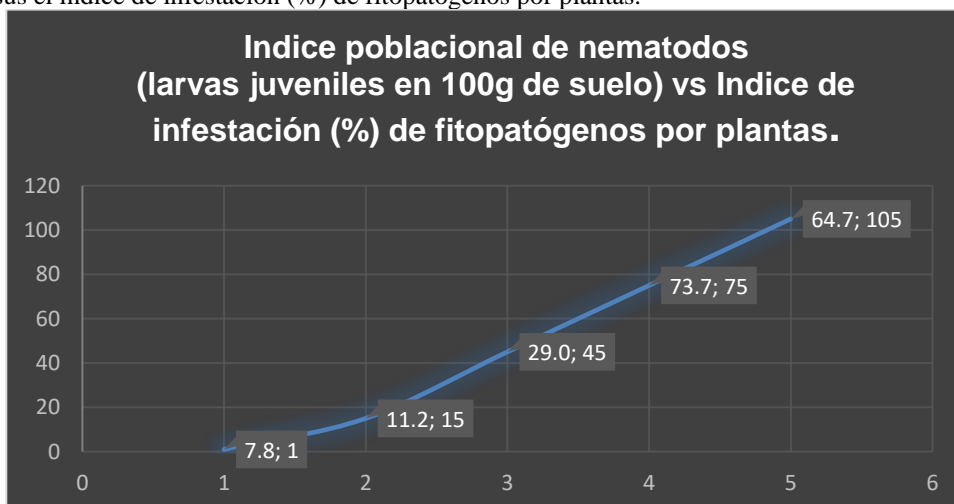
Tabla 1. Géneros de Fito nematodos parásitos presentes identificados en suelos y raíces de la parcela experimental donde se desarrolló el cultivo de musáceas.

Géneros identificados	*Indice población Relativo en suelo (%)	*Indice población Relativo en raíces (%)
<i>Radopholus</i>	58	51
<i>Pratylenchus</i>	24	29
<i>Helicotylenchus</i>	11	13
<i>Tylenchus</i>	7	7

*En 100g de suelo y raíces

El interés en particular de esta investigación, que es precisamente el aspecto novedoso relacionado con lo anteriormente expuesto sobre la asociación insecto-nematodo-fitopatógenos en la cadena infectiva del banano y plátano, donde picudo y nematodos asociados constituyen el vehículo diseminador de la infestación provocada por fitopatógenos bacterianos, fúngicos y víricos. El estudio realizado en este sentido se resume en su representación gráfica en la figura 1.

Figura 1. Resultados de la correlación en datos agrupados del índice poblacional de nematodos (larvas juveniles en 100g de suelo) versus el índice de infestación (%) de fitopatógenos por plantas.



Los resultados del análisis de correlación entre el grado de infestación de las raíces por nematodos lesionadores respecto a la infestación de fitopatógenos bacterianos y fúngicos productores de pudriciones húmedas y secas representados fundamentalmente por la bacteria *Erwinia* sp. y el hongo *Fusarium* sp., demuestran la alta correlación directa entre ambas variables con coeficientes de correlación calculados de $r_c = 0.733$, que comparado con el coeficiente de correlación tabulado al 5% de significación ($r_t = 0.667$), demuestran que existe una alta dependencia entre las poblaciones de nematodos presentes en raíces respecto al índice de infestación evaluado en órganos vegetativos de las musáceas.

Los nematodos, considerados como plagas silenciosas, constituyen hoy día una de las principales problemáticas fitosanitarias del banano y plátano del Ecuador, se encuentran distribuidos

por todos los suelos sin que medie preocupación alguna entre los agricultores bien por desconocimiento o malas prácticas agrícolas.

5 FITOPATOGENOS BATERIANOS

5.1 *ERWINIA* SPP., PRODUCTORAS DE PUDRICIONES BLANDAS

Erwinia sp., en banano y plátano, causa daños principalmente en los pseudotallos, pero también puede afectar los rizomas y los hijos, generando pudriciones, con presencia de un olor fétido de vainas, seguidas de marchitez de las hojas de abajo hacia arriba. La enfermedad ingresa a la planta por insectos o por herramientas, avanzando de vaina en vaina hasta alcanzar el verdadero tallo.

Manchas irregulares de color amarillento, translúcidas, y finalmente de color oscuro o café, de consistencia acuosa, localizadas generalmente a un metro de altura de la superficie del suelo.

La enfermedad avanza de afuera hacia adentro, desde la vaina más externa hacia la parte central, con lo cual se origina la pudrición generalizada y ruptura del pseudotallo. **La bacteria puede mantenerse en el suelo, en las plantas cosechadas o en la semilla y desde ahí ser transportada por los insectos o por los implementos de trabajo e ingresar por las heridas.**

El ataque a los hijos se da por agua de riego y la lluvia que al caer arrastra a la bacteria en el suelo, iniciándose la infección de abajo hacia arriba y de afuera hacia adentro. Las vainas más externas muestran los síntomas de la enfermedad, seguido de una pudrición húmeda y fétida con posterior secado de las vainas, impidiendo el normal desarrollo de los hijos, hasta alcanzar la muerte. Los daños también se puede iniciar en los bordes del peciolo de las hojas, en la zona de unión con el pseudotallo. Bajo condiciones de alta humedad relativa, la pudrición es más extensa en la base del peciolo. En ataques avanzados la pudrición causa la marchites y muerte de la hoja seguida de su caída.

Además de los daños en pseudotallo la enfermedad afecta a los rizomas. Cuando afecta al rizoma la planta muestra marchitez generalizada seguido de la muerte; las plantas a este nivel son débiles, y fáciles de ser tumbadas.

La enfermedad se reconoce por la pudrición del rizoma, la presencia de exudado bacteriano y un fuerte olor fétido.

El amarillamiento de las hojas se inicia del margen hacia la nervadura central, seguido de la muerte, hasta llegar a descolgarse en el punto de unión del peciolo con el pseudotallo.

Bacteriosis del cormo

En cultivos de banano la enfermedad puede comenzar a presentarse en épocas de transición de época seca a lluviosa. Las plantas estresadas por altas temperaturas o por la falta de agua durante la época seca pueden ser afectadas una vez empieza la temporada de lluvia. Las afectaciones se mantienen especialmente en áreas con limitantes de drenaje, presentándose amarillamiento discontinuo a lo largo de las hojas y doblamiento desde su base ('enruanamiento'), comenzando en hojas viejas o bajas y progresando hacia las hojas más jóvenes. Pudrición acuosa de olor fétido que inicia en el cormo y asciende por el centro del pseudotallo. Se puede presentar en ocasiones necrosis de la hoja candela o cigarro, cuya pudrición puede descender a través del pseudotallo hasta llegar al cormo.

Esta bacteriosis para algunos investigadores, no representa un impacto económico para el cultivo de banano; sin embargo, los estudios y evaluaciones realizados en plantaciones plataneras de la provincia de Esmeraldas, los registros demuestran una alta distribución e intensidad de la enfermedad, en particular en las plantaciones expuestas por mucho tiempo con encharcamientos durante la etapa invernal por la ocurrencia de fuertes precipitaciones, pero cuando ésta se presenta, sus síntomas pueden confundirse con los provocados por la marchitez por *Fusarium*, por eso es muy importante estar alerta para el diagnóstico acertado en el laboratorio. Sólo una vez el diagnóstico sea confirmado como bacteriosis, se puede proceder con la intervención y el manejo de la planta enferma.

Bacteriosis blanda del cormo, rizoma y pseudotallo producida por *Erwinia* spp.



Fuente: Simón (2018). I Seminario internacional REDUPLATANO de Ecuador

Bacteriosis del pseudotallo

Esta bacteriosis se presenta con mayor frecuencia en el cultivo de plátano, finalizando las lluvias e iniciando la época seca, en algunos casos causando pérdidas económicas. En el cultivo de banano también se presenta, aunque no es una limitante para la producción. En plátanos, la

podrición acuosa y el olor fétido del pseudotallo, empieza en los extremos de las calcetas o pecíolos externos. Como resultado del debilitamiento, el pseudotallo se dobla por el peso del racimo antes que éste complete su formación.

Bacteriosis del fruto

Se presentan en racimos próximos o en edad de cosecha, generando pérdidas económicas considerables para el cultivo de banano.

5.2 MOKO BACTERIANO *RALSTONIA SOLANACEARUM* RAZA 2

La Marchitez vascular causada por *Ralstonia solanacearum* raza 2, que es habitante natural del suelo, hoy se encuentra entre las enfermedades más importantes de las musáceas y de gran número de otros cultivos como solanáceas. En recientes evaluaciones de patogenicidad y estudios genéticos, se ha demostrado que muchas cepas de la bacteria logran sobrevivir por más de 25 años, evolucionan en lugares muy diferentes y tienen la capacidad de permanecer en la flora nativa, en la materia orgánica del suelo o en hospedantes alternos. Debido a la diversidad genética de este fitopatógeno, a este grupo de microorganismos Fegan y Prior (2005), le denominan el complejo de especies de *R. solanacearum* (RSSC, por sus siglas en inglés).

Las cepas pertenecientes al RSSC se pueden clasificar en diferentes biovares por su producción de ácido a partir de los disacáridos (celobiosa, lactosa y maltosa) y la oxidación de los alcoholes hexosa (sorbitol, dulcitol y manitol) en medio base (Hayward, 1964; Denny y Hayward, 2001).

Según Hayward (1991), *R. solanacearum* difiere en el rango de hospedantes que ataca, distribución geográfica, patogenicidad, relaciones epidemiológicas y propiedades fisiológicas. Por esta razón, durante las últimas tres décadas han sido utilizadas las razas y los biovares como una clasificación informal a nivel infrasub-específico. Por ejemplo, la raza 1 (biovares 1, 3 o 4) afecta un gran número de plantas, incluyendo batata, tomate y solanáceas en general; la raza 2 (biovares 1 o 3) afecta plátano, banano y heliconias; la raza 3 (biovar 2) es considerada específica de batata y está asociada a algunas solanáceas; la raza 4 (biovar 4) afecta jengibre y la raza 5, mora.

De acuerdo a Fegan y Prior (2005), el RSSC se divide en cuatro filotipos, correspondientes a cuatro grupos genéticos identificados de acuerdo con el análisis de secuencias.

El Moko, Maduraviche o Ereke del plátano y banano, causado por *Ralstonia solanacearum* raza 2 (Smith), reportado por Yabuuchi et al., (1995), genera pérdidas en producción, altos costos de erradicación y cuarentenas vegetales; por lo cual, constituye uno de los problemas fitosanitarios más limitantes en

América Latina y el Caribe, después de la Sigatoka negra, incluso a criterio personal del modo en que se está manifestando en las áreas donde está presente en Ecuador, muy por encima de Sigatoka negra y del Mal de Panamá en regiones del caribe donde ha hecho estragos.

Según describen De Oliveira e Silva et al., 2000, concordante con las observaciones realizadas en plantaciones platanera del Cantón Quinindé, provincia de Esmeraldas, Ecuador, los síntomas que manifiesta esta enfermedad son variables y pueden tardar varias semanas para desarrollarse, requiriéndose de cierto conocimiento previo para detectarla en las primeras etapas. Esta característica aumenta el riesgo de diseminación de la enfermedad del Moko, ya que plantas aparentemente sanas son deshojadas, deshijadas, cosechadas, etc., sin ninguna precaución.

El Moko induce un marchitamiento que inicia con el amarillamiento y el colapso de las hojas más jóvenes, así como necrosis de la hoja candela (conocida también como hoja tabaco o cigarro). Estos síntomas progresan hacia las hojas más viejas e internamente los tejidos vasculares se tornan necróticos, especialmente aquellos localizados en la zona central del pseudotallo. Las frutas inmaduras de las plantas infectadas muestran color amarillo y pudrición seca de la pulpa, formando una cavidad. Cuando se presentan infecciones tempranas, o antes de la floración, se produce un desarrollo anormal del racimo o ninguno del todo en algunas plantas. Por ser una enfermedad sistémica, es decir que se tras loca en la planta por los haces vasculares, la sintomatología puede aparecer en cualquier estado fenológico del cultivo.

En plantas recién sembradas, aparece un amarillento generalizado y posterior necrosis y, al hacer un corte en el pseudotallo, aparecen unos puntos rojizos o líneas de color café, las cuales corresponden a los haces vasculares donde la bacteria patógena degradó los tejidos.

En plantas jóvenes, aparecen hojas secas en medio de hojas asintomáticas o la hoja bandera se presenta completamente necrosada.

El daño interno se aprecia en forma de lesiones de color, primero amarillo pálido, luego pardo-rojizo y, finalmente, negro al cortar el raquis floral o vástago, los frutos, el pseudotallo y los cormos (Vásquez, 2008).

Síntomas provocados por Marchitez vascular causada por *Ralstonia solanacearum* raza 2



Fuente: Simón (2018). I Seminario internacional REDUPLATANO de Ecuador

Cuando el ataque es tardío o cuando la transmisión es por insectos vectores al racimo, aparecen coloraciones rojizas o negras en los dedos afectados y, al hacer un corte transversal en el raquis del racimo, aparecen puntos, correspondientes a los haces vasculares afectados por donde la bacteria se ha movido al interior de la planta. Al cortar los órganos afectados o al desprenderse las brácteas de la bellota, hay desprendimiento del látex y exudación de la bacteria en forma de pequeñas gotas de color blanco (ICA, 2000).

Esta enfermedad, según Martínez-Garnica (2006), también se puede diseminar a nuevas áreas a través del suelo infestado, por contacto de las raíces o ser transmitida por insectos vectores, siendo el racimo floral el sitio de la infección primaria. Experiencias propias ratifican a los nematodos lesionadores de las raíces como *R. similis*, asociados con el picudo *C. sordidus* como la principal fuente de trasmisión e infección (Simón, 2019).

Los insectos, en especial la avispa del género *Trigona* sp., transmiten la bacteria de racimos de plantas enfermas a racimos de plantas sanas, pero también se ha confirmado la trasmisión causadas por trips, en particular del género *Frankiniella* sp (Simón, 2019).

La enfermedad del Moko puede ser transmitida por la semilla asexual, al seleccionar como material de siembra los colinos de plantas afectadas. Esta ha sido la principal forma de dispersión entre las diferentes regiones productoras de plátano en todos los países.

La propagación del Moko al interior de una plantación comercial ocurre principalmente por el uso de herramientas de trabajo contaminadas durante las labores rutinarias (como deshojes, descolines o desguasques), como palines, machetes o deshojadoras que han entrado en contacto con el látex de una planta enferma. Estas herramientas pueden transmitir fácilmente la enfermedad a plantas sanas cercanas; también, por fuentes de agua, como el riego, aguas de escorrentía, nivel freático y quebradas, debido a la inadecuada práctica que hacen los productores de arrojar las plantas afectadas a los ríos y quebradas.

La infección de las frutas es casi inexistente en las plantaciones comerciales, ya que estas se embolsan para protegerlas de los insectos. Además, se remueven los brotes masculinos, reduciendo la posibilidad de inoculación (Molina, 1999).

Estos medios de diseminación y transmisión, asociados con la falta de cultivares resistentes y tecnología de baja producción, han convertido la enfermedad del Moko en un problema muy serio para el cultivo de plátano y banano en todos los países productores de estas musáceas (Molina, 1999; De Oliveira e Silva et al., 2000).

6 FITOPATOGENOS FUNGICOS

Varios son los fitopatógenos que infestan y dañan al banano y plátano. Entre los actualmente considerados como muy peligrosos, se sitúan Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) y Mal de panamá (*Fusarium oxysporum* pv. *cubensis* raza 4).

6.1 SIGATOKA NEGRA (*MYCOSPHAERELLA FIJENSIS*)

La Sigatoka negra es la enfermedad más seria que se encuentra afectando a ambos cultivos, por lo que su control se torna cada vez más difícil y costoso debido a la eminente pérdida de sensibilidad del hongo hacia los fungicidas sistémicos utilizados para su control. Su manejo se enfoca desde dos perspectivas, resistencia genética orientada a largo plazo y el manejo integrado; por lo tanto, si este último tiene éxito y se combina con prácticas culturales apropiadas, se puede lograr que sea un sistema económico, confiable y ecológicamente deseable.

Síntomas de Sigatoka negra *Mycosphaerella fijiensis*



Fuente: Simón (2018). I Seminario internacional REDUPLATANO de Ecuador

En la Sigatoka negra sus órganos reproductivos como son las ascosporas y en cierta medida las conidias, constituyen los propágulos por los cuales el hongo se disemina. Las conidias se forman fácilmente bajo humedad alta, especialmente si una película de agua está presente en las hojas. Estas esporas asexuales se diseminan durante acarreo de lluvia y al salpicar causando la propagación local de la enfermedad.

Las ascosporas constituyen el primer medio de dispersión a largas distancias y proveen el mayor medio de propagación durante épocas extendidas de tiempo lluvioso. *M. fijiensis* forma relativamente pocas conidias y por eso se cree que las ascosporas son de más importancia en el ciclo de la enfermedad. La mancha de hoja Sigatoka en bananeros disminuye un poco durante la época seca pero los ciclos de infección se repiten continuamente (Bennett, 2003).

Síntomas y signos

Los primeros síntomas de la enfermedad de Sigatoka negra son manchas cloróticas muy pequeñas que aparecen en la superficie inferior (abaxial) de la tercera o cuarta hoja abierta. Las manchas crecen convirtiéndose en rayas de color marrón delimitadas por las nervaduras. El color de las rayas va haciéndose más oscuro, algunas veces con un matiz púrpura, y visible en la superficie superior (adaxial). Luego las lesiones se amplían, tornándose fusiformes o elípticas, y se oscurecen aún más formando las rayas negras de las hojas características de la enfermedad. El tejido adyacente frecuentemente tiene una apariencia como empapado o mojado, especialmente cuando está bajo condiciones de alta humedad.

Cuando el grado de severidad de la enfermedad es alto, grandes áreas de la hoja pueden ennegrecer y lucir empapadas. En el tejido necrótico numerosos cuerpos de fructificación (pseudotecios), diminutos, negros y globosos que contienen estructuras como sacos o bolsas (ascas) llenos de ascosporas van a emerger de la base de la hoja. (Bennett, 2003).

Estadios del desarrollo de la enfermedad

Estado 1. Se presentan pequeñas lesiones o puntos de color blanco amarillento a marrón, de un milímetro de longitud, denominados pizcas, apenas visibles en el envés de las hojas; parecidos a los que se presentan en el estado 1 de la Sigatoka amarilla.

Estado 2. Inicialmente se presentan algunas rayas cloróticas de dos a cuatro milímetros de longitud por un milímetro de ancho, que se van tornando de color marrón a café rojizo, las cuales se pueden observar en un primer momento por el envés para luego aparecer en el haz o parte superior de la hoja, pasando de color café a negro.

Estado 3. Las rayas se alargan y se amplían dando la impresión de haber sido pintadas con pincel, sin bordes definidos y de color café, que pueden alcanzar dos a tres centímetros de longitud. Además, en este estado se inicia la formación de conidios, los que se reproducen hasta el inicio de la etapa 6.

Estado 4. Se reconoce la presencia de manchas ovaladas de color café en el envés y negro en el haz.

Estado 5. Manchas negras rodeadas de un anillo negro y a veces un halo amarillento, con centro seco y ligeramente hundido.

Estado 6. Manchas con centro seco y hundido, de coloración marrón clara a gris, rodeadas de un anillo negro y un halo amarillo brillante de tejido clorótico (ICA, 2012; Álvarez et al., 2013). Si la infección es muy severa, la hoja se ennegrece, se seca y muere dentro de las 3 o 4 semanas siguientes a la aparición de los primeros síntomas; en este caso, las plantas antes de la cosecha carecen de hojas verdes (Merchán, 1998, citado por ICA, 2012).

Etapa de los síntomas de la Sigatoka negra según Álvarez et al., (2013)



6.2 MAL DE PANAMÁ *FUSARIUM OXYSPORIUM* PV. CUBENSIS RAZA 4

Fusarium oxysporum pv. cubensis raza 4, es el hongo causante de la enfermedad conocida por Mal de Panamá en los bananeros. Coloniza los conductos del xilema de la planta, bloqueando y tapando los vasos, lo que determina la aparición de síntomas de marchitamiento de las hojas, el amarillamiento y eventualmente necrosis y muerte total de la planta.

Aunque esta enfermedad no está reportada en el Ecuador, o no se ha detectado aún, porque existen reportes en zonas fronterizas tanto en el norte colindante con Colombia como en el sur con Perú, es una enfermedad en extremo peligrosa en particular del banano, en los cuales las mejores variedades son altamente susceptibles.

Se transmite a través del suelo y el agua y el hongo puede vivir en estado latente en el suelo durante unos 30 años, o hasta que se estimula a germinar por un huésped susceptible. Por lo general, entra a través del sistema de raíces y viaja en los vasos del xilema. A medida que el hongo altera el sistema vascular de la planta, las hojas se vuelven amarillas y empiezan a marchitarse. Después de que el hongo termina su ciclo, la planta finalmente muere por deshidratación.

La enfermedad de Panamá se manifiesta inicialmente como el agostamiento de los márgenes de las hojas más grandes de la planta, y progresa desde ellas hacia las más tiernas, debilitándolas hasta que el pecíolo cede y las hojas se doblan, laxamente, hacia el suelo, formando una corona de hojas muertas alrededor del pseudotallo. La planta no detiene su crecimiento, y las hojas tiernas que brotan tienen un aspecto erecto aunque descolorido; su lámina puede estar reducida, arrugada o deformada. En casos muy virulentos, las vainas foliares que forman el pseudotallo se rasgan longitudinalmente, partiéndose en dos. Internamente, la invasión de los tejidos por el hongo se manifiestan en la decoloración del tejido vascular, primero en las raíces y el rizoma y luego en el pseudotallo. El fruto no se muestra afectado. La planta tarda en morir, pudiendo producir varios retoños ("chupones") antes de perecer finalmente.

La infección tiene lugar por la penetración del hongo en las raíces de la planta, muchas veces a través de los orificios practicados por otras plagas, como el picudo negro del plátano (*C. sordidus*) asociado con el nematodo barrenador (*R. similis*). El patógeno coloniza el xilema y avanza hacia el rizoma.

Cuadro 17. Síntomas producidos por Mal de Panamá *Fusarium oxysporum* pv. *cubensis* raza 4.



Fuente: Simón (2018). I Seminario internacional REDUPLATANO de Ecuador

Con la muerte de la planta, el hongo se retira del xilema y ocupa los otros tejidos; forma finalmente clamidosporas que regresan al suelo. Las clamidosporas pueden sobrevivir hasta 30 años en el suelo, colonizando otras especies afines —que permanecen asintomáticas— o los detritos vegetales.

Si se introduce en una plantación a partir de un rizoma o tierra infectada, la difusión de la enfermedad es lenta, aunque puede acelerarse si el agua de riego ayuda en la dispersión de las esporas. La tasa de difusión depende de varios factores, entre ellos el pH del suelo, el tipo de drenaje y las condiciones del suelo; en algunos entornos la población microbial del suelo suprime al patógeno.

La enfermedad se registró por primera vez a fines del siglo XIX en Australia, aunque hay diversos criterios al respecto, también se considera por algunos autores a las islas canarias como su origen y Panamá como otro centro de la Epifitía, de ahí su nombre de Mal de Panamá, en la que mucho tuvo que ver en ello la construcción del canal en la diseminación de la enfermedad al caribe y otras regiones.

El cultivar AAA 'Gros Michel', que fue durante muchos años la variedad más exportada a nivel internacional sucumbió casi por completo entre los años 1940 y 50 a la fusariosis, siendo reemplazado casi universalmente por el grupo AAA 'Cavendish', resistente a las cepas más extendidas por ese entonces. Otros grupos menos empleados en el comercio internacional pero muy importantes en el consumo local son también susceptibles; estos incluyen al AA 'Dedo de dama', AAA 'Mutika', AAB 'Maia Maioli', AAB 'Manzana', AAB 'Seda', ABB 'Bluggoe' y ABB 'Pisang Awak', que son importantes en países en los que el cultivo de bananas y plátanos para consumo interno es la actividad económica fundamental.

Los cultivares del grupo 'Cavendish' reemplazaron a 'Gros Michel' en el cultivo comercial por su resistencia a la enfermedad de Panamá, pero una raza aparecida en Fiyi en 1961 ha comenzado a afectar las plantaciones de este cultivar en regiones tropicales; del sudeste asiático, las

Canarias y Australia han experimentado pérdidas por enfermedades de este tipo, y es posible que otros cultivares considerados resistentes como 'Valery', 'Grande Naine' y 'Williams' puedan también padecerla.

F. oxysporum ha sido objeto de intenso estudio, pero se desconoce su fase sexual, por lo que los estudios genéticos han sido imposibles. A través de análisis de ADN, estudios de compatibilidad vegetativa y producción enzimática se han distinguido cuatro "razas" que afectan diferentes grupos de cultivares.

La raza 1 afecta a 'Gros Michel', 'Seda' y 'Manzana'; es la más extendida, y la que provocó los daños originales. La raza 2 afecta a plátanos del cultivar 'Bluggoe' y otros afines. La raza 3 no afecta al banano, sino a especies similares del género *Heliconia*. La raza 4 afecta a todos los cultivares susceptibles a las 1 y 2, además de a 'Cavendish'. Esta nomenclatura sólo describe muy superficialmente la diferenciación interna de los tipos de hongos; estudios de compatibilidad vegetativa han distinguido hasta 21 grupos diferentes.

Este hongo vive en rizomas y puede permanecer en el suelo por más de 20 años. La enfermedad se transmite eficientemente en los hijos de plantas enfermas. En Cuba, país donde se participó de estas investigaciones lideradas por el Dr. Luis Pérez Vicente, micólogo experto en estudios de fitopatógenos que afectan a los cultivo de banano y plátano, refiere que esta enfermedad se encuentra en la actualidad solo presente en patios de casas y pequeñas parcelas de los clones Burro criollo (Bluggoe ABB; raza 2) Burro manzano (subgrupo Pisang Awak, AAB) y Manzano (raza 1). Los estudios realizados hasta el presente indican que las poblaciones de Foc de Cuba, pertenecen a los grupos de compatibilidad vegetativa 1210 (aislados pertenecientes a la raza 1 del clon Manzano y presente solo en Cuba y la Florida) y 124/125. Los clones del grupo Cavendish, Burro CEMSA y FHIA 03 son normalmente resistentes a las razas presentes. Sin embargo en suelos de mal drenaje interno el Burro CEMSA y el FHIA 03 han sido severamente atacados, aspecto que debe tenerse en consideración en el manejo de estos clones.

F. oxysporum se ha mostrado resistente a los fungicidas químicos, y su prolongada resistencia en el suelo hacen que otros medios —la rotación de cultivos y el barbecho— resulten inútiles. Las expectativas se depositan actualmente en el desarrollo de variedades resistentes. Cuatro programas desarrollan actualmente prototipos de uso comercial basados en cultivares y variedades silvestres: la FHIA en Honduras, el EMBRAPA-CNPMF en Brasil, el IITA en Nigéri y el CIRAD-FLHOR en Guadalupe. Las fuentes más utilizadas han sido los cultivares 'Jari Buaya', 'Lilin' y la variedad silvestre 'Calcuta 4' (*Musa acuminata* ssp. *burmannicoides*). En Honduras se ha obtenido una variedad llamada 'Goldfinger' que muestra resistencia a la raza 4 del hongo; el objetivo primordial es la búsqueda de un sustitutivo para 'Cavendish'.

Las medidas de prevención se basan sobre todo en la cuarentena de poblaciones infectadas, restringiendo la exportación de rizomas, retoños y tierra.

El uso de vitro plantas micropropagadas es una de las principales posibilidades para la difusión de cultivares sin poner por ello en riesgo de contagio a las zonas aún no afectadas, en especial en Suramérica.

7 VIROSIS EN MUSÁCEAS

Las musáceas son también susceptibles a enfermedades víricas, las cuales limitan la producción de estos cultivos. Por lo general, el único virus presente en muchos países afectando plantaciones de plátano y banano según refiere Belalcázar, et al, (1995), es el virus del mosaico del pepino (CUV); también hay reportes de (CENICAÑA, 1987), del virus del mosaico de la caña de azúcar (SCMV). Entre los principales virus que atacan al cultivo de plátano se encuentran: Cucumber Mosaic Virus (CMV), Banana bunchy top virus (BBTV), Banana bract mosaic virus (BBrMV), Banana X virus (BXV) y Banana streak virus (BSV).

7.1 VIRUS DEL RAYADO DEL BANANO (BSV)

El virus del rayado del banano (BSV), es un miembro del grupo de los badnavirus (Plotz et al.,1994), caracterizados por tener un genoma circular de ADN de cadena doble de 2.4kb, contenido dentro de partículas baciliformes. Las plantas afectadas por BSV presentan inicialmente un rayado clorótico continuo o interrumpido en las hojas, y perpendicular a la nervadura central. El rayado clorótico se convierte luego en un rayado necrótico según las apreciaciones de Lockhart, (1986). Las plantas presentan menor crecimiento y vigor, racimos pequeños, deformes y menor rendimiento (PíoIz et.al.,1994).

Síntomas provocados por el virus del rayado del banano (BSV)



Fuente: Simón (2018). I Seminario internacional REDUPLATANO de Ecuador

El virus suele encontrarse en bajas concentraciones en el tejido foliar infectado y debido a la periodicidad en la aparición o expresión de los síntomas, se recomiendan períodos de cuarentena entre 9 y 12 meses, en estas plantas (Frison y Putter, 1989).

El virus del rayado del banano, (BSV), fue reportado por primera vez en 1974 en Costa de Marfil, África, donde ocasionó pérdidas hasta de un 90% en banano Cavendish, cultivar Povo (AAA) según Lockhart (1993).

Esta enfermedad ya ha sido reportada casi en todas las regiones donde se cultivan plátano y banano, incluyendo Australia, Asia, África y varios países de Centro, Sur América, y el Caribe como Honduras, Ecuador, Venezuela y Brasil. También en Haití, República Dominicana y Cuba (Simón, 2018).

Entre 1992 y 1996 en fincas bananeras de Ecuador fueron eliminadas 124,788 plantas por diagnóstico de BSV, lo que representó una superficie aproximada a 112 ha (Moreta-Mejía 2004).

En Costa Rica y Ecuador el BSV ha causado daños severos en cultivares del grupos Cavendish (valery y robusta), que los ha hecho no aptos para su comercialización, provocando distorsión en el pseudotallo y por consiguiente un aumento de la susceptibilidad a infecciones bacterianas.

Como la mayoría de los badnavirus, el BSV tiene un rango restringido de hospederos. El otro hospedero reconocido es la caña de azúcar. Es transmitido de manera semipersistente entre plantas de banano por insectos de la familia Pseudococcidae, entre las especies confirmadas se encuentran *P. citri*, conocida como "cochinilla o chinche harinosa de los cítricos" que también daña al café y otras especies de frutales y ornamentales. Experiencia propias dan fe de la transmisión atribuidas a los ácaros conocidos como arañas rojas *T. tumidus* y **R. indica** **abordados con anterioridad**; además, puede ser transmitido mediante inoculación mecánica de plantas de banano a caña de azúcar, a través de la semilla y mediante propagación vegetativa (Lockhart, 1988); Sin embargo, según considera Lockhart, (1994), la forma principal de diseminación es por propagación de material vegetativo infectado, especialmente por los hijuelos.

Las plantas pueden o no mostrar daños en todas las hojas. Los racimos se emiten lateralmente a través del pseudotallo debido a la oclusión de la salida de la flor, debido a ello, hay reducción en el peso, retraso en su aparición, y por consiguiente, retraso de la cosecha.

Una de las principales características del BSV según Harper y Hull (1998), es que se puede presentar tanto de forma episomal, es decir como ADN viral superenrollado, que se acumula en el citoplasma por perturbaciones que ocurren durante el ciclo replicativo, así como de forma integrada (el ADN viral se integra dentro del genoma de la célula huésped). Cuando el virus está integrado según acotan los autores antes referidos, la aparición y severidad de la enfermedad puede ser

variable, discontinua y estar más influenciada por los factores bióticos y abióticos. Entre los factores que determinan la expresión de síntomas y por lo tanto de la enfermedad se incluyen el tipo de aislado viral, el genotipo del hospedero, el manejo de la cosecha y las condiciones ambientales en las que se encuentra el cultivo (Lockhart, 1986, Dahal et al., 1998, Cote et al., 2000, Dallot et al. 2001).

Existen badnavirus endógenos en los antecedentes genéticos de *Musa acuminata* y *M. balbisiana* (principales progenitores de los plátanos cultivados) y sus híbridos. Sin embargo los eBSV (secuencias virales endógenas del virus del rayado del plátano) sólo ocurren en algunas adhesiones del género *Musa* que contienen el genoma B (James, et al. 2011).

Actualmente es muy difícil determinar las pérdidas económicas causadas por la incidencia de esta enfermedad en los diferentes cultivares de plátano, ya que muchos de éstos parecen estar universalmente afectados. Tal es el caso de la variedad mysore (AAB), en el que el rayado clorótico y necrótico de las hojas se atribuyó inicialmente a un desorden genético (Geering, et al., 2005).

El BSV es hoy un serio problema para el movimiento de germoplasma de *Musa*, así como para los programas de fitomejoramiento bananero. Esta virosis ha sido la causa del fortalecimiento de las restricciones cuarentenarias para la diseminación de híbridos resistentes a la sigatoka negra y enfermedades producidas por nematodos, las cuales no se han incorporado a la producción ya que frecuentemente han estado infectadas por el virus (Geering, et al, 2001).

Lo anterior ha producido grandes pérdidas económicas, sobre todo en países y organizaciones involucradas en el comercio y producción de plantas producidas en laboratorio (vitro plantas), de plátano y banano (Lockhart y Jones, 1999).

En los últimos 15 años numerosos brotes espontáneos de BSV se han producido en todas las zonas productoras de plátano del mundo. La enfermedad puede surgir de manera espontánea de un día para otro en plantas que no muestran síntomas, lo anterior ha sido observado con mayor tendencia en variedades e híbridos interespecífica.

REFERENCIAS

1. Agrios G.N. (2007). Plant pathology, 5 ed. Elsevier Academic Press, San Diego, E.U.A. 840p.
2. Almaguel, Lérica; Pérez, R.; Mayra Ramos; Zuleika Martínez; Roselló, B.; Misleibis Márquez; Isabel Suárez; Elina Massó; Chico, R.; Ermita Feitó y Cortiñas, J. (2000). Generalización en Cuba del programa de manejo integrado del ácaro rojo *Tetranychus tumidus* en plátano. Fitosanidad, Vol. 4, No. 3 (91 – 119), No. 4 (13 – 37).
3. Alvarez, E; Pantoja, A; Gañán, L; Ceballos, G. (2019). La Sigatoka negra en plátano y banano. CIAT (Serie Guía para el reconocimiento y manejo de la enfermedad, aplicado a la agricultura familiar) :6. IICA-CATIE.
4. Alvarez, C.E. (2018). Guía colombiana del cultivo de plátano. Folleto 221, 107p.
5. Álvarez E; Bolaños M; Asakawa N; Ceballos G; Gañán L; González S. (2011). Opciones eco-eficientes para la sostenibilidad del cultivo de plátano en Colombia. Boletín Musalac 2(3):2–4.
6. Álvarez E; Ceballos G; Gañán L; Rodríguez D; González S; Pantoja A. (2013). Producción de material de ‘siembra’ limpio en el manejo de las enfermedades limitantes del plátano. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. 20 p.
7. Álvarez E; Pantoja A; Ceballos G; Gañán L. (2013). Manejo del Moko en América Latina y el Caribe [folleto]. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Cali, Colombia.
8. Arenas A; López D; Álvarez E; Llano G; Loke J. (2004). Efecto de prácticas ecológicas sobre la población de *Ralstonia solanacearum* Smith, causante de Moko de plátano. Fitopatología Colombiana 8(2):76–80.
9. Annales Nematoda (2014). Crop Protection Nematoda. Taxonomic and Clasification. Annales Science Nature Vol. 98 No. 4, 7-978-959-207-389- 0 Registro de Obra Protegida CENDA 554-2010 del Instituto cubano del Libro, La Habana, 23 de febrero 2010, 331p Endogonaceae spores from sieved soil. Naturaliste Can. 102: 663-66
10. Arias E. (2014). Estudio financiero para la producción de banano (*Musa sapientum*), en Pueblo Viejo, Los Ríos, Ecuador.
11. Bello, M. (2008). Aspectos generales del hongo *Fusarium* y resistencia genética a pudrición de raíz por *Fusarium* en Frijol. USDA-ARS Vegetables and Forage Crop Prosser, WA 24p.
12. Bennett RS; Arneson PA. (2003). Black Sigatoka. The Plant Health Instructor. <http://dx.doi.org/10.1094/PHI-I-2005-0217-01>
13. Dahal G., J. Hughes, G. Thottappilly y B.E.L. Lockhart. (1998). Effect of temperature on symptom expression nd reliability of Banana Streak Badnavirus detection in naturally infected plantain and banana (*Musa* spp.). Plant Disease. 82 (1):16-21.
14. Dallot, S., P. Acuña, C. Rivera, P. Ramirez, F. Cote, B.E.L. Lockhart y M. L. Iskra-Caruana. (2001). Evidence that the proliferation stage of micropropagation procedure is determinant in the expression of banana streak virus integrated into the genome of the FHIA21 hybrid (*Musa* AAAB). Archives of Virology. 146:2179-2190.
15. De Oliveira e Silva S; de Mello Vêras S; Gasparotto L; Pires de Matos A; Maciel-Cordeiro ZJ; Boher B. (2000). Evaluación de *Musa* spp. para la resistencia a la enfermedad de Moko (*Ralstonia solanacearum*, raza 2). Infomusa 9(1):19–20. Disponible en:
 - a. www.musalit.org/pdf/info09.1_es.pdf
16. Denny TP; Hayward AC. (2001). Gram-negative bacteria. *Ralstonia*. En: Schaad NW; Jones JB; Chun W, eds. Laboratory guide for identification of plant pathogenic bacteria. American Phytopathological Society (APS) Press. St. Paul, MN, Estados Unidos. p 151–173.
17. FAO (Organización de las naciones unidas para la alimentación) (2014). La economía mundial del banano 1985-2012. Obtenido de La economía mundial del banano 1985-2012:
 - a. <http://www.fao.org/3/y5102s/y5102s00.htm#Contents>

18. FAO (Organización de las naciones unidas para la alimentación) (2015).. Obtenido de: <http://www.fao.org/3/a-i5116s.pdf>
19. FAO (Organización de las naciones unidas para la alimentación) (2018). Obtenido de:
 - a. <http://www.fao.org/3/y5102s/y5102s00.htm#contents>
20. Fegan M; Prior P. (2005). How complex is the *Ralstonia solanacearum* species complex? En: Allen C; Prior P; Hayward AC, eds. Bacterial wilt disease and the *Ralstonia solanacearum* complex. Phytopathological Society (APS) Press. St. Paul, MN, Estados Unidos. p. 449–461.
21. FHIA (Fundación Hondureña de Investigación Agrícola) (2008). Tremendo impacto del plátano FHIA21 en República Dominicana. p 11. Disponible en:
 - a. www.fhia.org.hn/downloads/fhia_informa/informativadic2008.pdf
22. Geering, A.D.W., M. M. Pooggin, N.E.L. Olszewski, B.E.L. Lockhart y J. E. Thom. 2005. Characterization of Banana Streak Mysore Virus evidence that it's DNA is integrated in the B genome of cultivar Musa. Archives of Virology. 150:787–796.
23. Gómez E; Álvarez E; Llano G. 2006. Variabilidad de *Ralstonia solanacearum* Raza 2, Agente causante del Moko del plátano en Colombia. Fitopatología Colombiana 30(1):1–7.
24. Harper, G. y R. Hull. 1998. Cloning and sequence analysis of Banana streak virus DNA. Virus Genes. 17 (3):271-278.
25. Hayward AC. 1964. Characteristics of *Pseudomonas solanacearum*. Journal of Applied Bacteriology 27:265–277.
26. Hunt. D. J.; M. Luc; R. H. Manzanilla. 2005. Identification, Morphology and Biology of Plant Parasitic Nematodes, Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture, 2.^a ed., sección 11, CABI Publishing, Inglaterra, pp. 11-52
27. ICA (Instituto Colombiano Agropecuario)-Seccional Caldas. 2000. ¡Alerta! Productores de plátano, banano y heliconias, eviten el Moko o Maduraviche. [folleto]. Manizales, Colombia.
28. INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos). 2013. Datos estadísticos agropecuarios. Visualizador de Estadísticas Agropecuarias del Ecuador ESPAC. Consultado el 9 de Octubre de 2013. Disponible en: <http://200.110.88.44/lcdssamples/testdrive-remoteobject/main.html#app=dbb7&9270-selectedIndex=1>
29. INIAP (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria) (2011). Banano, plátano y otras musáceas. Ecuador Boletín Técnico No. 202 148p.
30. INISAV (Instituto Nacional de Investigaciones de Sanidad Vegetal) (2011). Compendio metodológico de registro señalización y pronóstico de plagas y enfermedades Volumen II. Editorial Ciencia y Técnica MINAG. La Habana, Cuba 372 p.
31. James, A. P., R.J. Geijskes, J.L. Dale y R.M. Harding. 2011. Development of a novel rolling-circle amplification technique to detect Banana Streak Virus which also discriminates between integrated and episomal virus sequences. Plant Disease. 95: 57-62.
32. Lockhart, B.E.L. (1994). Banana streak. En: Compendium of Tropical Fruit Diseases (Ploetz R.C., Zentmeyer G.A., Nishijima W.T., Rohrbachand, K.G., Ohr H.D.). APS Press. The American Phytopathological Society 19-20.
33. Lockhart, B. (1995). Banana streak badnavirus infection in Musa: epidemiology, diagnosis and control. University of Minnesota, St. Paul, Estados Unidos.
34. Lockhart, B.L., Jones, D.R. (2000). Banana streak. En: Diseases of banana, abaca and enset. (Jones D.R.) CABI Publishing 263-274.
35. Martínez-Garnica A. 2006. 500 preguntas sobre el plátano. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica). 33 p. Disponible en:
 - a. www.corpoica.gov.co/sitioweb/Archivos/Libros500/Cartilla500PreguntasSobreeIPltano1.pdf
36. Molina A. 1999. Enfermedades de la podredumbre de las frutas de los bananos en el Sudeste de Asia. Infomusa 8(1):29–30.
37. Orozco-Santos M; Orozco-Romero J. 2006. Manejo sustentable de *Sigatoka negra* (*Mycosphaerella fijiensis*) en banano: Conocimiento del patosistema, prácticas culturales y control

- químico. En: Memorias. XVII Reunión Internacional Acorbat 2006. Joinville, SC, Brasil. p 100–116.
38. Ploetz RC. 2001. Black Sigatoka of Banana. The most important disease of a most important fruit. The Plant Health Instructor. <http://dx.doi.org/10.1094/PHI-I-2001-0126-02>
39. Seenivasan F. (2013). Management of nematodes in banana through bio-rationale. Obtenido de Management of nematodes in banana through bio-rationale: file:///C:/Users/The%20Secret%20Base/Desktop/TESIS_MANEJO%20DE%20NEMATODOS%20EN%20MUSACEAS/DE00014_TRABAJODETITULACION.pdf
40. Silvanei G, (2009). El proceso del banano, Mayo 2009, del sitio web: <http://silvagregio1960.blogspot.com/>
41. Vásquez CR. 2008. Moko bacteriano del plátano (*Ralstonia solanacearum* E. F. Smith). Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Colima. Secretaría de Desarrollo Rural. México.