

**Elaboración de un manual fitosanitario de las principales enfermedades de banano (*Musa × paradisiaca* L.), en Baba, Los Ríos, Ecuador**

**Juan Andrés Larrea Verdesoto**

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano**

**Honduras**

Noviembre, 2020

ZAMORANO  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

# **Elaboración de un manual fitosanitario de las principales enfermedades de banano (*Musa × paradisiaca* L.), en Baba, Los Ríos, Ecuador**

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

**Juan Andrés Larrea Verdesoto**

**Zamorano, Honduras**

Noviembre, 2020

# Elaboración de un manual fitosanitario de las principales enfermedades de banano (*Musa × paradisiaca* L.), en Baba, Los Ríos, Ecuador

Presentado por:

Juan Andrés Larrea Verdesoto

Aprobado:



---

Carolina Avellaneda, Ph.D.  
Asesora Principal



---

Rogel Castillo, M.Sc.  
Director  
Departamento de Ciencia y  
Producción Agropecuaria



---

Julio López, M.Sc.  
Asesor



---

Luis Fernando Osorio, Ph.D.  
Vicepresidente y Decano Académico

## **Elaboración de un manual fitosanitario de las principales enfermedades de banano (*Musa × paradisiaca* L.), en Baba, Los Ríos, Ecuador**

**Juan Andrés Larrea Verdesoto**

**Resumen.** La industria bananera es uno de los pilares económicos de Ecuador. Los Ríos se considera como una de las zonas más productivas de Ecuador. Es importante instruir a los productores ecuatorianos sobre medidas fitosanitarias que ayuden a mejorar la productividad y calidad de la fruta. Las enfermedades en el cultivo pueden llegar a niveles críticos con una gran facilidad, debido a la mala identificación, monitoreo, manejo y control de parte de los productores. Es importante mencionar que cuando se habla de productor se refiere a cualquier persona que esté involucrada en la producción de la fruta. El objetivo principal del manual es enseñar a los productores bananeros de la zona de Los Ríos, métodos efectivos de identificación, monitoreo y control de las principales enfermedades que atacan al cultivo. El manual es una recopilación de información vital para el conocimiento del productor, fue elaborado de una forma didáctica para que cualquier persona pueda entenderlo. El manual tiene como enfoque ayudar al productor a entender más acerca las enfermedades que atacan al cultivo, sin embargo, debe de ir acompañado de la mano de una buena implementación de las actividades en campo. La correcta implementación del manual en campo permitirá al productor alcanzar mayores niveles de productividad, aumentar los ingresos económicos y generar un mayor beneficio social para todos los involucrados en la industria bananera.

**Palabras clave:** Banano, beneficio social, enfermedades, fitosanidad.

**Abstract.** The banana industry is one of the most important economic rubrics of Ecuador. Los Ríos is considered one of the most productive areas for banana in Ecuador. It is important to educate Ecuadorian producers on phytosanitary topics that can help them to improve fruit productivity and quality. Plant pathogens Diseases in the field can reach critical levels with great facility, due to poor identification, monitoring, management, and control by producers. It is important to mention that when we speak of producer we mean anyone who is involved in the production of the fruit (banana). The main objective of the manual is to teach banana growers in Los Ríos effective methods of identification, monitoring and control of the main plant pathogens diseases that attack the crop. The manual is a compilation of vital information for the producer's knowledge, it was sought to be elaborate it in a didactic way so that anyone can understand it. Experts in the area of plant protection subjected the manual to a validation process, but it was also sought that the manual meets the productive needs that are needed. The manual must be a tool that seeks to help the producer understand more about the diseases that attack the crop; however, it must be accompanied by a good implementation of activities in the field. The correct implementation of the manual in the field will allow the producer to achieve higher levels of productivity. By increasing the productive levels in the field, it will increase the economic levels of the producer, generating a greater social benefit for all those involved in the banana industry.

**Key words:** Banana, diseases, phytosanity, social benefit.

## ÍNDICE GENERAL

Portadilla .....	i
Página de Firmas .....	ii
Resumen .....	iii
Índice General .....	iv
Índice de Cuadros y Figuras y Anexos.....	v
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>4</b>
<b>3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>9</b>
<b>4. CONCLUSIONES.....</b>	<b>12</b>
<b>5. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>13</b>
<b>6. LITERATURA CITADA .....</b>	<b>14</b>
<b>7. ANEXOS .....</b>	<b>16</b>

## ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Costos de la aplicación aérea de fungicidas para el control de sigatoka negra en la plantación bananera “Pasión” Baba, Los Ríos 2019 .....	11
2. Costos de la aplicación aérea de fungicidas para el control de sigatoka negra en la plantación bananera “Pasión” Baba, Los Ríos 2020 .....	11

Figuras	Página
1. Ubicación de las plantaciones bananeras en Baba, Los Ríos .....	4
2. Fases del estudio para la elaboración del manual fitosanitario .....	5
3. Calificación promedio de la evaluación a los jefes de campo en la prueba de aprendizaje en la fase de implementación del manual fitosanitario.....	10

Anexos	Página
1. Plan de Ejecución .....	16
2. Manual Fitosanitario.....	19

# 1. INTRODUCCIÓN

El banano es una de las frutas más consumidas a nivel mundial, no solo por su delicioso sabor, sino que también es una fruta que posee un alto contenido nutricional. En muchos lugares del mundo, el banano es considerado como un alimento básico para la nutrición humana. El banano es un alimento ideal para nutrir a los niños pequeños e inclusive a la familia entera, debido a que posee características muy peculiares para el paladar como: textura, dulzura, disponibilidad, comodidad, versatilidad y costo. Los bananos son una gran fuente de vitaminas y minerales para el ser humano, especialmente en aquellos niños pequeños que aún están en proceso de desarrollo; son ricos en fibra y carbohidratos, además de ser bajos en grasas (FAO 2016). El banano posee minerales como: fósforo, calcio, potasio, magnesio, sodio, hierro y zinc; posee todas las vitaminas del grupo B presentes en reino vegetal. Inclusive se ha encontrado que el banano es una fuente de dopamina, que es un poderoso antioxidante que ayuda a mantener el cuerpo saludable. Si el banano es consumido regularmente pudiese llegar a regular la presión arterial y la actividad del corazón. Aquellas personas que consumen grandes cantidades de potasio tienen hasta un 27% menos riesgo de enfermedades cardíacas (Cevallos 2018).

La historia de la economía y el bienestar social de Ecuador está directamente relacionado a la exportación bananera. Se considera que las exportaciones bananeras establecieron los cimientos de lo que se conoció como el capitalismo de Ecuador. Esto fomentó la expansión de las clases, la expansión urbana y la estructura de lo que hoy por día es el estado ecuatoriano, el cual tuvo una gran participación en lo que hoy se conoce como el mercado bananero, y se considera que la presencia y la participación del estado en la política bananera fue determinante para establecer las bases de lo que son las exportaciones actualmente (Información proporcionada por Ing. Hugo Larrea en entrevista personal). El estado actuó de forma conjunta con los bananeros para crearles mejores condiciones para la exportación de la fruta, creó la estructura vial para el transporte de la fruta hasta los puertos marítimos, además de que también aumentó las inversiones en infraestructura para las exportaciones. En 1948, el estado ecuatoriano amplió y construyó nuevas instalaciones en lo que hoy se conoce como el puerto marítimo de Guayaquil, Puerto Bolívar y Esmeraldas. En ese entonces, el banano era uno de los principales temas de interés por parte del estado. El mayor problema del banano en esa época fue la exportación y el control fitosanitario (Larrea *et al.* 1987).

En la década de los 50, el estado ecuatoriano comenzó una campaña fitosanitaria en toda plantación bananera. Se comenzó a utilizar la fumigación aérea como medio de control para la principal enfermedad que se presentó en banano en esa época, la sigatoka amarilla (*Mycosphaerella musicola*). En 1960, el sector bananero pasó momentos difíciles y de gran incertidumbre ya que había problemas desde el punto de vista tecnológico, Ecuador era un productor muy empírico. Es por eso que cuando llegó la enfermedad más destructiva de la historia del banano, Mal de Panamá (*Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*), los problemas se generalizaron y fue difícil de manejar. El Mal de Panamá causó daños irreversibles en algunas plantaciones, lo que causó un desequilibrio en la economía del Ecuador. En 1965 se pudo observar una mejoría en el sector bananero, esto debido a que se empezó a introducir un cultivar nuevo. Se consideraba que este cultivar nuevo “Cavendish” tenía resistencia al Mal de Panamá, esto ayudó a el sector bananero a mejorar su estado (Larrea *et al.* 1987).

La industria bananera sigue siendo uno de los rubros más importantes para la economía del Ecuador. El sector bananero genera trabajo para más de un millón de familias ecuatorianas, aproximadamente el 6% de la población total del Ecuador (Cevallos 2018). El sector bananero genera alrededor de 2 a 2.5 millones de empleos, los cuales se dividen en trabajos directos e indirectos. Se considera que en una hectárea de banano se necesita aproximadamente un hombre para realizar las diferentes labores de campo (Arreaga y Casierra 2017). El sector bananero es un eje principal para la economía del país, genera más ingresos y proporciona más oportunidades de trabajo que otros sectores productivos no petroleros del país (Cevallos 2018).

Ecuador es considerado el principal exportador a nivel mundial de banano. Durante los meses de enero y febrero de 2019, se exportaron 61,3 millones de cajas de banano, un promedio aproximado de 7 millones de empaques de 18,14 kilos a la semana (Cobos 2019). En el año 2018, las exportaciones bananeras aumentaron hasta los USD 3,218 millones, considerándola una cifra récord de los últimos cinco años. Se presentó un aumento considerado en las exportaciones bananeras de casi 6% sobre el año 2017. Las exportaciones se realizaron a 79 países a nivel mundial, con al menos un acreedor en cada continente. El banano ecuatoriano es altamente cotizado a nivel mundial debido a su calidad, color, sabor y durabilidad (Cobos 2019). A pesar del aumento en las exportaciones a nivel mundial del banano ecuatoriano, el rendimiento por hectárea de banano tuvo un decrecimiento. En el año 2018 se cosecharon 6,2 millones de toneladas de banano en 161,583 hectáreas, con un rendimiento promedio de alrededor de 38,8 toneladas por hectárea. La producción total se redujo en 223,000 toneladas, ya que en el 2017 se cosecharon un promedio de 41 toneladas de banano por hectárea (Cobos 2019). Esta reducción en rendimiento es debido a que en la producción bananera existen factores que limitan obtener fruta con calidad de exportación. La baja calidad en la fruta de exportación se genera por: Atraso en el manejo del cultivo (Control Fitosanitario), labores culturales en fase floración-cosecha y factores ambientales (cambios bruscos en temperatura). Todas estas condiciones generan fruta que no cumple con las condiciones aptas para la exportación, se pierde la fruta exportable. El control fitosanitario es de suma importancia para las plantaciones bananeras, ya que un mal control de las plagas y enfermedades puede generar pérdidas de hasta el 100% de los cultivos.

Por otro lado, se considera que un mal manejo fitosanitario en las producciones bananeras puede generar pérdidas hasta del 100% de las plantaciones dejando a más de un millón de familias sin medios de subsistencia. Se debe de tener extremo cuidado con los problemas fitosanitarios en la producción bananera. En Ecuador el banano y plátano se ve gravemente afectado por diversos problemas fitosanitarios, aumento en los costos de producción y reducción de la productividad. Tan grave fue la situación en Ecuador, que se tuvo que cambiar del cultivar “Gross Michel”, al cultivar Cavendish que mostró una resistencia al Mal de Panamá. Por otro lado, actualmente se sigue teniendo problemas en las plantaciones bananeras por la enfermedad conocida como sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*). El control de la sigatoka negra cada vez se vuelve más complicado y costoso debido a las malas prácticas por parte de los productores bananeros. Las malas prácticas de monitoreo y control han propiciado que el hongo haya generado cierto tipo de resistencia a los productos químicos. Debido a estas malas prácticas ahora se tiene que usar una dosis cada vez mayor o diferentes productos o mezclas de productos para controlar al patógeno. Se dice que el hongo ha perdido significativamente la sensibilidad de los fungicidas químicos sistémicos que eran usados para el control (Cedeño 2012).



Una dificultad que enfrenta el Ecuador es la falta de educación que existe. La educación es una herramienta por la cual una persona puede expandir su conocimiento, esta expansión del conocimiento le creará nuevas habilidades para la resolución de problemas. La mayoría de los trabajadores de la industria bananera provienen del campo, ya que estos son los que viven cerca de los plantíos. La provincia de Los Ríos cuenta con una tasa de analfabetismo del 9,3%, este alto número de analfabetismo se puede acreditar que solo existen 563 establecimientos educativos en la provincia (INEC 2010). En busca de mejorar las condiciones de enseñanza en la comunidad bananera de Los Ríos, se ha decidido que la mejor manera de lograrlo es mediante un manual y capacitaciones a los involucrados en las actividades bananeras. Una gran parte de la desinformación que existe en el sector bananero es por transmitir información de forma empírica (Información proporcionada por Ing. Greta Cedeño, gerente general de “AgrijaltFruit” en entrevista personal). Aprender en la agricultura se considera que es un complemento entre la formación técnica científica y la práctica de este conocimiento. Debido a esta razón se busca realizar un manual para la correcta identificación, monitoreo y control de problemas fitosanitarios en las plantaciones bananeras de Ecuador.

El manual fitosanitario será una herramienta que servirá al productor para identificar y mejorar las condiciones fitosanitarias en las plantaciones. Un manual de procedimientos es una guía que brinda información acerca de distintas operaciones que realiza una empresa o industria. Esta herramienta permite que el productor aprenda la información correcta para que desempeñe un mejor trabajo en las plantaciones. En otras palabras, el manual fitosanitario será un instrumento que facilitará el trabajo de los productores bananeros.

El proceso de la elaboración del manual fitosanitario incluyó los siguientes objetivos:

- Recopilar información y diseñar un manual fitosanitario que se adecue a las necesidades fitosanitarias de la industria bananera en Los Ríos.
- Validar el manual con acompañamiento de expertos, en el cumplimiento de parámetros productivos y de calidad necesarios para banano de exportación.
- Implementar el manual en zonas productivas de Los Ríos, Ecuador.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### Ubicación del estudio

El estudio se realizó con base en la situación actual de las plantaciones bananeras de la provincia de Los Ríos, en el cantón Baba. Se tomaron en cuenta seis bananeras en la zona productiva del cantón Baba (Margarita, Toñito, Pasión, Rosa Andrea, Rosita, San Antonio). Que se encuentran ubicadas en el km 2 <sup>1/2</sup> vía Baba - Babahoyo (Figura 1). Se investigó y analizó información pertinente para la creación del manual, pero que de igual manera cumplierse con parámetros productivos y de calidad de exportación.

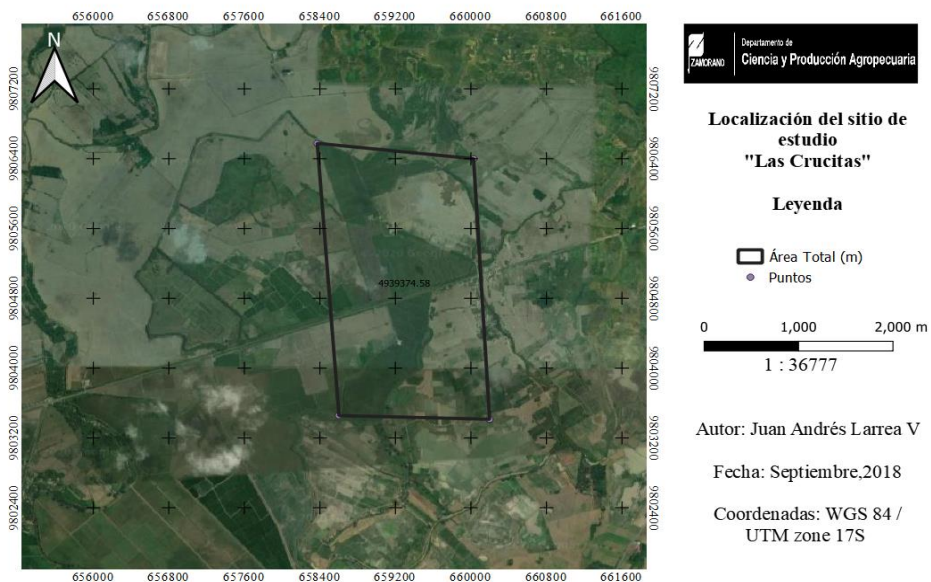


Figura 1. Ubicación de las plantaciones bananeras en Baba, Los Ríos.  
Fuente: Elaboración propia.

El desarrollo del manual fue realizado empleando una metodología de investigación científica de tipo cualitativo, debido a sus características es la que mejor se adapta para el análisis realizado. El objetivo principal de la investigación cualitativa es proporcionar una metodología de investigación que permita entender el problema a partir de un análisis integral y completo. El proceso de indagación es inductivo y el investigador debe de interactuar con los datos y las personas afectadas. Se considera que esta investigación cualitativa tiene un diseño de tipo interpretativo (teoría fundamentada), por el cual se busca generar información que sea fundamentada en datos o experiencias para que pueda ser usada por las personas afectadas.

Se empleó la metodología descrita por Bermello (2016) que consiste en realizar consultas, analizar documentos y observaciones. El estudio se realizó en cuatro fases (Figura 2).

**Consulta.** Es el mecanismo por el cual se puede recopilar información mediante la consulta a personas que estén directamente involucrado con la temática del estudio a realizar. Es importante realizar las consultas a expertos en el tema que se quiere redactar, para que así se pueda obtener datos reales (Bermello 2016).

**Análisis de Documentos.** Este mecanismo considera contrastar la información obtenida en otros documentos ya existentes, con la finalidad de encontrar la información adecuada para el trabajo que se intenta realizar y aplicarlo en la creación del manual (Bermello 2016).

**Observación.** Es la acción de anotar, ordenar y seleccionar los datos obtenidos, para usar los más representativos de ellos. Se determinó cuáles eran los más representativos mediante el contraste de información encontrada en los documentos y las consultas. Así se seleccionó la información pertinente para redactar el manual (Bermello 2016).

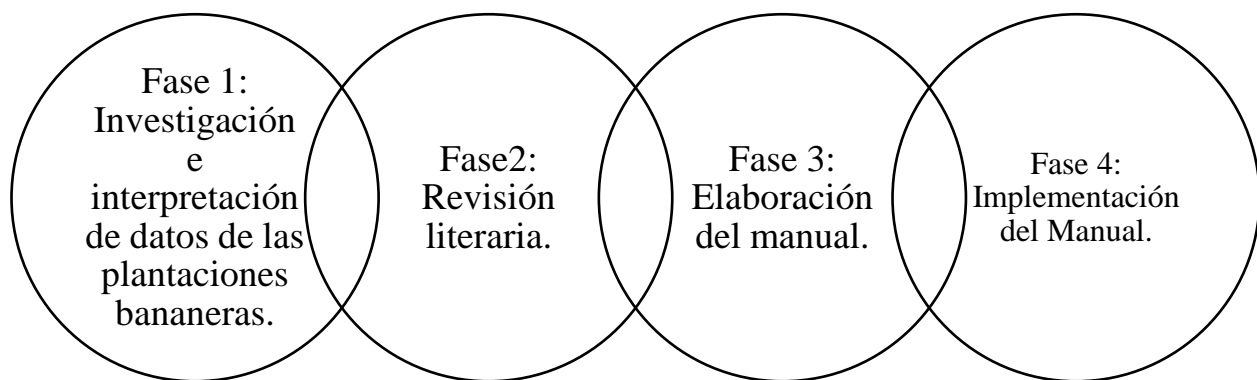


Figura 2. Fases del estudio para la elaboración del manual fitosanitario.

### **Fase 1. Investigación e interpretación de datos de las plantaciones bananeras**

La investigación e interpretación de datos se puede considerar como la fase inicial para la creación del manual. Ya que se estuvo analizando la información sobre la plantación, para entender cuáles eran los protocolos fitosanitarios que se realizaban. Esta información se obtuvo mediante entrevistas realizadas a los encargados de las plantaciones (Mayordomos, jefes de campo y jefe fitosanitario). Se consultó igualmente a la gerente general de Margarita, acerca de los costos del control fitosanitario, quien afirma que los costos de control fitosanitario en las plantaciones han aumentado un 40% en los últimos 5 años, y de que cada vez se necesita mayor cantidad de productos químicos para el control de las enfermedades (Información proporcionada por Ing. Greta Cedeño, gerente general de “AgrijaltFruit” en entrevista personal). Una vez que se obtuvieron los protocolos fitosanitarios en la finca, se pudo crear una base de datos en la cual se distinguía cual era el procedimiento que se realizaba en la plantación referente a cada enfermedad. Esto permitió dar paso a la investigación y revisión literaria acerca de cuáles eran los procedimientos adecuados para el manejo de cada enfermedad y de cómo se podía mejorar.

## **Fase 2. Revisión literaria**

Un manual fitosanitario debe proveer la guía y recomendaciones para ayudar al productor bananero a mejorar las condiciones fitosanitarias en las plantaciones. Por ello, se busca que tenga la información oportuna y pertinente para que el productor pueda realizar el control fitosanitario de la mejor manera. El manual debe enseñarle al productor bananero el procedimiento para poder manejar y controlar a una enfermedad, debido que se necesita de un protocolo adecuado sobre el cual proceder. Antes de tratar de controlar la enfermedad de una manera eficiente, es deseable poseer un conocimiento previo sobre la enfermedad. Tener información precisa acerca del patógeno, para poder entenderlo y manejarlo en su totalidad. No se puede realizar un protocolo de acción en contra del patógeno sin antes conocer su identidad y como el patógeno se comporta en las plantaciones bananeras. De igual forma hay que tener en cuenta que no todo protocolo es adecuado para la misma situación, es por eso que se debe de tratar de ser lo más específico en cuanto a la severidad de la enfermedad.

Se deben de considerar las normas de exportación, como una base para realizar el manual. Las normas que rigen las exportaciones bananeras son las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y el “Globalgap”. Las BPA se refieren al conjunto de principios, normas y recomendaciones técnicas que deben de ser aplicables a la producción, procesamiento y transporte de alimentos, siempre buscando el bienestar humano y ambiental. Se busca lograr la inocuidad y la calidad de los alimentos, mejorando el uso de los recursos naturales y económicos. La norma “Globalgap” es una regulación que incluye toda la regulación del proceso de producción y actividades agropecuarias ligadas al comercio. La norma “Globalgap” es la certificación por parte de los mercados internacionales, de que los procesos productivos se estén realizando de la mejor manera y forma. La certificación “Globalgap” cubre todo el proceso de producción, desde la siembra hasta que se transforma el producto no-procesado (Bermello 2016).

Antes de comenzar a redactar el manual se realizó una revisión de la literatura que se encontraba en internet, con el objetivo de complementar los conocimientos previamente adquiridos. Esta revisión de literatura fue clave para el desarrollo del manual, ya que se pudo comprobar que no siempre los fundamentos técnicos que se encuentran en literatura son adaptables para las distintas labores en el campo. Es ahí donde se logró adaptar este conocimiento y poder plasmarlo en el manual como actividades que si se pueden realizar en campo y llegar a resultados similares.

## **Fase 3. Elaboración del manual**

En la elaboración del manual, se empleó la información que se recopiló de internet, entrevistas a expertos en el tema y conocimiento adquirido por experiencia laboral para redactar de la mejor manera un manual que fuera práctico, útil y entendible por los lectores. Como se mencionó previamente, el manual fue basado en todos los estándares de calidad para la exportación de la fruta, con un enfoque en el incremento de la productividad en campo, y de un mejor uso de las recomendaciones para bajar los costos de producción. Generando así un impacto social positivo, mejorando la economía de todas las personas involucradas en la industria bananera. El manual fue expuesto a la validación de expertos en protección vegetal, para obtener las mejores adaptaciones a lo que en verdad se necesita.

**Validación del manual.** La validación del manual es uno de los factores más importantes que se consiguió, ya que de nada sirve crear un manual que no pueda ser implementado en las plantaciones bananeras. Por este motivo antes de implementarlo en las plantaciones bananeras se buscó la validación del mismo por parte de tres expertos en el área.

Se utilizó la triangulación metodológica para valorar la consistencia de los resultados generados por los diversos métodos de recolección de datos. Además, se realizó la validación del manual con el método de criterios de expertos, el cual es un método utilizado por investigadores, que puede ayudar a pronosticar un fenómeno dado, de una forma rápida y veraz (Durán *et al.* 2018).

**Triangulación metodológica.** La triangulación metodológica es una herramienta o técnica que se centra en contrastar visiones o enfoques a partir de los datos recolectados. Se puede usar esta técnica en estudios cuantitativos y cualitativos. La finalidad de esta técnica es la contraposición de varios datos y métodos que están centrados en un mismo problema. Se considera que de esta forma se puede evaluar el objeto del estudio con mayor amplitud y objetividad. Se considera que esta forma de recolección de datos genera una mayor confianza en los resultados, debido a los diferentes métodos de recolección de información que se pudieran utilizar. Se utilizó la combinación de dos tipos de triangulaciones metodológicas, triangulación de investigadores y triangulación de datos. Las dos tienen la misma finalidad, buscan comparar información recolectada para poder utilizar la información más pertinente. Se considera que el principio fundamental de este tipo de triangulación es la complementariedad que pudiese existir en los datos recolectados (Leal 2005).

El manual está diseñado para que personas con un nivel bajo de educación o conocimiento limitado en banano puedan ser aptas de entenderlo. Es por ese motivo que se realizó un grupo focal para recabar información sobre el manual. Un grupo focal tiene como finalidad recabar información a través de un encuentro de personas que comparten características similares entre sí, y sobre todo que tengan relación con el tema de investigación. Un grupo focal está compuesto por un máximo de 10 personas (IBERTIC 2014). Se realizaron los grupos focales para saber de una mejor manera que pensaban distintos individuos, elegidos al azar, sobre un tema específico. Los grupos focales son una excelente medida para entender que piensan las personas acerca de un tema en particular. El manual fue enviado previamente a los participantes para que puedan leerlo, y sacar sus propias conclusiones acerca del mismo. Los grupos focales se realizaron en grupos de 10 personas, y se hicieron dos grupos focales diferentes. Es importante mencionar que no se realizaron más grupos focales debido a que la situación mundial (Pandemia: Coronavirus) no permitió realizar más grupos focales.

Fue muy importante en la creación del manual, experimentar las necesidades reales de los productores bananeros. Esta necesidad de los productores bananeros de mejorar sus métodos de control en protección vegetal ayudó a enfocar el manual en las enfermedades que más daño causan a las plantaciones bananeras. Por tal razón y para ser más eficiente el manual, este se diseñó para abarcar enfáticamente las tres principales enfermedades que atacan al banano, y de cómo identificarlas y manejarlas correctamente para evitar su diseminación en las plantaciones. Es un manual didáctico en el cual se busca enseñar de una forma didáctica al lector.

#### **Fase 4. Implementación del manual**

La implementación del manual es un proceso que se debe de realizar con mucha precisión en las plantaciones bananeras, debido a que una mala implementación del manual puede generar bajones productivos en las plantaciones. Las nuevas prácticas que se deben de realizar en la plantación deben de ser introducidas de una forma paulatina, debido a que los trabajadores están acostumbrados a las practicas antiguas. Es importante asegurar que se estén realizando las prácticas de una forma correcta, para así comprobar que el manual esté funcionando. Se realizó lo que se conoce como el plan de ejecución, que es el detalle de todas las actividades o tareas que se van a realizar para implementar el manual fitosanitario (Ruiz 2015). Es importante reunirse con los encargados de implementar el manual en las plantaciones bananeras, con el fin de que todos los participantes entiendan a la perfección como emplear en manual en el campo.

La finalidad del manual es poder ayudar a los productores a entender mejor el manejo y control de la enfermedad, es por eso que se evaluó que tan eficaz es la transmisión y recepción de la información que está en el manual. Se realizó una evaluación inicial a los jefes de campo de las diferentes plantaciones, con la finalidad de evaluar cuanto sabían acerca del manejo y control fitosanitario en la plantación. Se evaluaron 11 preguntas de diferentes tópicos, que tenían como tema principal el manejo y control fitosanitario en la plantación bananera. Se implementó una capacitación con base en el manual a los jefes de campo, y se les realizo una prueba final para observar si existe una mejora en cuanto al aprendizaje.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### Manual fitosanitario

Mediante la metodología que se implementó para obtener información y conocer las necesidades y los protocolos que implementaba el productor se pudo realizar el manual, teniendo siempre como base lo que necesitaba el productor para mejorar productividad. Debido a que el banano es una de las frutas que más se comercializa a nivel mundial, se encontró información pertinente al tema que permitió expandir los conocimientos sobre la información que previamente se había recolectado de los expertos en la zona. El mayor reto superado en la creación del manual fue plasmar toda la información que se había recolectado y transmitirla en el manual de la manera más didáctica posible. Se considera que el manual de procedimientos es la mejor herramienta para transmitir un proceso de las actividades específicas dentro de la industria bananera, ya que se busca siempre realizar las actividades de una forma eficiente y eficaz (Vivanco 2017).

El manual se realizó con base en las tres enfermedades que más afectan a las plantaciones bananeras. También se realizó un estudio acerca de las principales temáticas que involucran al control de la enfermedad. Se determinaron las principales temáticas de cada una de las enfermedades, según las necesidades esenciales para el control y manejo de una enfermedad fitosanitaria. Estas necesidades esenciales para el control y manejo de la enfermedad surgieron a partir de la revisión literaria, consultas a los expertos en campo de las plantaciones bananeras y también a los expertos de la industria bananera (mencionados en la fase 3 de la metodología). Cada una de las enfermedades en el manual fue expuesta de lo general a lo específico, ya que se determinó que es importante para el lector poder entender lo mejor posible a la enfermedad para luego tomar buenas decisiones para su manejo y control.

Además, se analizó a cada enfermedad de forma individual y particular, logrando así enfocarse especialmente en cada una de las enfermedades de mayor interés. Se abarcó a cada enfermedad en un plano general, hasta llegar a lo más importante que era como controlar la enfermedad en la plantación. Se buscó introducir métodos de control que ya se han estado usando en la actualidad, pero no de la mejor manera.

Al desarrollar el análisis de los datos y al aplicar la triangulación de la investigación, de la información de los investigadores y la triangulación de los datos, en conjunto con los criterios de los expertos, se determinó que el manual tendría que tener en su contenido tres de las enfermedades más importantes de las plantaciones bananeras tales como moko (*Ralstonia solanacearum* raza 2), pudrición acuosa del tallo (*Dickeya dadantii*) y sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*). Por otro lado, los grupos focales reafirmaron que no todas las personas piensan igual acerca de un tema específico pero que las enfermedades fitosanitarias si son importantes para el desarrollo de una industria bananera saludable y rentable. En este sentido el manual se vuelve más eficiente cuando su estructura es como un manual o guía de procesos.

### Implementación del manual

En relación a la implementación del manual se encontró que las pruebas desarrolladas, a los jefes de las plantaciones, muestran que el promedio de la prueba inicial fue de 62.10% mientras que la prueba final obtuvo en promedio 88.55%. Se observó un incremento en la calificación de la evaluación final aproximado del 26.45% en comparación con la evaluación inicial (Figura 3).

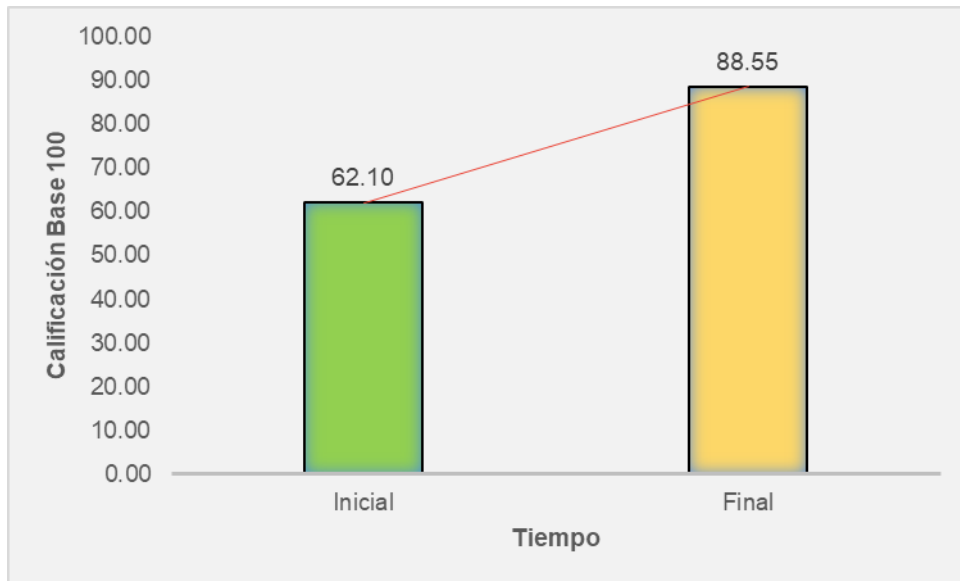


Figura 3. Calificación promedio de la evaluación a los jefes de campo en la prueba de aprendizaje en la fase de implementación del manual fitosanitario.

Es importante mencionar que después de aplicar la prueba, el tiempo de implementación del manual en las plantaciones bananeras fue de aproximadamente dos semanas, con una semana adicional para rectificar los procedimientos (Ruiz 2015). Los resultados también orientan que una implementación efectiva del manual tiene que ser introducida en la cultura de los productores de una manera paulatina y con mayor participación de los tomadores de decisión, para entender adecuadamente la magnitud de los problemas fitosanitarios.

Se realizó una inspección y evaluación de la implementación del manual en las plantaciones al mes de la implementación. Los resultados fueron prometedores en campo, ya que se evidenciaba una notable mejoría en las condiciones fitosanitarias de las plantaciones, que se encontraban en diferentes estados fisiológicos, dentro de los cuales se puede definir que un 70% de toda el área bananera estaba en etapa de adulta (producción de frutos). El resto del área estaba dividida en lo que era resiembra y en etapas juveniles. Las mejorías se pudieron observar en toda la plantación en general, pero se observó mayor diferencia en aquellas zonas donde el foco infeccioso era mayor.

Las enfermedades se redujeron en la plantación en aproximadamente un 40% (Información proporcionada por Ing. Luis Avilés, jefe control fitosanitario de “AgrijaltFruit” en entrevista personal). Demostrando que la implementación del manual fue un éxito, con resultados no solamente en el área productiva, sino que también generando beneficios económicos (Cuadros 1 y 2).



Cuadro 1. Costos de la aplicación aérea de fungicidas para el control de sigatoka negra en la plantación bananera Pasión, Baba, Los Ríos 2019.

	<b>Semana</b>	<b>Ha</b>	<b>Costo Ciclo/Ha (USD)</b>	<b>Costo Total(USD)</b>
	25	117	50.42	5899.14
	27	117	45.62	5337.54
	30	110	68.67	7553.70
	31	55	43.48	2391.40
	33	117	43.88	5133.96
	37	55	43.48	2391.40
<b>Total</b>	6	571		28707.14

Cuadro 2. Costos de la aplicación aérea de fungicidas para el control de sigatoka negra en la plantación bananera Pasión Baba, Los Ríos 2020.

	<b>Semana</b>	<b>Ha</b>	<b>Costo Ciclo/Ha (USD)</b>	<b>Costo Total (USD)</b>
	25	117	32.89	3848.13
	29	117	58.7	6867.90
	32	117	43.37	5074.29
	37	117	42.2	4937.40
<b>Total</b>	4	351		16879.59

Pero es recomendable que se realice una evaluación más, a los 3 meses para tener datos más cercanos a la producción de las plantas tratadas. Así se podrá tener más respaldo acerca de la efectividad del manual en términos de recomendaciones y tipos de manejo de los problemas fitosanitarios en las plantaciones bananeras. No se pudo recolectar más información sobre la efectividad del manual en campo debido a que las condiciones de Ecuador no son favorables por el momento. Es muy probable que, si el estudio se llevara a término de producción con datos de exportaciones, se podrían evidenciar aún más los resultados y la importancia que el manual provee a las decisiones de manejo fitosanitario, en donde la reducción de costos de producción y procesos de índole económico se vuelve fundamental.

## 4. CONCLUSIONES

- Se realizó un manual fitosanitario que cumple los parámetros de productividad y calidad, basándose en normas de exportación (BPA y “Globalgap”) para solventar necesidades fitosanitarias de los productores bananeros de Los Ríos.
- La validación del manual mediante tres expertos de la industria bananera fue aprobada, dando paso a la correcta implementación del manual en las plantaciones bananeras.
- Los resultados preliminares de la implementación del manual fitosanitario en campo fueron alentadores sobre el funcionamiento del manual, generando una mejora en el entendimiento de problemáticas fitosanitarias.

## 5. RECOMENDACIONES

- Es aconsejable realizar una evaluación en diferentes fincas con productores de diferentes niveles de escolaridad y una segunda evaluación del manual, que contemple todo el ciclo productivo y la cadena de valor, para obtener más datos acerca de cómo la implementación del manual puede ayudar a la productividad de la finca, reducción de los costos fitosanitarios y a la toma de decisiones adecuadas para el manejo de las enfermedades.
- Se considera adecuado implementar verificaciones rutinarias en campo con el fin de tener control sobre las prácticas culturales, recomendaciones de carácter fitosanitarios y toma de decisiones en el manejo de las enfermedades que se están realizando en base al manual.
- Asignar a un técnico y diseñar un estudio de caso con grupos focales orientado a validar la información técnica del manual versus productividad de la plantación en un diseño estadístico que permita entender que elementos del manual están haciendo los principales aportes para la correcta aplicación de un programa fitosanitario y actualización del manual.
- Es importante para la creación de un segundo manual acerca del control de las plagas más importantes en banano puede ser un paso importante para los productores bananeros. Permitiéndoles a ellos aprender más acerca de cómo controlar las plagas en la plantación.

## 6. LITERATURA CITADA

- Arreaga JI, Casierra CJ. 2017. Análisis socioeconómico de la parroquia la esperanza del cantón Quevedo de la provincia de Los Ríos y su incidencia del impuesto a las exportaciones de banano. [Tesis]. Guayaquil: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, Facultad de Ciencias Sociales y Derecho. 136 p; [consultado el 07 de agosto de 2020]. <http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/2029/1/T-ULVR-1828.pdf>.
- Bermello JE. 2016. Elaboración de una guía práctica para la implementación de un sistema de buenas prácticas agrícolas que permita facilitar la obtención de la certificación “Globalgap” a los productores de banano de exportación en el Ecuador. [Tesis]. Guayaquil: Universidad de Guayaquil Facultad de Ingeniería Industrial, Departamento de Posgrado. 128 p; [Consultado el 07 de agosto de 2020]. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/41560/1/TESIS%20ING.pdf>.
- Cabrera E. 2015. Plan de desarrollo y ordenamiento territorial 2015-2019: Componente biofísico. Babahoyo; [consultado el 11 de agosto de 2020]. [http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL\\_SNI/data\\_sigad\\_plus/sigadplusdiagnostico/0660823340001\\_PDYOT%20DIAGNOSTICO\\_30-10-2015\\_09-43-12.pdf](http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/0660823340001_PDYOT%20DIAGNOSTICO_30-10-2015_09-43-12.pdf).
- Caguana JC. 2016. Evaluación de control fitosanitario en el cultivo de banano (*Musa acuminata*) bajo riego subfoliar. [Tesis]. Guayaquil: Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Agrarias. 78 p; [consultado el 02 de agosto de 2020]. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/9166/1/Caguana%20Lozano%20Juan%20Carlos.pdf>.
- Cedeño G. 2012. Banano, plátano y otras musáceas. Ecuador: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias; [consultado el 10 de agosto de 2020]. <https://www.foodnewslatam.com/paises/80-ecuador/6431-causas-que-ocasiona-la-p%C3%A9rdida-de-del-banano-en-la-post-cosecha.html>.
- Cevallos J. 2018. Informe sector bananero: Informe sector bananero marzo 2018. n.p.: Ministerio de Comercio Exterior e Inversiones; [consultado el 07 de agosto de 2020]. <https://es.calameo.com/read/005223323252eeddc8227>.
- Durán R, Cazull I, Hernández H, Cadena V. 2018. Validación de un manual sobre buenas prácticas de enfermería en cuidados intensivos. Guantánamo: Revista Información Científica; [consultado el 12 de agosto de 2020]. <http://scielo.sld.cu/pdf/ric/v97n4/1028-9933-ric-97-04-810.pdf>.
- Eduardo C. 2019. A pesar de la caída, el banano aún vive un buen momento: Las exportaciones alcanzan niveles históricos, pero decrecen en 2019. Gestión Digital; [consultado el 08 de agosto de 2020]. <https://revistagestion.ec/economia-y-finanzas-analisis/pesar-de-la-caida-el-banano-aun-vive-un-buen-momento>.
- [FAO] Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2016. Todo sobre los bananos: lo que debería saber acerca de esta fruta tropical: Descubra 11 datos interesantes sobre uno de los alimentos favoritos del mundo. n.p.: Organización de las Naciones Unidas para la

- Agricultura y la Alimentación; [consultado el 03 de agosto de 2020]. <http://www.fao.org/zhc/detail-events/es/c/447827/>.
- IBERTIC.2014. Grupos focales guía y pautas para su desarrollo. Organización de estados iberoamericanos para la educación, la ciencia y la cultura; [consultado el 08 de agosto de 2020]. [https://oei.org.ar/ibertic/evaluacion/pdfs/ibertic\\_guia\\_entrevistas.pdf](https://oei.org.ar/ibertic/evaluacion/pdfs/ibertic_guia_entrevistas.pdf).
- [INEC] Instituto Nacional de Estadística y Censos. 2010. El censo informa: Educación: Resultados del censo 2010 de población y vivienda en el Ecuador. Ecuador: INEC; [consultado el 03 de agosto de 2020]. [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Presentaciones/capitulo\\_educacion\\_censo\\_poblacion\\_vivienda.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Presentaciones/capitulo_educacion_censo_poblacion_vivienda.pdf).
- Larrea C, Espinosa M, Sylva P. 1987. El Banano en el Ecuador: Transnacionales, modernización y subdesarrollo. Quito: Corporación Editora Nacional. 16 vol; [consultado el 03 de agosto de 2020]. <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/catalog/resGet.php?resId=43489>.
- Leal J. 2005. La autonomía del sujeto investigador: y la metodología de investigación. [Tesis]. Venezuela: Sociedad para la Investigación Educativa de Venezuela (SIED). 124 p; [consultado el 19 de sept. de 2020]. [https://www.academia.edu/35906076/La\\_Autonom%C3%ADa\\_del\\_Sujeto\\_Investigador\\_y\\_la\\_Metodolog%C3%ADa\\_de\\_Investigaci%C3%B3n](https://www.academia.edu/35906076/La_Autonom%C3%ADa_del_Sujeto_Investigador_y_la_Metodolog%C3%ADa_de_Investigaci%C3%B3n).
- Ruiz NA.2015. Elaboración y propuesta de implementación de un manual de procedimientos para la empresa Ferrecaracol Cía. Ltda. Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Facultad de Ciencias Administrativas y Contables. 211 p; [consultado el 03 de agosto de 2020].<http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/9101/TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Vivanco M. 2017. Los manuales de procedimiento como herramienta de control interno de una organización. n.p.: Universidad Internacional Sek; [consultado el 25 de julio de 2020]. <http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v9n3/rus38317.pdf>.

## 7. ANEXOS

### Anexo 1. Plan de Ejecución

#### Plan de ejecución del manual fitosanitario

##### Introducción

Se conoce como plan de ejecución a la herramienta por el cual se ejecuta organizadamente un proyecto. En el plan de acción no solo debe de ir los objetivos y el procedimiento por el cual se va a ejecutar el proyecto. En este plan de ejecución también deben de ser incluidas las restricciones, las consecuencias de las acciones, posibles revisiones o actualizaciones, etc. Es de mucha importancia mencionar que el plan de ejecución debe de ir acompañado por fechas establecidas en la cual van a suceder los acontecimientos para la correcta ejecución. Es importante también designar a cada una de las personas responsables de cada actividad a realizar, para la correcta implementación del plan de ejecución (Martinez 2010).

El plan de ejecución de proyectos (PEP) se desarrolla dentro de las fases de “visualización” y “recolección de datos”. El PEP se va enriqueciendo de las demás fases, es por eso que este puede cambiar o ser transformado en planes diferentes. Dentro de lo que es el PEP, se involucran varias gestiones a considerar.

##### Gestiones

**Gestión de alcance.** Es la etapa en donde deben de crearse las rutas y caminos por el cual el proyecto debe desarrollarse.

- Planificación del proyecto
- Definición del alcance
- Creación de la estructura
- Control del proyecto

**Gestión del tiempo.** Son de suma importancia para el proyecto ya que definen el tiempo en el cual se van a realizar las actividades.

- Definición de actividades
- Desarrollo del cronograma
- Control del cronograma

**Gestión de calidad.** La gestión de calidad describe los procesos involucrados en la garantía de la calidad del proyecto. Es la revisión del documento, en orden que cumpla con los objetivos del mismo.

## Continuación Anexo 1

- Planificación de la calidad
- Control de la calidad

Estas gestiones son la base del plan de ejecución. Deben de cumplirse en orden de que el proyecto sea ejecutado de la mejor manera.

### Planificación del proyecto

El proyecto se generó a partir de las necesidades que existían en la zona productiva de Los Ríos, Baba. Se estudió las necesidades fitosanitarias que existían en las plantaciones, y se realizó una investigación literaria para poder encontrar las mejores soluciones al problema. Se decidió realizar un manual fitosanitario basado en la información recolectada, que fuese de fácil entendimiento y aplicación en campo. De tal forma de que cualquier persona que trabaja en la industria bananera pudiera entenderlo.

El manual se lo planifico de manera que se lo pueda ejecutar en cuatro semanas. Previo a la creación del manual se utilizó una metodología para recopilar información y contrastar la información que se utilizó para la creación del manual.

### Cronograma de ejecución

Semana	24	25	26	27	28	29	30	31
Acciones	8/Jun - 14/Jun	15/Jun - 21/Jun	22/Jun - 28/Jun	29/Jun - 5/Jul	6/Jul - 12/Jul	13/Jul - 19/Jul	20/Jul - 26/Jul	27/Jul - 2/Agost
Planificación del Proyecto	x							
Recolpación de Información	x	x						
Contraste de Información	x	x						
Creación del Manual	x	x	x					
Validación del Manual		x	x					
Implementación del Manual				x	x	x	x	
Observaciones del Manual	x	x	x	x	x	x	x	
Control de Calidad	x	x	x	x	x	x	x	x

Cuadro 1. Cronograma de las actividades realizadas para la elaboración del manual fitosanitario.

### Restricciones

- El manual fue enfocado en la zona de Los Ríos, Baba. Es por eso que se recomienda actualizarlo para diferentes zonas productivas de Ecuador.
- El manual no es destinado para uso comercial, es una fuente de información gratuita.
- Antes de tomar alguna recomendación del manual, identificar correctamente las necesidades que tiene en la finca.

## **Continuación Anexo 1**

### **Literatura Citada**

Martinez R. 2010. Formulación del plan de ejecución (PEP) del proyecto ampliación del estacionamiento del centro comercial valle arriba market center. [Tesis]. Venezuela: Universidad Católica Andres Bello, Área de administración y de gestión. 161 p; [consultado el 03 de agosto de 2020]. <http://biblioteca2.ucab.edu.ve/anexos/biblioteca/marc/texto/AAS0250.pdf>.



**Anexo 2.** Manual fitosanitario

**Manual fitosanitario de las principales  
enfermedades de banano (*Musa × paradisiaca* L.),  
en Baba, Los Ríos, Ecuador**

**Juan Andrés Larrea Verdesoto**

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano**  
**Honduras**  
Noviembre, 2020

# ÍNDICE GENERAL

<b>Introducción.....</b>	<b>4</b>
<b>Moko o maduraviche.....</b>	<b>6</b>
Importancia económica .....	<b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
Ciclo biológico .....	7
Descripción morfológica.....	7
Daños y síntomas. ....	8
Hojas. ....	8
Pseudotallo. ....	8
Cormo e hijuelos. ....	9
Inflorescencia, raquis y fruto. ....	9
Aspectos epidemiológicos.....	10
Dispersión.....	10
Herramientas: .....	10
Insectos: .....	10
Material vegetativo:.....	11
Malezas: .....	11
Métodos de diagnóstico.....	11
Manejo integrado en la plantación. ....	12
<b>Pudrición acuosa del pseudotallo o bacteriosis.....</b>	<b>13</b>
Ciclo biológico. ....	13
Descripción morfológica.....	14
Daños y síntomas. ....	14
Hoja. ....	14
Pseudotallo. ....	15
Cormo e hijuelos. ....	15
Inflorescencia, raquis y fruto. ....	15
Aspectos epidemiológicos.....	15
Dispersión.....	16
Métodos de diagnóstico.....	16
Manejo integrado de la enfermedad. ....	17
<b>Sigatoka negra .....</b>	<b>19</b>
Importancia económica. ....	20
Ciclo biológico.....	20
Descripción morfológica.....	21
Dños y síntomas. ....	21
Estadio 1.....	22
Estadio 2.....	22
Estadio 3.....	22

Estadio 4.....	22
Estadio 5.....	22
Estadio 6.....	22
Aspectos epidemiológicos.....	23
Dispersión.....	23
Viento.....	23
Lluvia.....	24
Actividad humana.....	24
Métodos de diagnóstico.....	24
Manejo integrado de la enfermedad.....	24
Control cultural.....	25
Despunte.....	25
Cirugía.....	25
Deshoje.....	25
Control químico.....	26
<b>Literatura citada.....</b>	<b>27</b>

## ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Figuras	Página
1. Producción bananera en Los Ríos. ....	8
2. Pérdida de la plantación por un mal manejo fitosanitario.....	9
3. Diseminación de la bacteria a través del agua.....	8
4. Síntoma del Moko en el cormo.. ....	9
5. Síntoma del Moko en el racimo. ....	8
6. Síntoma del Moko en la plantación.....	9
7. Diseminación de la bacteria a través del agua.....	9
8. Falta de diagnóstico temprano en plantación.....	10
9. Manejo del foco de Moko Bacteriano. ....	11
10. Zonificación del cultivo para implementar prácticas de manejo.....	11
11. Pudrición acuosa en plantaciones jóvenes. ....	12
12. Desarrollo de pudrición acuosa en plantilla.. ....	13
13. Síntoma avanzado de pudrición acuosa en pseudotallo. ....	14
14. Pérdida de racimos productivos.. ....	14
15. Picudo <i>M. hemipterus</i> diseminador de la enfermedad. ....	15
16. Medidas de control fitosanitarias, soluciones desinfectantes.....	16
17. Medidas de control fitosanitarias, revisión de estado de hoja.....	18
18. Ciclo patológico.. ....	19
20. Estadio 3 de la enfermedad.. ....	21
21. Estadio 4 de la enfermedad.. ....	21
22. Estadio 5 de la enfermedad.. ....	21
23. Estadio 6 de la enfermedad.. ....	22
24. Monitoreo de la enfermedad en la plantación.....	23
25. Deshoje y despunte usando un podón.. ....	24
26. Aplicación de productos químicos en plantilla.. ....	25
Anexos	Página
1. Protocolo de acción contra sigatoka negra.....	30
2. Protocolo de control bacteriosis. ....	32

## INTRODUCCIÓN

Una de las frutas tropicales más importantes a nivel mundial es el banano. El banano es considerado un cultivo comercial fundamental en la actualidad, además de ser un alimento básico esencial para muchos países en desarrollo. Existen muchas variedades de banano en el mundo, unas 1000 aproximadamente. Se conoce que la variedad que más se utiliza para la producción masiva y por ende para el consumo humano es el banano “Cavendish”. Se estima que esta variedad representa hasta el 95% de todos los bananos que se encuentran en el mundo para consumo humano. (FAO 2016). El banano es un cultivo perenne, normalmente se cosechan 10 meses después de la siembra. Se reproducen asexualmente por medio de brotes laterales que se desarrollan desde un rizoma de la planta madre.

Nutricionalmente se considera que el banano es una de las frutas tropicales más importantes en el mercado. Esto se debe a que el banano posee grandes cantidades de nutrientes en tan solo una fruta. Posee alrededor de 400 mg de potasio por cada 100 gr de fruta. Lo que ayuda a que las personas puedan prevenir problemas cardíacos, regulando la presión. Se considera que el banano es rico en vitamina A, C y B<sub>6</sub>. Es por estas razones que el banano es una de las frutas tropicales que más se consumen a nivel mundial.

El banano a nivel mundial es el cuarto cultivo alimenticio más importante en términos de su valor bruto de producción. Este se encuentra poco después del arroz, maíz y trigo. (WRM 2004). Latinoamérica es considerado el sector donde predomina la mayor cantidad de producción de banano a nivel mundial. Se considera que las plantaciones bananeras en Latinoamérica han sido unos de los pilares fundamentales para la economía desde mediados de 1950. Es importante recalcar que este crecimiento en la economía bananera fue sustentado en la constante expansión de los mercados de Estados Unidos y la Unión Europea, aportando hasta 60% de la demanda mundial. En Latinoamérica, el principal productor de banano para la exportación es Ecuador con 230,000 ha. El banano se produce en grandes cantidades en la región costa, que cuenta con temperaturas promedio de 24 - 25° y niveles de precipitación que varían entre los 60 - 2000 mm de aguas lluvias (Varela y Ron, 2018). La provincia que más produce banano en la costa es Los Ríos, con un área de producción de 61,937 ha y una producción de 2,822,585 TM/año. Representan el 43.23% de toda la producción de banano para Ecuador.

Las exportaciones de banano a nivel mundial en el 2018 fueron de 19,20 millones de toneladas; y se notó un aumento de las exportaciones en el año 2019 llegando a 20,2 millones de toneladas. Registrando un aumento estimado del 5% en comparación al año 2018. Se estima que estos aumentos en la exportación se deben al aumento de la producción por parte de Ecuador y Filipinas, los dos mayores exportadores a nivel mundial. Latinoamérica y Caribe en comparación al año 2018 aumento 2%, llegando a exportar 15 millones de toneladas. Ecuador representa el 40% de las exportaciones de la región, exportando casi 6,7



Figura 1. Producción bananera en Los Ríos

millones de toneladas. (FAO 2019) Ecuador exporta la mayoría de su producción interna, aproximadamente un 95% va destinada a mercados exteriores (Juca 2015). El incremento de demanda por parte de China y Turquía en el 2019, fue un factor determinante para que exista este aumento en las exportaciones de Ecuador. (FAO 2019).

El aumento de la demanda de fruta por parte de mercados internacionales ha generado altos estándares de calidad y fitosanidad. Ecuador cuenta con dos agencias gubernamentales encargadas directamente al control de estos dos factores, el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario (Agrocalidad). Estas dos instituciones públicas son las encargadas de regular que el producto llegue a los mercados internacionales de la mejor forma posible. Es importante mantener los estándares de calidad y fitosanidad, ya que al ser mercados tan competitivos cualquier error puede generar pérdidas en la demanda del banano. Se trata de minimizar los errores en la producción y exportación del banano por medio de normativas internacionales, entre las cuales podemos encontrar: Normas Internacionales para Medidas Fitosanitarias (NIMF) y las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA). Importante recalcar que cada mercado puede tener sus propias medidas regulatorias, pero se basan en esas dos estipuladas anteriormente.

El manejo fitosanitario es un factor vital para la producción y la exportación de la fruta a mercados internacionales. Se considera que es uno de los factores que más influye al momento de los rendimientos por finca. Los problemas fitosanitarios pueden ser originados por plagas y enfermedades. El grado de severidad de estos puede ser variable, pero depende mucho del manejo en finca y de las condiciones ambientales del lugar. Se considera que las enfermedades son de mayor complejidad en términos de manejo, ya que pueden llegar a ser muy diferentes y actuar de diversas formas en el cultivo. Se considera que las más importantes pueden llegar a ser las que se van a tratar en el manual.



Figura 2. Pérdida de la plantación por un mal manejo fitosanitario.

El objetivo de este manual es poder compartir a la comunidad bananera información importante sobre la identificación, manejo y control que deben de tener en sus respectivas fincas para que estas enfermedades no le afecten a su producción, por ende, mejorar sus producciones.

## **Moko o Maduraviche**

El moko del banano fue reportado por primera vez en 1890 en Trinidad y Tobago donde causo muchas pérdidas para el banano variedad “Bluggoe”. Se la conoció anteriormente en la comunidad científica como *Pseudomonas solanacearum*.

Se considera que es la enfermedad bacteriana más importante en banano. Es causada por la bacteria *Ralstonia solanacearum* raza 2. Se presenta en campo como una de las enfermedades que más limitan la producción bananera, ya que esta enfermedad no solo afecta a la planta infectada, sino que también puede dejar improductiva la zona en la que se encuentra esta planta afectada. Los costos de control son mayores, tomando en cuenta que hay que erradicar los focos infecciosos y el tiempo en el cual se tiene que dejar improductivo el terreno en el cual se encontró la enfermedad (DANE 2016).

*Ralstonia solanacearum* es una bacteria que puede llegar a infectar numerosos hospederos, encontrarse en diferentes lugares geográficos, presentar efectos diversos en la patogenicidad y poseer diversas propiedades fisiológicas. Es por estos motivos que en las últimas tres décadas se han usado las razas y biovars como una clasificación informal para lograr una correcta identificación. Esta clasificación se rige a nivel infrasubspecífico, el cual no es parte del código de nomenclatura de bacterias. Se considera que la raza 2 (biovars 1 o 3) es la que más afecta al banano, plátano y heliconias. (Gomez *et al.* 2004).

Esta enfermedad puede causar bajos rendimientos en la producción de una bananera, ya que la bacteria puede infectar otras plantas aledañas antes de que la primera planta presente síntomas. Una vez que la primera planta contagiada presente síntomas, pueden existir muchas plantas en una sola área ya afectadas por el patógeno. Esta enfermedad se ve directamente relacionada a problemas en el crecimiento de la planta, clorosis, necrosis, doblamiento foliar, pudrición de rizoma y raíz. La diseminación de *Ralstonia solanacearum* es muy variada, ya que puede dispersarse por suelo, agua y aire. Además de que puede ser diseminada por insectos, semillas infectadas y medidas de manejo erróneas. (Torres *et al.* 2013).

### **Importancia económica**

El moko del banano es considerado uno de los problemas fitosanitarios causados por una bacteria que mayores repercusiones económicas puede generar en una producción bananera. Es una enfermedad que ha causado gran impacto económico en las producciones de banano y plátano, en las regiones de Centro, Sudamérica y el Caribe. Se han llegado a conocer casos de pérdidas hasta del 74% de la producción total como es el caso de Guyana. En Colombia se estima que la enfermedad ha causado la destrucción de aproximadamente 17 hectáreas/año en la producción de plátano, reduciendo enormemente la producción inclusive generando hasta el 100% en pérdidas en plantaciones que no se realizaron correctas prácticas de manejo fitosanitario. En Colombia durante los años, 1970 - 2000 se reportaron más de 20,000 ha productivas pérdidas por culpa de la enfermedad. Lo que generó pérdidas de hasta 73,000 millones de dólares. Afectando aproximadamente a 125,000 familias que su economía dependía principalmente de la producción de plátano. (SENASICA 2019).

En 1972, Stover se estableció que existen cuatro patotipos para la raza 2. Estas diferentes caracterizaciones se basan en morfología de la colonia, rango de plantas hospederas y patogenicidad. Cada uno de los diferentes patotipos pueden llegar a causar danos económicos diversos en las plantas.

*Ralstonia solanacearum* raza 2, es un riesgo potencial en Ecuador. Debido a la gran facilidad con la que esta enfermedad puede afectar a los productores bananeros. Es por este motivo que se decretaron entidades responsables para el control de la misma. Además de establecer parámetros fitosanitarios en las zonas más perjudiciales. Estas medidas se deben de tomar en mucha consideración, inclusive en los lugares en donde el patógeno aún no ha llegado.

### **Ciclo biológico**

El mecanismo de acción de *Ralstonia solanacearum* no es muy diferente al de cualquier bacteria. Una gran dificultad sobre el control de la bacteria es que esta puede infectar a la planta por cualquier apertura que tenga la planta, sea esta de forma natural (estomas o hidátodos) o heridas causadas por un mal manejo de las herramientas dentro de la plantación. Una vez que el organismo se encuentre dentro de la planta este se disemina a través de los haces vasculares de la planta, atacando así a cualquier parte de la planta. Es notable considera que este proceso de transporte de la bacteria en el interior de la planta es enormemente potenciado si existe aumento en las temperaturas. A mayor sean las temperaturas en el área productiva, este proceso de transporte de la bacteria es acelerado. Es importante mencionar que las bacterias si constan de temperaturas vitales para su existencia.

### **Descripción morfológica**

Los primeros registros de la enfermedad en banano fueron realizados por Shomburk en 1840. Pero la primera descripción morfológica de esta enfermedad fue desarrollada por Edwin F. Smith en 1890. La bacteria *Ralstonia solanacearum* raza 2 es una bacteria Gram negativa, posee una forma de bacilo con dimensiones aproximadas de  $0.5 - 0.7 \mu\text{m} \times 1.5 - 2.5 \mu\text{m}$ . Se la considera que es una bacteria que es muy móvil, presentando uno a cuatro flagelos polares. Pero la motilidad y la presencia del número de flagelos dependen mucho del tipo de colonia y la edad fisiológica del cultivo. Es por esta razón que es muy difícil su manejo preventivo, ya que la bacteria se disemina en el cultivo muy rápido.

En cuanto a las cepas de *R. solanacearum* raza 2, se conoce que existen dos tipos de cepas que afectan al banano. Kelman, 1954, describe que hay dos clases de colonias: una de tipo fluida y la otra mutante de apariencia seca. En cuanto a las cepas fluidas, se caracterizan por la alta producción de polisacáridos extracelulares, apariencia lisa, con bordes irregulares y redonda. Las colonias mutantes de apariencia seca, se caracterizan por ser redondas, translucidas, rugosas y sobre todo no fluida. Una característica peculiar de esta es que es muy difícil de observar en el campo.



## **Daños y síntomas**

La bacteria *R. solanacearum* raza 2 puede generar diferentes síntomas en las plantas de banano infectadas. Los síntomas pueden variar dependiendo de factores como: Edad de la planta, medio de transmisión y órgano siendo afectado. La mayoría de los síntomas empiezan en la hoja central o bandera, y va avanzando hacia las hojas de mayor edad. En general las hojas infectadas se marchitan y se doblan, pero estas siguen adheridas a la planta. Los hijos de la planta madre infectada, presentan el mismo problema.

La marchitez que se produce en las hojas de la planta se debe a que los haces vasculares del pseudotallo de la planta se encuentran taponados por el incremento bacteriano y por la constante acumulación de polisacáridos bacterianos. La marchitez y amarillamiento de la planta muchas veces se ve confundida con falta de nutrientes o sequía. Es importante lograr detectar la enfermedad a tiempo para poder realizar un correcto control.

**Hojas.** Se puede observar que el síntoma común de todas las plantas infectadas es el amarillamiento de la hoja central (bandera). Esta llega a ponerse de un color amarillo-verdoso, y en muchas ocasiones tiende a romperse al nivel del peciolo. Esto quiere decir que la enfermedad primero afecta a las hojas jóvenes, pero su gran movilidad hace que avance rápidamente hacia hojas ya más maduras. En las hojas maduras, la enfermedad se presenta en los bordes de la hoja. Los bordes de las hojas son amarillos con márgenes oscuros. Una vez que la planta haya sido afectada en su totalidad, las hojas mueren y por ende la planta igual.

El mal manejo fitosanitario en campo puede generar que labores como el deshije o podas puedan generar infecciones en plantas sanas. En una planta infectada, los chupones o hijos pueden detener su crecimiento por completo en un rango de 2 a 4 semanas. En algunos casos los chupones logran desarrollar una hoja, que finalmente se dobla y se marchita. Plantas que no se encuentran en producción pueden presentar una coloración oscura en las fibras vasculares del pseudotallo.

**Pseudotallo.** Los haces vasculares son los principales afectados por el rápido crecimiento de la población bacteriana. Ya que las bacterias se transportan por medio de los haces vasculares, causando taponamiento de los mismos. Los haces vasculares adquieren una coloración café clara o café oscuro. Los síntomas en plantas que aún no desarrollan racimo presentan la infección en los haces vasculares de forma agrupada y al exterior de los pseudotallos. Pero en algunas ocasiones se pueden llegar a presentar de forma periférica y centrales. Estos taponamientos se pueden ver con mayor frecuencia en hojas que son más jóvenes (centrales) que aquellas adultas (periferia). Una característica importante de este taponamiento, es que si en algún motivo se llegase a cortar el pseudotallo. Este presentaría un exudado que es producido por las bacterias.



Figura 3. Diseminación de la bacteria a través del agua (Alarcón 2012)

**Cormo e Hijuelos.** Los cormos que han sido infectados por la bacteria van a tener haces vasculares de color marrón o negro. Para realizar la revisión de los haces vasculares de los cormos, se realizan cortes transversales, para así poder visualizar de una mejor manera los haces vasculares. En los hijuelos o hijos los síntomas se presentan muy rápido, entre la semana 4-8. Se caracterizan por presentar síntomas tempranos de amarillamiento y flacidez en las hojas. Pero el nivel de la enfermedad, va a depender mayoritariamente por la edad y etapa de crecimiento que tengan los hijuelos o plantas infectadas. Es característico de los hijuelos infectados, tener amarillamiento y flacidez de la hoja bandera.



Figura 4. Síntoma del moko en el cormo (Alarcón 2012)

**Inflorescencia, raquis y fruto.** La inflorescencia el primer síntoma se ve reflejado en las brácteas de las flores masculinas. Las brácteas de las flores masculinas son las más afectadas, estas se marchitan, ennegrecen, necrosan y no desarrollan. En algunas ocasiones se puede observar enrollamiento en la cara superior de las brácteas. En el raquis se presentan coloraciones de color café oscuro o marrón. Dependiendo del corte que le hagamos a este, se notara diferencia visualmente de la enfermedad. En cortes transversales la enfermedad se observará como puntos en la parte central del raquis. En cambio, si cortamos el raquis de forma longitudinal, se van a presentar obstrucciones oscuras en los haces vasculares.



Figura 5. Síntoma del moko en el racimo (Alarcón 2012)

Se puede considerar que el mayor daño que puede causar esta enfermedad es en el fruto. Los síntomas de la enfermedad se pueden presentar como pudriciones o deformaciones de las manos o inclusive de todo el racimo. Los frutos infectados ennegrecen, se secan y se desprenden fácilmente del racimo. Si cortamos el fruto de forma transversal, se va a poder observar una necrosis interna, de coloración marrón y seca. En algunos casos esta enfermedad puede afectar a frutos ya desarrollados, los induce a presentar madurez prematura, la cascara del fruto puede en cierta forma ser agrietada y necrótica. La pulpa tiende a podrirse y secarse, tomando una consistencia polvosa.

### Aspectos epidemiológicos

Considerando que la *Ralstonia solanacearum* raza 2 es una enfermedad importante en la producción bananera, es importante conocer cómo actúa en la planta para poder controlar la infección. *R. solanacearum* coloniza y bloquea los haces vasculares de la planta, especialmente los haces del xilema. Este bloqueo en el xilema causa que los nutrientes y agua no puedan ser distribuidos hacia las hojas. Es por esto que los primeros síntomas de presencia de la enfermedad es el amarillamiento y marchitez en hojas. Esta colonización por parte de la bacteria genera una degradación en la pared celular de los vasos conductores y del parénquima adyacente.



Figura 6. Síntoma del moko en la plantación (Alarcón 2012)

Al mismo tiempo invaden el floema y el tejido cortical. En el momento de la infección la planta reacciona a la bacteria produciendo ácido indolacético (AIA). El ácido indolacético en aumento genera que exista una epinastia en las hojas, este fenómeno es visto como la curvatura de las hojas hacia abajo. También genera que exista un brote acelerado de las raíces adventicias.

El periodo de incubación de la bacteria hasta que se presenten síntomas puede durar generalmente entre 10 a 12 semanas. Cuando una planta es infectada por medio de una herida causado por un daño físico el 40% de las plantas suelen presentar síntomas a los 70 días. La bacteria en el suelo puede permanecer de forma latente, pero esta muestra niveles bajos de reproducción. Existen diversas cepas de *R. solanacearum* que afecta al banano, entre ellas podemos encontrar la cepa SFR y la cepa H. La cepa SFR se la considera como una enfermedad virulenta, ataca a la planta de una forma rápida y su transmisión es muy versátil. Pero raramente permanece en el suelo por más de 6 meses. La cepa H al contrario tiene una supervivencia muy baja y su transmisión es moderada.

### Dispersión

**Herramientas.** Se transmite con mayor facilidad por medio de las herramientas de poda. Las herramientas que se usan para la poda, dejan heridas expuestas en la planta de banano. Las heridas más frecuentes que se realizan son en los trabajos de: deshije, destalle, deshoje, apuntalamiento, y especialmente en el corte del racimo.



Figura 7. Diseminación de la bacteria a través del agua (Alarcón 2012)

**Insectos.** Los insectos más comunes para la diseminación de la enfermedad son del orden *Hymenoptera*. Las abejas *Trigonacorvina* y avispa del género *Polybia* sp. Pueden transportar la sabia de plantas infectadas, hasta las flores masculinas que tienen el banano. Causando así una infección en la planta y danos evidentes al racimo.

**Material Vegetativo.** Se considera que la principal forma de infección en un área productiva por el moko de banano es por medio de semilla o hijuelos infectados. Es la principal vía de propagación del patógeno a nivel del área productiva, y si este se usa para la comercialización puede llegar a afectar nuevas plantaciones.

**Malezas.** No es muy común que la enfermedad se encuentre en hospederos alternos como son las malezas. Pero se han identificado que en áreas tropicales las malezas pueden actuar como hospederos alternos de la bacteria. Debido a que la bacteria no se desarrolla en la maleza, la maleza puede sobrevivir a la enfermedad. Causando que esta pueda ser un puente de infección para el patógeno.

### **Métodos de diagnóstico**

Existen diversos métodos para conocer si la enfermedad está presente en la planta, se recomienda comenzar con una identificación visual de los síntomas de la enfermedad. Si la planta presenta los síntomas de la enfermedad, debemos de realizar un protocolo en el laboratorio para poder confirmar que la enfermedad está presente en el cultivo. Existen diversos protocolos para identificar si estamos en presencia de *R. Solanacearum* en el cultivo. Existen dos formas comunes para la detección de la enfermedad en laboratorio, se pueden identificar por medio de: pruebas de inmunofluorescencia de anticuerpos de forma indirecta y por medio de pruebas de patogenicidad para confirmar estos resultados positivos. Se han obtenido resultados prometedores al usar procedimientos como la PCR y Pruebas ELISA, pero se recomienda siempre usar los primeros protocolos. La prueba de PCR y ELISA es basada en los iniciadores 16S rRNA, se han dado resultados que confirman que la técnica funciona. En un menor grado de efectividad, en cuanto a identificación de la enfermedad.



Figura 8. Falta de diagnóstico temprano en plantación (Alarcón 2012)

Se han encontrado otros procedimientos para la correcta identificación de la enfermedad, es el caso de: Pruebas bioquímicas, análisis de ácidos grasos, RFLP y análisis de proteínas (Naranjo 2013).

## Manejo integrado en la plantación

La actividad más importante para poder combatir esta enfermedad es el monitoreo continuo. La rápida identificación del patógeno en el cultivo, hará que este patógeno no logre infectar más plantas de las que posiblemente ya estén afectadas. Se estima que lo óptimo para revisar una plantación es hacer rotaciones de 15 días. En los cuales se debe de recorrer toda la finca en 15 días, para así llevar un monitoreo continuo de la zona. En caso de que un sector de la plantación presente síntomas, lo primero que se debe de realizar después de la correcta identificación de los síntomas son las pruebas en el laboratorio. En caso de que las pruebas den positivo a la enfermedad, se deben establecer las conocidas parcelas centinela. Las parcelas centinelas son aquellas parcelas que han estado cerca de la zona infectada. En estas parcelas se deben de realizar monitoreos continuos para que la enfermedad no se siga expandiendo. Se debe revisar el 100% de las plantas para llegar a una correcta valoración del daño que puede causar la enfermedad. Se recomienda que estas parcelas centinela sean de un tamaño aproximado de 10 ha, para así realizar un correcto monitoreo. Existe un modelo de monitoreo llamado método T, en el cual se monitorean 20 plantas. En este tipo de método se trata de buscar un efecto epidemiológico tanto en los bordes como en el centro del área muestreada. Se seleccionan 10 plantas del borde (ocasionalmente en la primera fila), se seleccionan cinco plantas hacia el interior del área muestreada. Según el tamaño en el que dividen su área productiva y en la cantidad de muestreos que quiere realizar por día se decide la forma a evaluar.



Figura 9. Manejo del foco de Moko Bacteriano (Alarcón 2012)

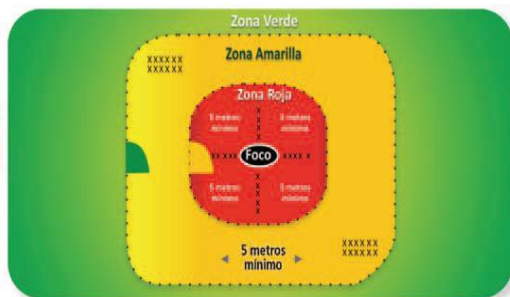


Figura 10. Zonificación del cultivo para implementar prácticas de manejo (Alarcón 2012)

El control de la enfermedad ha sido un problema en Los Ríos, Ecuador debido a la falta de tecnologías de identificación y manejo. Se ha manejado la enfermedad de una forma tradicional, sin llevar a cabo correctos protocolos de manejo. El control cultural que se ha realizado en las plantaciones varía mucho, dentro de las prácticas de manejo podemos encontrar: Control de malezas, remoción de las flores masculinas, desinfección de material de poda. Uno de los mayores problemas que se realizan en el campo es el manejo al encontrar una zona con la enfermedad.

Proceden a realizar cortes en la planta, por ende, cortarla en pedazos. Pero el gran problema es que dejan esos pedazos de planta en campo, lo que hace que la bacteria pueda transmitirse a futuras generaciones o mantenerse en el suelo. Además, no entienden que la bacteria no solo puede haber afectado a una planta, muchas veces esta bacteria afecta a un rango de plantas. Comúnmente solo se elimina la planta que ya presenta los síntomas, con motivo de que plantas vecinas puedan dar racimos y así mantener la producción. El problema es que las plantas no van a poder dar racimos con calidad, además de que se sigue esparciendo la enfermedad en el cultivo.

## Pudrición acuosa del pseudotallo o bacteriosis

La pudrición acuosa del pseudotallo en banano es una enfermedad causada por la bacteria *Dickeya* spp. La bacteria ha estado en constante estudio a través de los años, anteriormente la bacteria era conocida como *Erwinia chrysanthemi*. A mediados del 2006, la bacteria paso a llamarse *Dickeya chrysanthemi*. Es una bacteria que se identificó en Centroamérica por primera vez en 1948 en Honduras. (Manzano 2013). La enfermedad se identificó en Sudamérica por primera vez en Colombia en el valle de Cauca donde causo severas pérdidas económicas, al infectar cerca de 20,000 hectáreas de banano.



Figura 11. Pudrición acuosa en plantaciones jóvenes (Alarcón 2012)

En el 2013, se reportó que la enfermedad sigue causando pérdidas económicas de hasta el 50% en países como Panamá, El Salvador y Nicaragua. La bacteria *Dickeya dadantii* (sin. *Erwinia chrysanthemi*) es considerada como una de las enterobacterias fitopatógenas que pueden llegar a causar enfermedades de podredumbre blanda en banano. Estas bacterias pueden llegar a sobrevivir en cualquier tipo de suelo, desde donde estas pueden transmitirse a la planta por medio del agua, insectos o prácticas culturales. Los síntomas comunes de la infección se caracterizan por la descomposición de los tejidos parenquimatosos de la planta. Esto se debe a que la bacteria libera enzimas pépticas, que hacen que los tejidos parenquimatosos se “desorganicen” por ende se destruyan. El proceso de infección es un proceso multifactorial, que requiere factores adicionales para su correcta diseminación en la planta. La bacteria necesita la presencia de: Enzimas celulasas, una gran motilidad y proteínas involucradas en resistencia contra la defensa de plantas. (Grenier *et al.* 2006). Hoy en día se conoce que la enfermedad ocasiona un daño en el cormo de la planta. El daño en el cormo ocasiona que las raíces se dañen y se pudran, lo que posteriormente originara que el tallo se vuelque. Es una enfermedad que se puede generar en cualquier estadio de la planta, y que principalmente se transmite hacia la planta de forma mecánica. (Zhang *et al.* 2014).

### Ciclo biológico

Es una bacteria fitopatógena que ataca al rizoma del banano. La bacteria *D. dadantii* puede infectar rizomas, tallos y hojas de la planta de banano, causando principalmente daños localizados. Luego de que la infección ha sucedido, la bacteria utiliza el xilema de la planta para trasladarse por el interior de la planta. Este traslado de la infección por la planta causa marchitez en la misma. La bacteria tiene una peculiaridad muy importante, puede ser transmitida de una forma virulenta dependiendo del medio ambiente. Cuando la bacteria presenta una infección de tipo virulento, estas pueden llegar a ingresar por medio de los hidátodos o heridas con la asistencia de jasmonates. Normalmente la bacteria es diseminada a otras plantas por medio de material vegetativo previamente infectado, malas prácticas culturales o insectos infestados. Dentro de la planta *D. dadantii* produce pectinasas lo que destruye la pared celular. Una vez que la bacteria se encuentra dentro de la célula, esta realiza un proceso de fermentación con la glucosa. La bacteria necesita de factores adicionales para que pueda ocurrir esta infección, los factores deben ser: celulasas, asimilación de hierro, gran motilidad y de proteínas resistentes a los mecanismos de defensa de la

planta. El factor ambiental es importante para la multiplicación de las bacterias, se necesitan temperaturas y humedad relativa alta para la multiplicación de la bacteria dentro de la planta.

### Descripción morfológica

La bacteria es conocida desde el 2005 como *Dickeya dandatii*, comúnmente se la conocía con el nombre de *Erwinia chrysanthemi*. Se reconoce al grupo de las Eubacterias y a la familia de las Enterobacterias. La bacteria es gran negativa, tiene forma de bacilo y son consideradas anaerobias facultativas. La bacteria se caracteriza por tener una gran movilidad, su apariencia de bacilo se parece a una celda recta con extremos redondeados. Las bacterias se distribuyen en un rango de 0.8 a 3.2  $\mu\text{m}$  por 0.5 a 0.8  $\mu\text{m}$ . Su gran movilidad está dada ya que las bacterias están recubiertas de numerosos flagelos. Se alimenta y se multiplica dentro de las células de la planta, por medio de pectinas rompe la pared celular de la planta aprovechando los nutrientes de su interior. La enfermedad se ha identificado que puede llegar a atacar a más de 50 familias de plantas. Se ha considerado su organización a partir de biovares.



Figura 12. Desarrollo de pudrición acuosa en plantilla.

### Daños y síntomas

La enfermedad se presenta en sus primeros estadios como una quemazón que empieza en los bordes de las hojas más viejas (Hojas bajas) hasta cubrir todas las hojas de la planta. La enfermedad vuelve las hojas de las plantas de un color amarillo. Los pseudotallos de la planta empiezan al mismo tiempo a presentar manchas acuosas y translúcidas de color amarillento. Estas manchas cuando la enfermedad va progresando en la planta toman un color rojizo/castaño. Los pseudotallos debido a la descomposición que estos están siendo sometidos empiezan a emanar un líquido cristalino con un olor característico (olor repugnante). (DANE 2016).

Los daños y síntomas de la bacteria se pueden ver con una mayor intensidad si la bacteria se encuentra en condiciones ambientales que favorecen su multiplicación. La bacteria puede sobrevivir en un amplio rango de temperatura (5-37 °C). La bacteria se ve favorecida por periodos largos de sequía que son interrumpidos por fuertes lluvias. La nutrición de la planta es esencial para reducir la incidencia de la bacteria en la planta. Deficiencias nutricionales, especialmente por bajas concentraciones y disponibilidad de potasio y boro hace que los daños de la planta se incrementen. (DANE 2016)

**Hoja.** La bacteria empieza a mostrar los primeros síntomas de daño en la planta en las hojas adultas de la planta, usualmente las hojas adultas de la planta son las hojas bajas. Al ser atacada estas hojas, la planta pierde gran parte de su capacidad fotosintética lo que hace que la planta tenga una reducción significativa en la producción de energía. Los daños en las hojas se presentan en primera instancia en la inserción del peciolo con la hoja, los daños empiezan en los bordes de las hojas y avanzan hasta la base del peciolo, en esta zona se produce una pudrición húmeda generalizada de la zona. Esta pudrición genera un amarillamiento generalizado de la hoja y su futura caída de la planta. (Garrido 2011)

**Pseudotallo.** Se conoce que es la parte de la planta que mayor daño sufre por medio de la enfermedad. Los síntomas de la enfermedad pueden de presentarse en el pseudotallo en cualquier estado de la planta. La enfermedad empieza por manchas en focos específicos del pseudotallo, estas manchas son de color amarillento y translucidas en primera instancia. A medida la enfermedad aumenta a niveles críticos. Las manchas ya empiezan a encontrarse en todo el pseudotallo, ahora tienen una coloración rojiza/castaño con una consistencia acuosa. Estas manchas tienden a encontrarse a 1 metro de la superficie del suelo. Es importante destacar que los primeros ataques a la planta se presentan en las vainas más externas y la enfermedad va avanzando hasta las vainas internas, lo que va a causar una ruptura o doblamiento del pseudotallo. (Garrido 2011).



Figura 13. Síntoma avanzado de pudrición acuosa en pseudotallo (Alarcón 2012)

**Cormo e Hijuelos.** La enfermedad va avanzando desde la parte exterior del pseudotallo hasta el interior del mismo. Al mismo tiempo que la enfermedad está ingresando hacia el medio del pseudotallo, se produce una acción similar, pero del centro hacia abajo. La enfermedad se detiene en el rizoma de la planta, pero si le permite a esta la producción de hijos. En el rizoma muchas veces se pueden observar zonas necróticas húmedas. Los hijos pudiesen llegar a presentar síntomas de la enfermedad. Los hijos no se desarrollan de forma normal. Los hijos pudiesen llegar a presentar: enanismo, amarillamiento de vainas y hojas y una pobre germinación. (Garrido 2011)

**Inflorescencia, raquis y fruto.** Las plantas que presentan la enfermedad en la mayoría de casos no llegan a producir un racimo comercial. Debido a que los daños en las hojas como en el pseudotallo no permite que se desarrolle correctamente el racimo. La pudrición se llega a presentar en las flores y frutos dentro de la primera semana de aparición de manos. En frutos desarrollados, se presentan manchas acuosas brillantes. Estas manchas parecen estrías de color amarillento. Producen racimos de un menor tamaño y que los dedos tengan un mal llenado. Esto hace que la calibración de los dedos a cosecha, no llegue en relación a las semanas que se puede cosechar. En algunos casos se llega a cosechar el racimo, pero no se aprovechan todas las manos del racimo (Garrido 2011).



Figura 14. Perdida de racimos productivos (Alarcón 2012)

### Aspectos epidemiológicos

La enfermedad se la considera de naturaleza endémica, es por este motivo de que se la puede encontrar en cualquier parte del mundo en donde se cultive musáceas (Belalcázar et. al 1998). Es una bacteria que se puede desarrollar y mantenerse en amplio rango de temperaturas. La temperatura mínima es de 5 °C, la temperatura optima es de 22 °C y su rango máximo de temperatura es de 37 °C. La bacteria penetra en la planta por media de heridas naturales o heridas realizadas por malas prácticas agrícolas. Se conoce que las bacterias pueden llegar a penetrar en



algunas ocasiones por medio de las lenticelas. Una característica importante de esta bacteria es que puede permanecer latente dentro del hospedero, hasta que encuentre las condiciones favorables para su multiplicación y desarrollo. *Dickeya sp.* puede llegar a sobrevivir en varios lugares fuera de la planta. Puede sobrevivir en pseudopociolos en descomposición que quedan añadidos al tallo, esto puede provocarse por una mala práctica cultural. También llega a sobrevivir en pseudotallos en pie, inclusive hasta en los estigmas de las flores donde pueden ser transportados por insectos. (DANE 2016)

Es importante recalcar que altas temperaturas y elevada humedad relativa disminuye el periodo de supervivencia de la bacteria en el suelo (27 °C y 100% HR).

Según Belalcázar (1991), la principal causa de la enfermedad es el desequilibrio nutricional especialmente en potasio y boro. (Belalcázar et. al 1998). La condición de estrés por motivos de periodos largos de sequía y fuertes lluvias pueden ser la condición más importante para la infección de la planta.

### Dispersión

Existen diversas causas de dispersión de la bacteria. La mayor causa de dispersión de la bacteria a nuevas plantaciones bananeras es la semilla infectada y las malas prácticas agrícolas. El agricultor es el principal diseminador de la bacteria al no realizar las prácticas culturales de una forma correcta. Las heridas causadas por herramientas al momento de deshierbar o no destroncar inmediatamente después de cosechar pueden hacer que la bacteria entre con mayor facilidad a la planta. Se considera que la alta incidencia del picudo rayado (*Metamasius hemipterus*) incrementa la posibilidad de dispersión en el campo. El picudo rayado no obstante se considera como una plaga secundaria. Los picudos son plaga de cormos y el pseudotallo del banano, es por eso de que su control es tan importante para evitar que la enfermedad entre a la planta de una forma más directa. (Vergara 2015).



Figura 15. Picudo *M. hemipterus* diseminador de la enfermedad (Alarcón)

Al encontrar una planta infectada se debe de proceder a extraerla del campo, ya que si se mantienen esa planta en campo esta tiende a ser un punto de infección crítico. Conservar las plantas en un estado de infección superior y no destroncar después de la cosecha aumenta el ataque de *M. hemipterus*, lo que hace que la enfermedad se disemine con mayor intensidad.

### Métodos de diagnóstico

Para realizar un correcto diagnóstico de la enfermedad se deben de recoger muestras de la planta que se cree que está infectada. Se seleccionan trozos de 1 cm<sup>3</sup>. Los cuáles serán procesados en el laboratorio para su correcta identificación del patógeno. Se pueden realizar muchas pruebas para confirmar la presencia del patógeno. Al estar tratando con una bacteria (*Dickeya dandatii*) podemos realizar pruebas de PCR, para estar seguros de que estamos tratando con la enfermedad. Se puede realizar el mismo procedimiento que se utilizó para la identificación de *Ralstonia solanacearum*.

### Manejo integrado de la enfermedad

El mayor reto para los agricultores siempre será el manejo fitosanitario en las plantaciones. Se deben de usar las mismas técnicas de monitoreo que en la enfermedad de moko bacteriano. Se necesita de realizar el monitoreo de forma permanente, buscando los síntomas previamente señalados. La correcta identificación de los síntomas, al igual que la correcta identificación del patógeno hará que podamos realizar los pasos correctos para la erradicación parcial o completa del patógeno en la plantación.

Lo recomendable para la plantación es tratar de prevenir esta enfermedad, porque se busca evitar que el patógeno entre a la planta y se multiplique. Se pueden realizar diferentes medidas de prevención para que el patógeno no entre a la planta, pero las más importantes pudieran ser al momento de la siembra. Se debe de desinfectar los cormos previos a la siembra, además es recomendable aplicar rizobacterias antes de la siembra (Alarcón 2012). Utilizar semilla convencional sana es la mejor forma de prevenir enfermedades. Se debe de extraer semillas de plantas que sean vigorosas y que no muestren ninguna presencia de pudrición de ningún tipo.

El manejo de la plantación es vital para prevenir enfermedades, las actividades o prácticas culturales que se realizan en la plantación deben ser acompañadas siembre de medidas sanitarias. Se debe de usar herramientas desinfectadas, recomendablemente con yodo agrícola o hipoclorito de sodio al 20%. En caso de que se encuentre zonas que ya están siendo afectadas por la bacteria es recomendable eliminar/extraer esas plantas de la plantación. Es importante de desinfectar las herramientas de trabajo en aquellos focos de infección con soluciones como: Vanodine<sup>®</sup> 5%, Sanivet<sup>®</sup> 5%, formol al 20%. Especialmente durante el tiempo de deshoje fitosanitario en zonas aledañas a los focos, ya que aquí en una práctica cultural que genera heridas en la planta.



Figura 16. Medidas de control fitosanitarias, soluciones desinfectantes (Alarcón 2012)

Se debe evitar que la plantación tenga zonas de exceso de humedad, y contar con un excelente sistema de drenaje. Como se ha mencionado anteriormente, la bacteria tiende a aprovecharse de la deficiencia nutricional de la planta para poder ingresar. Es de vital importancia para el control de la enfermedad de realizar fertilizaciones adecuadas fertilizaciones. Especialmente hay que tener muy en cuenta las deficiencias de potasio y boro en la planta, que se ha mencionado como determinantes importantes en cuanto al nivel de infección de la bacteria.

En el caso de que la enfermedad llegue a niveles críticos en la plantación (Cada nivel crítico depende de los productores) se deben de eliminar esas zonas que presentan la enfermedad. Se debe de eliminar y extraer aquellas plantas que presenten niveles elevados de infección. Antes de realizar esta eliminación/extracción de la planta se debe de inyectar al pseudotallo de la planta una solución de glifosato al 20%. La cantidad de solución de glifosato a aplicar esta directamente proporcional a la altura de la planta. Las mediciones pueden variar de 5 a 50 mL. Luego se debe de cortar la planta y extraerla del lugar, no se debe dejar en el suelo ya que la bacteria puede sobrevivir en el mismo. Luego de la extracción se aplica cal agrícola al suelo y en algunos residuos que pudiesen haber quedado luego de la extracción.

En casos donde la infección no esté en niveles críticos se recomienda tratar de mantener la enfermedad en niveles estables. Con el motivo de poder llegar a cosechar los racimos de algunas plantas, y así no perder tanto económicamente. Se realizan deshojes especializados, dejando mínimo 15 cm de largo. La desinfección total de las herramientas, después de haber realizado una práctica cultural a una planta enferma debe de ser obligatorio.

Como se ha mencionado anteriormente es muy importante el control de los vectores de la enfermedad. Entre los vectores más importantes están los insectos, el picudo. El *Metamasius hemipterus* es un vector de la enfermedad, se debe de tener mucho cuidado en la plantación. Se deben de colocar trampas de picudo en las plantaciones, especialmente en aquellas zonas que han sido afectadas de una mayor manera. Actualmente se ha adoptado una corriente un poco más verde o amigable con el medio ambiente. Entonces se está dejando de aplicar muchos químicos por su gran residualidad en los cultivos. Una muy buena alternativa como controlador biológico es el uso de *Pseudomonas fluorescences* para el control de bacterias en el suelo (Alarcón 2012).

## Sigatoka Negra

La sigatoka negra es la enfermedad que más daño y problemas crea en las plantaciones bananeras a nivel mundial. Se la considera la enfermedad foliar más destructiva que ataca al género *Musa* (Alarcón 2012). La sigatoka negra es una enfermedad que afecta a toda la planta en general, pero esta infecta a la planta por medio de las hojas. En estadios avanzados es una enfermedad que se la puede identificar de forma simple, ya que presenta manchas y rayas necróticas en el envés de la hoja. Esta necrosis hace que las hojas de la planta se sequen de una forma acelerada, generando muerte foliar. Se considera que la enfermedad se la identificó por primera vez en Fiji. La enfermedad fue descubierta por Rhodes en 1963 (Alarcón 2012). La enfermedad desplazó en la zona a la conocida sigatoka amarilla por su rápida destrucción en los cultivos. Este caso poco después se vio reflejado en la mayoría de cultivos bananeros y plataneros en el mundo. Se la conoció por primera vez en Centroamérica en 1972 con el nombre de raya negra. La enfermedad se considera que llegó por primera vez a Sudamérica a mediados de los 1980's. Se encontró por primera vez en Colombia en 1981 (Alarcón 2012). La enfermedad apareció en Ecuador en el año 1987, causando preocupación a la mayoría de productores bananeros y plataneros del país. (Vera, 2011). La enfermedad es generada por el hongo Fito patógeno *Mycosphaerella fijiensis*. La enfermedad en primera instancia se presenta en las hojas. El hongo entra a las hojas por medio de los estomas, introduciendo el tubo germinativo y reproduciéndose en la cavidad subestomática. Este procedimiento lo realiza en muchos de los estomas de las hojas, por lo que afecta a la producción fotosintética de la planta. Este proceso de infección se lo puede observar de una mejor manera en el envés de la hoja.



Figura 17. Medidas de control fitosanitarias, revisión de estado de hoja.

La enfermedad puede llegar a ser devastadora en un cultivo, ya que su rápida dispersión y reproducción puede generar destrucciones totales en un plantío. Si el hongo se encuentra en condiciones ambientales favorables esta puede llegar a reproducirse de una forma favorable, disminuyendo los rendimientos entre un 35 a 50% (Vera 2011). Existen estadios de la infección, por los cuales se estima el nivel crítico de la enfermedad. Generalmente en plantaciones que conviven con la enfermedad se normaliza que las plantas lleguen a cosecha con cinco hojas, con el fin de que la producción y calidad de la fruta no se vea afectada. Las plantas que presentan la enfermedad, en algunas ocasiones pueden llegar a ser cosechadas bajo medidas de control de la enfermedad. En muchos casos las frutas provenientes de plantas enfermas son de baja calidad. Para los productores es un gran problema, ya que esta fruta de baja calidad muchas veces no cumple con los parámetros de calidad de las exportadoras.

## Importancia económica

Se considera que las aplicaciones de fungicidas para el control de sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) es el rubro más alto en la producción de banano (Cherrez *et al.* 2009). Este rubro con el pasar del tiempo se termina volviendo mucho más costoso debido a la mala práctica de químicos para el control de la enfermedad. El patógeno empieza a perder la sensibilidad a los productos químicos debido a la mala rotación de los productos químicos sistémicos. La enfermedad en Ecuador se ve más agresiva al pasar los años, por ende, los productores aplican cada año más producto en las plantaciones debido al mal uso de los fungicidas.

Al hacer mal uso de los fungicidas se crea una inconsistencia en la mortalidad del patógeno. Esta inconsistencia genera de que el patógeno se multiplique y empiece a generar una resistencia a los fungicidas. Desde finales de la década pasada, se empezó a utilizar las recomendaciones del FRAC “Fungicide Resistance Action Committee”. Muchos de los productores de banano actualmente no siguen las recomendaciones del FRAC debido que a corto plazo aumentan los costos de las aplicaciones y los cambios son a largo plazo. Las recomendaciones del FRAC generan que el negocio bananero sea económico, ambiental y socialmente sostenible a medio y largo plazo (Cherrez *et al.* 2009). Igualmente se considera que la correcta fertilización del cultivo es una pieza vital para tener una incidencia menor de la enfermedad. Se ha demostrado de que plantaciones con follajes verdes y plantas vigorosas, tienen una menor incidencia del patógeno.

## Ciclo biológico

Es importante conocer y entender el ciclo de vida del patógeno para poder controlarlo. Las condiciones ambientales influyen en el ciclo biológico del patógeno. En el verano (época seca), es más sencillo manejar la enfermedad. Esto se debe a que la humedad del campo se puede manejar solo con riego, por ende, no existe demasiada humedad en el ambiente. La humedad relativa elevada (85 - 100%) genera que el patógeno se propague dentro de la planta de una forma más rápida. Es por eso que muchas veces los ciclos de aplicación en el invierno (época lluviosa) son mucho más cortos que en verano. Los periodos de incubación de la enfermedad varían según las condiciones ambientales como habíamos mencionado. En época de verano, el periodo de incubación del hongo es de 12.64 - 12.94 días (Aprox. 13 días). Los síntomas de la enfermedad de baja pluviosidad se presentaron de una forma más lenta. En época de invierno, el periodo de incubación puede suceder de una forma más rápida. El periodo de incubación en época de alta pluviosidad puede llegar a estar entre 9.54 - 12.07 días (Aprox. 10 días) (Bornacelly 2009).

Se considera a la sigatoka negra como una enfermedad policíclica. Se la considera policíclica por la capacidad que tiene de reproducirse repetitivamente durante el curso de la epidemia. El ciclo biológico de *Mycosphaerella fijiensis* inicia con la infección de las esporas (ascosporas o conidios) sobre las hojas de las plantas. La germinación y penetración de las esporas a la hoja ocurren cuando hay condiciones ambientales favorables. Las condiciones favorables son: HR 90-100% y

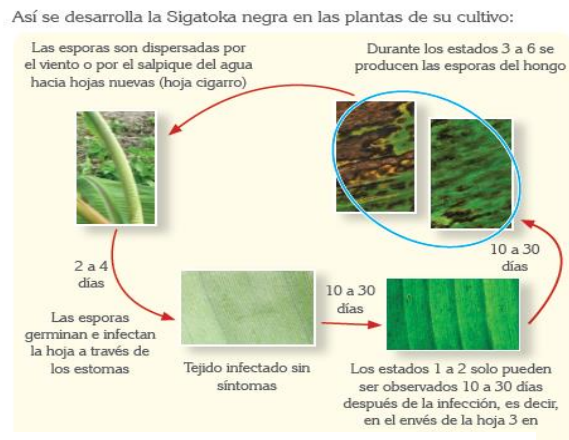


Figura 18. Ciclo patológico (Álvarez 2013).

temperaturas de 26 – 28 °C. El proceso de penetración puede durar de dos a tres días si las condiciones de temperatura, HR y mojadura foliar son las adecuadas (Horta, 2009). En banano, el ciclo biológico del patógeno puede tomar un rango de 23 a 70 días, lo normal es que el ciclo se cumpla de 25-50 días después de la infección. (Bornacelly 2009).

El ciclo biológico del patógeno está estrechamente ligado a las condiciones ambientales, la variabilidad del patógeno, al estado fisiológico y nutrición de la planta. No obstante, la virulencia de *Mycosphaerella fijiensis* y la concentración de esporas es un factor clave para determinar la intensidad de la infección y evaluación de la enfermedad en la planta. (Bornacelly 2009).

### **Descripción morfológica**

Uno de los principales problemas en cuanto al control de la sigatoka negra es el poder identificar al patógeno correcto. *Mycosphaerella fijiensis* presenta en su estructura pseudotecios, espermogomios y ascosporas que son totalmente indiferenciables morfológicamente de los de *M. musicolla* y *M. eumusae*. La gran mayoría de las ascosporas que afectan a las plantas son de forma globosa y con un septo. El tamaño de las ascosporas varía entre 10.8 a 15.5 mm de largo y de 2.6 a 4.8 µm de ancho (Manzo *et al.* 2001). Una diferencia que puede ser característica es que en *M. fijiensis* se produce una mayor cantidad de espermogomios y pseudotecios en las manchas que se producen. Los espermogomios son de forma globosa con paredes de color pardo claras con un tamaño de 23 - 55 µm, poseen un ostiolo que emerge por el estoma. El patógeno es más abundante a encontrarse en la cara inferior que en la superior. Los espermogomios están estrechamente relacionados con la presencia de conidióforos e hifas en la misma zona que se presenta la mancha. Los conidióforos son aquellos que se pueden presentar en los estadios dos y tres de la enfermedad, y en algunos casos en las manchas maduras. Se desarrollan en la cámara subestomática, y emergen a través de la apertura de los estomas en fascículos de dos a cuatro conidióforos (Pérez 2002).

### **Daños y síntomas**

Los daños y síntomas de la sigatoka negra en un comienzo pueden llegar a confundirse con los de sigatoka amarilla. Esto se da especialmente en plantaciones jóvenes, donde al principio las manchas tienden a ser ovales o circulares. En plantaciones adultas los daños y síntomas de la sigatoka negra son inconfundibles. La gran cantidad de manchas y rayas de color café/negro pudiesen cubrir la totalidad del área foliar, estas lesiones que se forman en la hoja son mucho más visibles en el envés que en el haz (Alarcón 2012). Si la infección en la planta es severa, las hojas tienden a oscurecerse, se secan y mueren dentro de tres o cuatro semanas.

La sigatoka negra en el cultivo va pasando diferentes estadios en la planta. Dependiendo del estadio de la enfermedad en la planta, dependerá el grado de infección. Se considera que la sigatoka negra puede presentarse en seis estadios:

**Estadio 1.** Se presenta en primer síntoma visible de la enfermedad. Se presentan pequeñas decoloraciones en las hojas o también se pueden llegar a presentar puntos de color café rojizo (Comúnmente conocido como “pizca”). Los puntos o decoloraciones en las hojas tienen un tamaño menor de 1mm de longitud. Este síntoma aún no se puede observar de una forma concreta en la hoja, no es visible al trasluz. Este síntoma solo se puede observar en el envés de la hoja.



Figura 19. Estadio 1 y 2 de la enfermedad.

**Estadio 2.** Las llamadas “pizcas” aumentan en tamaño en sentido longitudinal. Este crecimiento se puede observar de forma paralela a las venas de la hoja. Se forman estrías de 2 a 3 mm de longitud, con un color café rojizo. Se pueden observar primero en el envés de la hoja y luego en el haz de la misma.

**Estadio 3.** Se pueden observar que las estrías o rayas del Estadio 2 han aumentado en tamaño. Alcanzando un tamaño mínimo de 5 mm, pudiendo llegar a 2 - 3 cm de longitud. Ocurre un cambio en la coloración de las estrías o rayas, conservando el color rojizo en el envés de la hoja. En el haz de la hoja las estrías pasan de una coloración rojiza a un color negro.



Figura 20. Estadio 3 de la enfermedad.

**Estadio 4.** Es un estadio muy característico de la enfermedad en el cual se presentan manchas elípticas u ovals en las hojas. Estas manchas tienen una coloración café por el envés y negro por el haz.



Figura 21. Estadio 4 de la enfermedad.

**Estadio 5.** Las manchas se vuelven todas de una misma coloración. Las manchas se vuelven de color negro en el envés como en el haz de la hoja. Ocurre un síntoma característico de estadios avanzados de la enfermedad en la planta. Las manchas que se encuentran en la hoja aparecen rodeadas por un halo amarillo. Estas mismas manchas presentan una especie de “depresión” en el centro del tejido afectado.

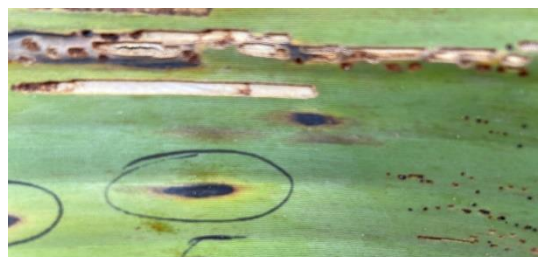


Figura 22. Estadio 5 de la enfermedad.

**Estadio 6.** Es el último estadio de la enfermedad, con el cual podemos considerar que la planta ya no es productiva. La mancha se encuentra totalmente desarrollada, el área central del tejido afectado es gris con un borde de color café oscuro o negro. Además, aparece un halo de color amarillo brillante alrededor de la lesión en la hoja. La hoja tiende a morir en este estadio, pero la mancha persiste y el anillo oscuro que rodea la mancha también se mantiene definido en la hoja.



Figura 23. Estadio 6 de la enfermedad.

La sigatoka negra ataca aquellas hojas en donde se producen una gran cantidad de manchas que se agrupan para convertirse en una gran mancha negra. Estas manchas causan necrosis y muerte en toda el área foliar. La muerte foliar disminuye la capacidad fotosintética de la planta afectando el crecimiento y productividad normal de la misma. Esta reducción fotosintética de la planta causa la maduración prematura de los racimos lo que causa la mayor pérdida ligada a la enfermedad (Bornacelly 2009).

### **Aspectos epidemiológicos**

El ciclo de vida del patógeno inicia con la germinación de las esporas en la hoja. Es importante recalcar que estas esporas han sido liberadas por el hongo *Mycosphaerella fijiensis* y se han diseminado en el ambiente por medio de acción del agua y del viento. Un factor indispensable para la germinación y la penetración de las esporas es el agua. La germinación de las esporas cuando entran en contacto con la hoja y el agua es casi inmediata (dos horas). La germinación de las esporas da paso a que los tubos germinativos busquen los estomas de las hojas, para empezar el proceso de penetración. Los tubos germinativos se alargan y se ramifican para empezar la penetración en menos de una semana. El crecimiento ideal del hongo ocurre en un rango promedio de 25 – 28 °C (Alarcón 2012). El periodo de incubación del hongo varía según las condiciones ambientales en las cuales se encuentra el cultivo, un rango estimado en condiciones óptimas para el hongo es de 17 días en banano y 29 en plátano. A partir de los 28 días de la infección, se desarrollan los conidios. Estos conidios se forman sobre las lesiones en la hoja, muchas veces estas lesiones se presentan en forma de estrías. El ciclo de la enfermedad termina cuando el hongo libera las primeras ascosporas, normalmente se presenta a los 49 días después de la infección. Las hojas de banano solo pueden llegar a ser afectadas por la enfermedad solo cuando estas se encuentran verdes, pero las esporas se pueden llegar a generar durante meses en las hojas muertas y secas que se encuentran en el suelo. (Alarcón 2012). La enfermedad tiende a presentarse en cualquier parte del mundo donde exista el cultivo de banano o plátano. Se la considera “destructiva” en aquellas zonas con variedades susceptibles, en regiones cálidas y de gran humedad.

En zonas con condiciones ambientales favorables y altitud menor a 500 m.s.n.m la enfermedad se desarrolla de una manera exponencial. En cuanto se va aumentando la altitud, se ve reflejado una disminución en la temperatura. En zonas de mayor altitud el ciclo de vida del patógeno se alarga, los síntomas aparecen en hojas más bajas o viejas y las severidad o daño de la enfermedad se ve reducida.

### **Dispersión**

La diseminación de la sigatoka negra en campo va a depender de múltiples factores. Los factores más importantes en campo son:

**Viento.** Es el principal factor de diseminación de la enfermedad. Ya que el viento permite que las esporas de la sigatoka negra se esparzan por el aire. Las esporas son depositadas en las hojas más jóvenes de la planta. Si las condiciones ambientales son favorables para el hongo este comienza el proceso de infección, penetrando los estomas de la planta. En este caso se produce el primer síntoma característico de la enfermedad, se producen las “pizcas” en la hoja. Estas pizcas dan paso a lo que es la mancha necrótica.



**Lluvia.** La lluvia en si no es un factor tan importante en cuanto a la diseminación de la enfermedad. Pero esta juega un papel de suma importancia en cuanto a la liberación del inóculo. La precipitación puede generar condiciones favorables para que el hongo pueda reproducirse. Las condiciones de humedad favorecen al desarrollo de las infecciones. Es por este motivo que existe una época de baja incidencia de la enfermedad y otra de alta incidencia de la enfermedad.

**Actividad Humana.** La actividad humana es uno de los factores en los cuales no se toma la debida precaución que amerita. Es necesario mencionarlo en cuanto a la dispersión de la enfermedad, ya que es un factor determinante en la infección del patógeno. Las actividades culturales realizadas en el plantío deben de realizarse en base a normas fitosanitarias previamente establecidas. Prácticas culturales que no se encuentren bajo las normas fitosanitarias pueden generar la dispersión de la enfermedad de zonas críticas a toda la plantación. Es por eso que se debe de tomar muy en cuenta la actividad humana como un factor determinante para la dispersión de la enfermedad.

### **Métodos de diagnóstico**

Para el correcto control de la sigatoka negra se debe de realizar un correcto diagnóstico sobre la presencia y severidad de la enfermedad en el cultivo. Se deben de realizar procedimientos necesarios para identificar el patógeno.

**Monitoreo del patógeno.** Se considera que el primer paso para realizar un correcto monitoreo de una zona es delimitar la zona que se quiere muestrear para saber si existe el patógeno. Se recomienda de hacer una delimitación georreferenciada de la zona en la cual se va a realizar el monitoreo. El tamaño de la muestra para la futura evaluación de la sigatoka negra debe de ser aproximadamente de 10 plantas/finca (Este valor dependerá mucho de cuánto tiempo y dinero quiere emplear en el muestreo). Se debe de colocar una marca característica en las plantas a realizar el muestreo, muchas veces se utilizan cintas para diferenciar las plantas en estado vegetativo que se van a muestrear. El muestreo se debe de realizar en plantas en estado vegetativo, debido a que las plantas que ya se encuentran en estado productivo ya no producen hojas. En caso de que una de las plantas que se escogió para realizar los muestreos pase a la fase productiva, se procede a escoger una nueva planta. Se recomienda que las evaluaciones de incidencia y severidad se hagan cada semana o cada dos semanas (Álvarez 2013).



Figura 24. Monitoreo de la enfermedad en la plantación.

### **Manejo integrado de la enfermedad**

La sigatoka negra debe de ser controlada en el plantío de una manera eficaz y eficiente. Se debe de controlar mediante un manejo integrado de la enfermedad (MIE). El MIE es un mecanismo por el cual los productores pueden generar soluciones efectivas, seguras y sostenibles para sus plantaciones. El éxito de esta técnica está en el empleo de varias prácticas diferentes de forma

simultánea. Se debe buscar que estas prácticas sean basadas en principios ecológicos, económicos y técnicos. Los principales métodos de control de la enfermedad se pueden clasificar como:

### **Control Cultural**

El control cultural es la técnica por la cual tratamos de reducir el inoculo del patógeno y mejorar las condiciones de la planta de banano, con la finalidad de minimizar el impacto que pudiese generar la sigatoka negra en el cultivo.

Se debe de buscar siempre la utilización de material de siembra que sea certificado o en últimas instancias que se encuentre sano. Para evitar de que las plantas empiecen su ciclo de vida con el patógeno presente, esto generara un mayor crecimiento en la planta. Como se ha comentado anteriormente, el agua es un factor clave para la evolución del cultivo en la plantación. Es por eso que se deben de construir drenajes para evitar así la saturación del suelo. Es importante para la planta estar correctamente nutrida, para así poder resistir de una mejor manera la infección. Es por eso que se recomienda realizar fertilizaciones que aporten a la planta con minerales esenciales para el crecimiento. Se recomienda realizar fertilizaciones especialmente de Fósforo (P), Potasio (K) y Calcio (Ca). Igualmente, esta aplicación de fertilizante se debe de acompañar de la aplicación de materia orgánica (MO) que se puede obtener en base a los raquis del banano y a biofertilizantes (Alvarez 2013).



Figura 25. Deshoje y despunte usando un podón.

**Despunte.** Es una práctica por la cual se procede a eliminar parte de la hoja afectada, con la finalidad de tratar de no cortar en su totalidad la hoja. Se realiza en caso de que la infección muestre síntomas en la parte apical de la hoja, pero en el resto de ella no muestre síntomas. Muchas veces este daño es complicado de observar en hojas jóvenes, es ahí donde los síntomas son prematuros o difíciles de observar. En este caso se lo conoce como despunte temprano o poda.

**Cirugía.** Es una práctica un poco más compleja de realizar que el despunte, ya que en esta práctica involucra mucha técnica por parte del trabajador. Se trata de localizar en la hoja el punto que mayor nivel de infección presente, y se procede a extraer esa parte de la hoja. Es una práctica que requiere mucho criterio de parte del trabajador, porque una incorrecta eliminación de la zona infectada puede generar que la infección siga aumentando de una manera exponencial.

**Deshoje.** El deshoje consiste en la eliminación total de la hoja. Se recomienda realizar si la hoja está afectada en su totalidad o en más del 50% (Alvarez 2013). En situaciones de alta severidad de la sigatoka en la plantación es lo más recomendable. Ya que dejar que la hoja siga en la planta, generara una mayor infección a la planta y a las demás plantas. Es un problema grave para la producción de banano. Ya que al eliminar una o unas hojas de la planta, la misma pierde capacidad fotosintética. Esta pérdida fotosintética genera que los frutos no alcancen el tamaño o peso necesario para la comercialización.

## Control Químico

Es la técnica más utilizada en la actualidad, este debe de ser sustentado en los lineamientos que plantea el comité de acción contra la resistencia de funguicidas. El control químico siempre debe de estar sustentado en algún protocolo técnico. La implementación de un control químico consiste en la rotación de ingredientes activos para evitar resistencia del patógeno (Alarcón 2012). La aplicación de los funguicidas químicos puede disminuir el daño ocasionado por la sigatoka negra, pero el uso de los mismos debe de ser regulado y supervisado. Se recomienda aplicar el funguicida

cuando existen altas presiones del inoculo en la plantación, además cuando las condiciones favorezcan la multiplicación del individuo (var. susceptibles, época de lluviosa y de temperaturas  $> 23$  °C). Se recomienda mucho a los productores a realizar prácticas culturales previas a la aplicación del funguicida. Las prácticas recomendadas pueden ser: deshoje o cirugía. Es muy importante intercalar el modo de acción de los funguicidas para evitar la resistencia del hongo a cualquier tipo de funguicida (Sistémico-Contacto-Sistémico). El uso de aditivos dispersantes y coadyuvantes incrementa la efectividad de la aplicación. Se recomienda hacer las aplicaciones en la mañana. Dependiendo del método de aplicación (terrestre o aéreo) se recomienda revisar las condiciones meteorológicas previas a la fumigación (Alvarez 2013).



Figura 26. Aplicación de productos químicos en plantilla.

## Literatura Citada

- Alarcón JJ, Jiménez Y. 2012. Manejo fitosanitario del cultivo del plátano: Medidas para temporada invernal. Bogotá: Instituto Colombiano Agropecuario; [consultado el 26 de julio de 2020]. [http://www.fao.org/fileadmin/templates/banana/documents/Docs\\_Resources\\_2015/TR4/cartilla-platano-ICA-final-BAJA.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/banana/documents/Docs_Resources_2015/TR4/cartilla-platano-ICA-final-BAJA.pdf).
- Álvarez E, Pantoja A, Gañán L, Ceballos G. 2013. La sigatoka negra en plátano y banano: Guía para el reconocimiento y manejo de la enfermedad, aplicado a la agricultura familiar. n.p.: Centro Internacional de Agricultura Tropical; [consultado el 26 de julio de 2020]. <http://www.fao.org/3/as089s/as089s.pdf>.
- Belalcázar S, Giraldo M, Cayón D. 1998. Manejo de Plantaciones: Seminario internacional sobre producción de plátano. Quindío: n.p.; [consultado el 26 de julio de 2020] <https://1library.co/document/z1d1ekez-memorias-seminario-internacional-produccion-seminario-internacional-produccion-platano.ht>.
- Bornacelly HdR. 2009. Estudio del ciclo de vida de *Mycosphaerella Fijiensis* en tres clones de banano (Musa AAA) en tres regiones de la zona bananera del [Tesis]. Palmira: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias. 70 p; [consultado el 26 de julio de 2020]. <http://www.bdigital.unal.edu.co/716/1/8006001.2009.pdf>.
- Chérrez J, Frías G, Yagual M. 2009. Análisis del control de la sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en el cultivo de banano [Tesis]. Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral, Facultad de Ciencias Humanísticas y Económicas. 45 p; [consultado el 24 de julio de 2020]. <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/5263/1/D-38649.pdf>.
- [DANE] Departamento Administrativo Nacional de Estadística. 2016. Boletín mensual: Insumos y Factores Asociados a la producción agropecuaria: Enfermedades y plagas del plátano (*Musa paradisiaca*) y el banano (*Musa acuminata*; *M. sapientum*) en Colombia. 51st ed. Colombia: Departamento Administrativo Nacional de Estadística; [consultado el 12 de julio de 2020]. [https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/Bol\\_Insumos\\_sep\\_2016.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/Bol_Insumos_sep_2016.pdf).
- [FAO] Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2016. Todo sobre los bananos: lo que debería saber acerca de esta fruta tropical: Descubra 11 datos interesantes sobre uno de los alimentos favoritos del mundo. n.p.: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación; [consultado el 08 de julio de 2020]. <http://www.fao.org/zhc/detail-events/es/c/447827/>.
- [FAO] Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2020. Análisis del mercado del banano: Resultados preliminares 2019. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación; [consultado el 08 de julio de 2020]. <http://www.fao.org/3/ca7567es/CA7567ES.pdf>.
- Gabriel J, Ortuño N, Vera M, Castro C. 2017. Manual para evaluación de daños de enfermedades en cultivos agrícolas. Jipijapa: COMPÁS; [consultado el 12 de julio de 2020].

[https://www.researchgate.net/publication/317356316\\_Manual\\_para\\_evaluacion\\_de\\_danos\\_de\\_enfermedades\\_en\\_cultivos\\_agricolas](https://www.researchgate.net/publication/317356316_Manual_para_evaluacion_de_danos_de_enfermedades_en_cultivos_agricolas).

- Garrido M. 2011. Síntomas causados por *Erwinia sp* en el cultivo de banano orgánico en Piura y Tumbes. Tumbes: Universidad Nacional de Tumbes; [consultado el 11 de julio de 2020]. <https://es.scribd.com/doc/52108737/Sintomas-causados-por-Erwinia-sp-en-el-cultivo-de-banano-organico-en-Piura-y-Tumbes>.
- Gómez EA, Álvarez E, Llano G. 2004. Identificación y caracterización de cepas de *Ralstonia solanacearum* raza 2 agente causante del moko de plátano en Colombia. 2nd ed. n.d: Centro Internacional de Agricultura Tropical; [consultado el 11 de julio de 2020]. [http://ciat-library.ciat.cgiar.org/articulos\\_ciat/cepas\\_ralstonia\\_Moko%20\\_2.pdf](http://ciat-library.ciat.cgiar.org/articulos_ciat/cepas_ralstonia_Moko%20_2.pdf).
- Grenier A, Duport G, Pagés S, Condemine G, Rahbé Y. 2006. The phytopathogen *Dickeya dadantii* (*Erwinia chrysanthemi* 3937) is a pathogen of the *Pea Aphid*. 3rd ed. Francia: American Society for Microbiology; [consultado el 11 de julio de 2020]. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1393189/pdf/2364-05.pdf>.
- [ICA] Instituto Colombiano Agropecuario. 2016. Vigilancia de plagas de control oficial: Vigilancia fitosanitaria *Fusarium oxysporum f.sp. cubense* raza 4 tropical (Foc R4T) en Colombia. [Boletín Informativo]. Colombia: Instituto Colombiano Agropecuario; [consultado el 12 de julio de 2020]. [https://www.ica.gov.co/areas/agricola/servicios/epidemiologia-agricola/fusarium-raza-4-tropical/material\\_divulgativo/boletin\\_informativofocr4t\\_-2016.aspx](https://www.ica.gov.co/areas/agricola/servicios/epidemiologia-agricola/fusarium-raza-4-tropical/material_divulgativo/boletin_informativofocr4t_-2016.aspx).
- Juca OM. 2015. Estudio de los eslabones que conforman la cadena de valor del banano en la provincia del Oro [Tesis]. Machala: Universidad Técnica de Machala, Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias; [consultado el 12 de julio de 2020]. [http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/2960/1/CD00010\\_EXAMENCOMPLEXIVO.pdf](http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/2960/1/CD00010_EXAMENCOMPLEXIVO.pdf).
- Manzano A. 2013. Identificación de los causales de enfermedades bacterianas en banano (*Musa AAA*) en zonas productoras seleccionadas del Ecuador [Tesis]. Guayaquil: Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Agrarias; [consultado el 12 de julio de 2020]. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/3296/1/Tesis%20Alvaro%20Manzano%20Bacterias%20Banano.pdf>.
- Manzo G, Orosco M, Guzmán S. 2001. Caracterización morfológica de *Mycosphaerella fijiensis* Morelet de la región pacífico-centro de México y su desarrollo en medios líquidos. 1st ed. Texcoco: Revista Mexicana de Fitopatología; [consultado el 08 de julio de 2020]. <https://www.redalyc.org/pdf/612/61219109.pdf>.
- Naranjo E, Martínez Y. 2013. Avances en el diagnóstico de la marchitez bacteriana (*Ralstonia solanacearum*): situación actual y perspectivas en Cuba. Cuba: Revista Protección Vegetal. 11 p; [consultado el 08 de sept. de 2020]. <http://scielo.sld.cu/pdf/rpv/v28n3/rpv01313.pdf>.
- Pérez L. 2002. Morfología de las especies de *Mycosphaerella* asociadas a manchas de las hojas en *Musa spp*. 2nd ed. La Habana: Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal; [consultado el 09 de julio de 2020]. <https://www.redalyc.org/pdf/2091/209118291001.pdf>.

- Quintero C, Delgado LE, Arévalo E. 2018. Conozca los procedimientos de bioseguridad en las áreas de producción de banano, plátano y heliconias. Colombia: Instituto Colombiano Agropecuario; [consultado el 09 de julio de 2020]. [https://www.ica.gov.co/areas/agricola/servicios/epidemiologia-agricola/fusarium-raza-4-tropical/material\\_divulgativo/03\\_cartilla-bioseguridad-r4t.aspx](https://www.ica.gov.co/areas/agricola/servicios/epidemiologia-agricola/fusarium-raza-4-tropical/material_divulgativo/03_cartilla-bioseguridad-r4t.aspx).
- [SENASICA] Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. 2019. Moko del plátano: *Ralstonia solanacearum* raza 2 Smith. Colombia: Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria; [consultado el 09 de julio de 2020]. <https://prod.senasica.gob.mx/SIRVEF/ContenidoPublico/Avisos%20y%20alertas/Avisos%20publicos/Aviso%20p%C3%BAblico%20Moko%20del%20pl%C3%A1tano.pdf>.
- Sierra LE. 1993. El Cultivo de Banano: Producción y Comercio. Medellín: Editorial Gráficas Olímpica. ISBN: 9589553702.
- Torres C, Casas M, Díaz JE. 2014. Manejo de *Ralstonia solanacearum* raza 2 a través de productos químicos y biológicos. Colombia; [consultado el 09 de julio de 2020]. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1692-17982013000200009](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-17982013000200009).
- Tumbaco JW. 2011. Evaluación del efecto sobre la sigatoka negra, en hojas separadas de banano, Cavendish (variedad Williams), del extracto de *Melaleuca alternifolia* en 3 zonas del litoral ecuatoriano [Tesis]. Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral, Facultad de Ingeniería en mecánica y Ciencias de la Producción. 98 p; [consultado el 09 de julio de 2020]. <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/15974/3/Tesis%20Jorge%20Tumbaco.pdf>.
- Varela A, Ron S. 2018. Geografía y clima del Ecuador: Región costa o litoral. Ecuador: Pontificia Universidad Católica del Ecuador; [consultado el 09 de julio de 2020]. <https://bioweb.bio/faunaweb/amphibiaweb/GeografiaClima/>.
- Vergara EA. 2015. Evaluación de dosis de insecticidas y tipos de trampas en el manejo de picudos (*Cosmopolites sordidus* y *Metamasius hemipterus*), en el cultivo de banano (*Musa* AAA), en la zona de Babahoyo [Tesis]. Guayaquil: Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias para el Desarrollo. 86 p; [consultado el 12 de julio de 2020]. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/19838/1/TESIS%20DE%20PICUDOS%20DEL%20BANANO.pdf>.
- [WRM] World Rainforest Movement. 2004. Plantaciones bananeras en américa Latina. Montevideo: World Rainforest Movement; [consultado el 12 de julio de 2020]. <https://wrm.org.uy/es/articulos-del-boletin-wrm/seccion2/plantaciones-bananeras-en-america-latina/>.
- Zhang J, Shen H, Lin B, Xiaoming P, Hu J. 2014. Identification of *Dickeya zae* as a causal agent of bacterial soft rot in banana in China. China: International Cooperation Projects of Science and Technology of Guangdong Province; [consultado el 12 de julio de 2020]. <https://apsjournals.apsnet.org/doi/pdf/10.1094/PDIS-07-13-0711-RE>.

## ANEXOS

### Anexo 1. Protocolo de acción contra sigatoka negra

#### Protocolo de acción contra sigatoka negra

##### Materiales

- Tablero
- Podón
- Hoja de Evaluación
- Calculadora
- Franela (Limpiar hojas y evaluar estadios)

##### Métodos de Evaluación de Infección

Es muy probable que se encuentren muchos métodos para la evaluación de la infección, pero los más utilizados en la actualidad son:

- Pre-aviso Biológico
- Stover

##### Método de Pre-aviso Biológico

Es un sistema por el cual podemos detectar al hongo en sus primeros estadios, este método lo podemos utilizar cuando observamos los primeros síntomas. Este es el indicador que nos enseña cual es el momento adecuado para realizar una fumigación aérea y la frecuencia con la que debemos realizarla.

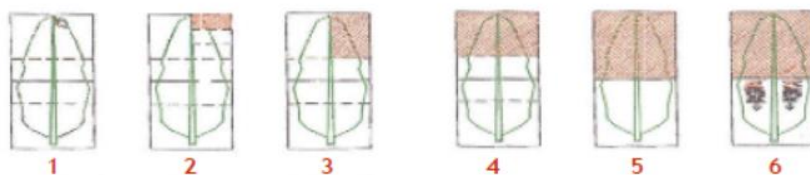
Se evalúa mediante:

- **Tamaño de la planta:** En una planta de 2 a 3 metros de altura, observamos las lesiones que puedan existir en la 3ra y 4ta hoja, anotamos en la hoja de evaluación cualquier lesión presente.
- **Tamaño de la muestra:** Con el podón se procede a cortar un pedazo de la hoja (40 a 50 cm). Observamos la hoja y el lado derecho hasta la nervadura central por el envés de la hoja.
- **Procedimiento de calcular:** Se anota el número de estadio mayor, tanto de la 3ra y 4ta hoja. El procedimiento se puede observar de una mejor manera en el Anexo “Banole protege...”

Las evaluaciones se deben de realizar de una forma periódica (semanales o quincenales). Para el control de la sigatoka negra se debe de entender que existen dos niveles de daños. Existe el daño

## Continuación Anexo 1

asexual y sexual, los estadios 1-3 son de tipo asexual, es aquí donde se debe de controlar a enfermedad.



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 15% del área foliar enferma
4	De 16 a 33% del área foliar enferma
5	De 34 a 50% del área foliar enferma
6	Más de 50% del área foliar enferma

Figura 1. Escala de Evaluación de la Sigatoka Negra en Banano (Gabriel et. al 2017)

### Control de la Enfermedad

Se deben de realizar las labores culturales de una forma complementaria a la aplicación de productos químicos.

- Deshoje normal (corte de hojas dobladas)
- Deshoje fitosanitario (cirugía y despunte)
- Corte de hijo de agua
- Deschante
- Control de malezas manual (chapia) y químico.

Cada situación es diferente, dependiendo de en qué estadio se encuentre el hongo en la planta. Pero usualmente se recomienda usar productos cuyos ingredientes activos sean:

- Mancozeb<sup>®</sup>
- Pyrimethanil<sup>®</sup>

La dosis recomendada depende del nivel de severidad de la enfermedad y de las condiciones en las que se encuentre el cultivo. Es recomendable usar algún tipo de aceite agrícola para hacer que el producto químico permanezca más tiempo en la hoja.

### Literatura Citada

Gabriel J, Ortuño N, Vera M, Castro C. 2017. Manual para evaluación de daños de enfermedades en cultivos agrícolas. Jipijapa: COMPÁS; [consultado el 12 de julio de 2020]. [https://www.researchgate.net/publication/317356316\\_Manual\\_para\\_evaluacion\\_de\\_danos\\_de\\_enfermedades\\_en\\_cultivos\\_agricolas](https://www.researchgate.net/publication/317356316_Manual_para_evaluacion_de_danos_de_enfermedades_en_cultivos_agricolas)



## **Anexo 2. Protocolo de acción contra bacteriosis**

### **Protocolo de acción contra bacteriosis**

#### **Materiales**

- Tablero
- Machete
- Hoja de Evaluación
- Calculadora
- Franela (Limpiar machete y evaluar estadios)

#### **Métodos de Evaluación de Infección**

Es muy probable que se encuentren muchos métodos para la evaluación de la infección, pero el más utilizados en la actualidad es:

- Pre-aviso Biológico

#### **Método de Pre-aviso Biológico**

Es un sistema por el cual podemos detectar bacterias en sus primeros estadios, este método lo podemos utilizar cuando observamos los primeros síntomas. Este es el indicador que nos enseña cual es el momento adecuado para realizar las operaciones de control de bacterias en las plantaciones.

Previo a control se debe de realizar una correcta identificación de las plantas enfermas para así poder realizar el control de selección. Para la correcta identificación, seguir los lineamientos que se exponen en el manual fitosanitario.

#### **Control de la Enfermedad**

- Se debe de identificar la presencia de la bacteria en la planta, identificando los síntomas en la planta.
- Se toma un radio de 5m, y se realiza un perímetro de 78 m<sup>2</sup>.
- Esta zona se la dividirá en tres zonas: verde, amarillo y rojo
  - Verde: Zona que no ha sido afectada
  - Amarillo: Zona de seguridad entre zona productiva y zona afectada
  - Rojo: Zona afectada por las bacterias.

Se controla a la enfermedad en la zona roja, ya que es aquí donde se conoce que existe la presencia de la bacteria.

## **Continuación Anexo 2**

- Eliminar las plantas *in situ* de toda la zona roja
- Inyectar los pseudotallos de las plantas eliminadas con una solución de glifosato al 20%.
- La cantidad a inyectar depende de 5 a 50 mL de solución.
- Es importante distribuir la solución por todo el pseudotallo. De esta forma se evita que la planta infecte al suelo.
- Una vez que el pseudotallo se encuentre seco, se debe de picar, sin salpicar ningún residuo fuera de la zona infectada.
- Aplicar en drench en la base de las plantas afectadas y plantas alrededor de lixiviado de raquis de plátano (sin diluir con agua) mezclado con tallos, hojas y flores fragmentados de *Tagetes patula* (Marigold<sup>®</sup>, 20 kg por recipiente de 200 litros) y roca fosfórica (10 kilogramos por recipiente de 55 galones). Luego de recuperar el sitio afectado se puede seguir aplicando en el resto del cultivo con el fin de controlar la entrada del patógeno (Alarcón 2012).

## **Recomendaciones**

- Se debe de evitar extraer el material vegetativo de las zonas afectadas.
- Recomendable dejar una sola entrada a la zona afectada, para que así no exista contaminación a las otras áreas aledañas a la zona roja.
- Utilizar herramientas exclusivas en el foco, evite la entrada de herramientas personales.
- Aplicar al suelo y a la planta microorganismos eficientes (0,5L/Planta)

## **Literatura Citada**

Alarcón JJ. 2012. Manejo fitosanitario del cultivo del plátano: Medidas para temporada invernal. Bogotá: Instituto Colombiano Agropecuario; [consultado el 12 de julio de 2020]. [http://www.fao.org/fileadmin/templates/banana/documents/Docs\\_Resources\\_2015/TR4/cartilla-platano-ICA-final-BAJA.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/banana/documents/Docs_Resources_2015/TR4/cartilla-platano-ICA-final-BAJA.pdf).