



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Componente Practico del Examen de Grado de carácter Complexivo, presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, como requisito previo a la obtención del título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**TEMA:**

*“Ralstonia Solanacearum en el cultivo de plátano en el Ecuador”*

**AUTOR:**

Martin Antonio Sánchez Jorgge

**TUTOR:**

Ing. Agr. Joffre Enrique León Paredes, MBA.

Babahoyo- Los Ríos - Ecuador

2021

## **DEDICATORIA**

A DIOS primeramente por permitirme culminar la Carrera a pesar de la situación actual que estamos pasando, por darme las fuerzas y la perseverancia para lograr lo que me proponga, por los triunfos y los momentos difíciles que me han hecho valorarlo cada día más.

A mis padres por el apoyo continuo que me han dado durante este tiempo y no darme por vencido.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por sus bendiciones de cada día, por no desampararme y mantener a mi familia saludable.

A mis padres por sus apoyos incondicionales, pese a varias situaciones que se han presentado, no dejaron que me dé por vencido.

A mi tutor el Ing. Agr. Joffre León quien me guio y me apoyo en todo lo que necesite para realizar este trabajo.

A todos y cada uno de los ingenieros que con su ayuda y dedicación me han ayudado en mi formación académica a cada uno de ellos que con el pasar de los años se han convertido en amigos y muy pronto colegas.

## RESUMEN

En América Latina se considera a Ecuador, el país donde el cultivo de plátano representa una alta importancia socioeconómica, reportándose 114.272 hectáreas de plátano a nivel nacional, con una producción de 554.212 toneladas cosechadas. Las mayores zonas de producción de este cultivo se concentran en las provincias de Manabí (47.869 has), Los Ríos (10.809 has) y Santo Domingo de los Tsáchilas (10.253 has). *R. solanacearum* es una plaga fitosanitaria que coloniza el tejido del sistema vascular, causando crecimiento retrasado, marchitamiento, bajo rendimiento, generando grandes pérdidas económicas en los cultivos de plátano plantaciones plataneras. En la actualidad ha sido reportada en tres zonas del Ecuador tales como: Sucumbíos, Esmeraldas y Manabí; siendo esta última la más afectada, específicamente en la zona del Porvenir del cantón El Carmen. Existe suficientes conocimientos para manejar los niveles de infección y prevenir la propagación de *R. solanacearum*, aplicando alternativas de control cultural, química, biológica y genética, para evitar una afectación económica del productor platanero. En este trabajo de investigación mediante la técnica de análisis, síntesis y resumen se determinó que *R. solanacearum* es una plaga fitosanitaria que coloniza el tejido del sistema vascular, crecimiento retrasado, marchitamiento, bajo rendimiento, generando grandes pérdidas económicas en los cultivos de plátano. Las variedades de plátanos en Ecuador son susceptibles a la enfermedad del moko, causada por la presencia de la bacteria *R. solanacearum*. La alta variabilidad patogénica, amplio rango de hospederos y fácil diseminación complica el manejo de la enfermedad por lo que es importante prevenir el ingreso del patógeno a las plantaciones plataneras. El control cultural es la mejor alternativa de manejo para *R. solanacearum*, la cual consiste en evitar la diseminación de la enfermedad por medios mecánicos y semilla contaminadas.

**Palabras claves:** Plátano, *R. solanacearum*, bacteria, enfermedad, control

## SUMMARY

In Latin America, Ecuador is considered the country where banana cultivation represents a high socioeconomic importance, reporting 114,272 hectares of bananas nationwide, with a production of 554,212 tons harvested. The largest areas of production of this crop are concentrated in the provinces of Manabí (47,869 has), Los Ríos (10,809 has) and Santo Domingo de los Tsáchilas (10,253 has). *R. solanacearum* is a phytosanitary pest that colonizes the tissue of the vascular system, causing delayed growth, wilting, low yield, generating great economic losses in plantain crops, banana plantations. At present it has been reported in three areas of Ecuador such as: Sucumbíos, Esmeraldas and Manabí; the latter being the most affected, specifically in the Porvenir area of the El Carmen canton. There is enough knowledge to manage the levels of infection and prevent the spread of *R. solanacearum*, applying alternatives of cultural, chemical, biological and genetic control, to avoid an economic impact on the banana producer. In this research work, using the analysis, synthesis and summary technique, it was determined that *R. solanacearum* is a phytosanitary pest that colonizes the tissue of the vascular system, delayed growth, wilting, low yield, generating great economic losses in banana crops. Banana varieties in Ecuador are susceptible to moko disease, caused by the presence of the bacterium *R. solanacearum*. The high pathogenic variability, wide range of hosts and easy dissemination complicates the management of the disease, which is why it is important to prevent the entry of the pathogen into banana plantations. Cultural control is the best management alternative for *R. solanacearum*, which consists in avoiding the spread of the disease by mechanical means and contaminated seed.

**Keywords:** Banana, *R. solanacearum*, bacteria, disease, control.

# ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO 1 .....	3
MARCO METODOLOGICO .....	3
1.1. Definición del tema caso de estudio .....	3
1.2. Planteamiento del problema.....	3
1.3. Justificación .....	3
1.4. Objetivos.....	4
1.4.1. Objetivo general.....	4
1.4.2. Objetivos específicos.....	4
1.5. Fundamentación teórica.....	4
1.5.1. Importancia económica de <i>Ralstonia solanacearum</i> .....	4
1.5.2. Distribución geográfica de <i>R. solanacearum</i> .....	5
1.5.4. Generalidades de <i>R. solanacearum</i> .....	5
1.5.5. Clasificación taxonómica .....	5
1.5.6. Descripción morfológica de <i>R. solanacearum</i> .....	6
1.5.7. Sintomatología y daños .....	6
1.5.7.1. Síntomas en las hojas .....	6
1.5.7.2. Síntomas en el rizoma.....	7
1.5.7.3. Síntomas en el pseudotallo .....	7
1.5.7.4. Síntomas en la inflorescencia.....	7
1.5.7.5. Síntomas en el raquis.....	7
1.5.7.6. Síntomas en racimos y frutos .....	8
1.5.8. Epidemiología .....	8
1.5.10. Rango de hospederos .....	9
1.5.11. Manejo fitosanitario de <i>R. solanacearum</i> .....	10
1.5.11.1. Control cultural .....	10
1.5.11.2. Control químico .....	10
1.6. Hipótesis.....	12
1.7. Metodología de la investigación.....	12
CAPITULO II .....	13
RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	13
2.1. Desarrollo del caso .....	13

<b>2.2. Situaciones detectadas</b> .....	13
<b>2.3. Soluciones planteadas</b> .....	13
<b>2.4. Conclusiones</b> .....	14
<b>2.5. Recomendaciones</b> .....	14
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	16
<b>ANEXOS</b> .....	20

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Clorosis y márgenes oscuros en la hoja.....	20
<b>Figura 2.</b> Síntoma de moko en el rizoma.....	20
<b>Figura 3.</b> Síntoma de moko en el pseudotallo.....	20
<b>Figura 4.</b> Síntoma de moko en el raquis.....	21
<b>Figura 5.</b> Síntomas de moko en racimo y fruto.....	21

## INTRODUCCIÓN

El cultivo de plátano (*Musa AAB*) es originario de las regiones tropicales húmedas del Sudeste de Asia, pertenece a la familia de las Musáceas, es considerado un fruto que se produce y se consume principalmente en los países en desarrollo. En el comercio internacional solo se consume el 1% de la producción mundial, siendo Estados Unidos y la Unión Europea los principales importadores de plátano fresco (Veloz 2015).

La producción del cultivo de plátano a nivel mundial se concentra en el continente africano con 71.8%, seguido de América con 24.6%. En el caso de América se considera Ecuador, donde este cultivo representa una alta importancia socioeconómica, reportándose 114.272 hectáreas de plátano a nivel nacional, con una producción de 554.212 toneladas cosechadas (Roger *et al.* 2017).

El cultivo de plátano se encuentra asociado a otros cultivos como cacao, café y frutales, alcanzando una productividad promedio anual de 3.21 t/ha; en relación como monocultivo se logra una productividad promedio anual 5.26 t/ha. La mayor producción del cultivo de plátano se concentra en las provincias de Manabí con 47.869 has, Los Ríos con 10.809 has y Santo Domingo de los Tsáchilas con 10.253 has (Yépez 2015).

La bacteria *Ralstonia solanacearum* causante de la enfermedad moko en el cultivo de plátano, representa un grave problema fitosanitario que limita la producción de las plataneras en los sectores de mayor producción en el mundo. Este patógeno ataca a todas las variedades de plátanos; es endémico de América Central y América del Sur, con registros oficiales presentes en Belice, Brasil, Colombia, Costa Rica, Ecuador (SENASICA 2019).

La bacteria *R. solanacearum*, representa un alto riesgo fitosanitario latente en el Ecuador, debido a su facilidad de diseminación y dispersión a través de diferentes mecanismos, variabilidad patogénica, difícil manejo y ser un factor determinante en la restricción comercial de la producción del cultivo de plátano;

teniendo en cuenta que el Moko puede destruir hasta un 100% las plantaciones donde se presentan (Aranda 2016).

Existen estrategias de medidas de control para *R. solanacearum*, con la finalidad de prevenir su presencia en el cultivo de plátano, considerando utilizar semillas sanas, realizar diversas prospecciones, erradicar todas las plantas ubicadas en un radio de 5-10 m a partir del brote inicial, establecer medidas de bioseguridad y una cuarentena en la zona afectada durante seis meses (AGROCALIDAD 2015).

El presente trabajo se desarrolló para adquirir y mejorar los conocimientos sobre la presencia de la bacteria *R. solanacearum*, causante de la enfermedad del moko en el cultivo de plátano en Ecuador.

# CAPITULO 1

## MARCO METODOLOGICO

### 1.1. Definición del tema caso de estudio

El presente documento trata sobre la temática correspondiente a la presencia de la bacteria *R. solanacearum*, causante de la enfermedad del moko en el cultivo de plátano en Ecuador.

Uno de los problemas fitosanitarios más importantes para el desarrollo del cultivo de plátano, es la presencia de *R. solanacearum* causante de la enfermedad del moko, la misma que provoca grandes pérdidas y es un factor determinante para su comercialización.

### 1.2. Planteamiento del problema

La enfermedad denominada Moko provocada por la bacteria *R. solanacearum*, es en la actualidad una de las enfermedades de declaración obligatoria ante la entidad de vigilancia fitosanitaria del Ecuador, en donde su rápida y fácil diseminación por elementos, personal y material contaminado, ha permitido su diseminación a nivel Nacional. Esta enfermedad ocasiona grandes pérdidas en el cultivo de plátano, al igual que su restricción en el proceso de comercialización.

### 1.3. Justificación

La enfermedad denominada Moko ocasionada por la bacteria *R. solanacearum*, representa un problema fitosanitario importante en el cultivo de plátano, debido a su gran capacidad de diseminación y dispersión por varios mecanismos, es por ello que es necesario conocer cuál es la sintomatología que presenta en su afectación a una plantación platanera, al igual que establecer las medidas para su prevención y control.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general**

Recopilar información sobre la presencia de la bacteria *R. solanacearum*, causante de la enfermedad del moko en el cultivo de plátano en Ecuador.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Describir la sintomatología presentada por la enfermedad del moko en el cultivo de plátano causada por la bacteria *R. solanacearum*.
- Determinar las estrategias del manejo integrado de la enfermedad del moko.

## **1.5. Fundamentación teórica**

### **1.5.1. Importancia económica de *Ralstonia solanacearum***

La bacteria *R. solanacearum* raza 2, es considerado un patógeno importante, debido a que ocasiona daños a todas las variedades de plátanos. Posee diferentes mecanismos de dispersión, con una alta variabilidad patogénica, en la cual su manejo es complicado, siendo un problema contundente en la restricción comercial de la producción del plátano (Aranda 2016).

*R. solanacearum* raza 2 es el patógeno de mayor importancia económica para el cultivo de plátano y banano, después de Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*). En la musáceas uno de los problemas fitosanitarios más relevantes en el mundo es la presencia de *R. solanacearum* raza 2, afectando cada estado de desarrollo de la planta, diseminándose fácilmente por varios mecanismos y siendo una causa determinante en la restricción comercial de la producción. Posee un amplio rango de hospedantes, fácil diseminación, alta variabilidad genética y difícil manejo (Valencia *et al.* 2014).

### **1.5.2. Distribución geográfica de *R. solanacearum***

La bacteria *R. solanacearum* raza 2 se encuentra presente en países de África, Sureste Asiático, Centro y Sudamérica, El Caribe, Florida y Unión Europea. Mediante varios procesos de identificación de este patógeno se han reportado la eliminación de miles de hectáreas de plátano en Latinoamérica. La bacteria es un organismo que se encuentra presente de forma endémica en Centro y Sudamérica y las diversas regiones existiendo reportes de su presencia en los siguientes países como El Salvador, Trinidad, Costa Rica, México, Nicaragua, Panamá, Granada, Belice, Brasil, Colombia, Ecuador, Venezuela, Guatemala, Guyana, Honduras, Perú, Surinam, Jamaica (EPPO 2018).

### **1.5.3. Distribución de *R. solanacearum* en el Ecuador**

En la región amazónica del Ecuador, en la provincia de Napo en 1978, se reportó por primera vez la enfermedad denominada Moko, afectando variedades de plátano Barraganete y Dominico. En la actualidad ha sido reportada en tres zonas del Ecuador Sucumbíos, Manabí y Esmeraldas. La provincia de Manabí es una de las zonas más afectadas, especialmente en la zona del Porvenir del cantón El Carmen. Se considera que la bacteria llegó a este lugar por medio de material de propagación contaminado traído de Colombia, donde fue reportado en 1960 (Delgado 2015).

### **1.5.4. Generalidades de *R. solanacearum***

Según Obrador (2016) la denominación de la enfermedad Moko, es la siguiente:

**Nombre científico:** *Ralstonia solanacearum*

**Nombres comunes: Inglés:** Moko disease

**Español:** enfermedad del moko

**Francés:** maladie du moko

### **1.5.5. Clasificación taxonómica**

La calificación taxonómica de *R. solanacearum* raza 2 (Smith 1896), es la siguiente, según (Obrador (2016):

**Dominio:** Bacteria

**Filo:** Proteobacteria

**Clase:** Betaproteobacteria

**Orden:** Burkholderiales

**Familia:** Ralstoniaceae

**Género:** Ralstonia

**Especie:** *R. solanacearum* raza 2

#### **1.5.6. Descripción morfológica de *R. solanacearum***

La determinación del agente causal y caracterización fue realizada por Edwin F. Smith. La bacteria Gram negativa *R. solanacearum* raza 2, posee forma de bacilo, con una dimensión de 0.5-0.7  $\mu\text{m}$  x 1.5-2.5  $\mu\text{m}$ , es móvil, tiene de uno a cuatro flagelos polares. Se han identificado dos clases de colonias que se diferencian por su morfología; en la cual una es más fluida, por su abundante producción de polisacáridos extracelulares, con una superficie lisa, con bordes irregulares y redondo. La otra colonia es catalogada mutante con una apariencia seca, redonda, rugosa, no fluida, complicando su observación en el campo (Ros *et al.* 2016).

#### **1.5.7. Sintomatología y daños**

La bacteria *R. solanacearum* raza 2 causa diferentes síntomas en las musáceas (banano y plátano), acorde al proceso de sistema de infección. Esto incluye punto de entrada del patógeno a la planta, órgano afectado y medio de transmisión. De forma general el síntoma visible es el amarillamiento foliar en la planta (Hurtado 2016).

##### **1.5.7.1. Síntomas en las hojas**

En la hoja candela se presenta un amarillamiento, la cual se torna amarilla verdosa, debilitándose y rompiéndose al nivel de la unión del limbo con el peciolo (Anexo, Figura 1). El avance de la infección provoca el marchitamiento y desecamiento de las hojas bajas, presentando en los bordes bandas amarillas con márgenes oscuros; posteriormente la hoja bandera y la planta muere (Delgado *et al.* 2015).

#### **1.5.7.2. Síntomas en el rizoma**

En el rizoma al realizar un corte transversal, se logra observar dos síntomas tales como: líneas de color marrón o negro que pertenecen a los haces vasculares por la afectación de la bacteria, con una circunferencia de color marrón a negro que limita la zona central (Anexo, Figura 2) de la zona de crecimiento de raíces afectadas por el patógeno (ICA 2017).

#### **1.5.7.3. Síntomas en el pseudotallo**

Los haces vasculares en el pseudotallo presentan una coloración café oscura, debido al taponamiento de los haces por sustancias poliméricas extracelulares (Anexo, Figura 3). Generalmente en plantas que no poseen racimos, los haces vasculares afectados se muestran de forma agrupada al exterior del pseudotallo (SAGARPA 2016).

#### **1.5.7.4. Síntomas en la inflorescencia**

En la inflorescencia los síntomas iniciales aparecen en las brácteas de las flores masculinas, en donde estas estructuras se marchitan, se necrosan, no se levantan, enrollando su cara superior (Obregón *et al.* 2015).

#### **1.5.7.5. Síntomas en el raquis**

En el raquis al realizar un corte transversal se observa unos puntos de color rojizo a café oscuro, lugar mediante la cual la planta logra transmitir la enfermedad al racimo (Anexo, Figura 4). La diseminación de la enfermedad se puede dar por herramientas o insectos, en la cual del racimo la enfermedad baja hacia la planta (Prieto *et al.* 2016).

#### **1.5.7.6. Síntomas en racimos y frutos**

El principal síntoma es la deformación y pudrición del fruto. En estadios tempranos del racimo cuando se presenta una infección, la cascara toma una coloración amarilla rojiza, secándose, dejando el racimo de color negro. Los frutos presentan una necrosis total y secos, desprendiéndose fácilmente (Anexos, Figura 5). Los frutos desarrollados maduran tempranamente de forma heterogénea y presentan cáscara agrietada y necrótica (Álvarez *et al.* 2015).

#### **1.5.8. Epidemiología**

La presencia de *R. solanacearum* raza 2 genera daños en el sistema vascular de la planta, es un patógeno que tiene la capacidad de trasladarse sistémicamente desde el rizoma afectado hasta la flor masculina. Por medio de material de propagación enfermo se genera un foco de infección en una plantación, en la cual se producen racimos enfermos, mismos que contienen gran cantidad de bacterias. Todo el flujo del látex está contaminado y puede ser adquirido por los insectos que lo transportan desde las plantas enfermas hacia flores de plantas sanas, transmitiendo la enfermedad (AGROCALIDAD 2020).

Cuando ocurre este proceso la infección se inicia a partir de las flores hasta llegar a alcanzar el pseudotallo, rizoma y finalmente las raíces. Al igual que puede ocurrir una transmisión cuando las raíces enfermas se entrecruzan con las plantas sanas, por medio de las herramientas contaminadas que se emplean en las diferentes labores culturales, como deshoje y deshije principalmente. La bacteria tiene un periodo de sobrevivencia amplio en suelo, el mismo que dura meses e

incluso varios años, en las raíces de los hospederos, esto depende de las condiciones ecológicas y flora prevalente en cada lugar (AGROCALIDAD 2020).

### 1.5.9. Medios de dispersión

En una plantación de banano o plátano la introducción de *R. solanacearum* raza 2 puede darse por varios factores de diseminación, según Hernández (2015):

- **Material de propagación:** El movimiento de rizomas y rebrotes, para la siembra puede dispersar la bacteria con facilidad.
- **Insectos vectores:** Cuando los insectos se trasladan a los racimos enfermos, pueden llevar el patógeno a las plantas sanas.
- **Suelo infectado:** El uso de maquinarias y zapatos pueden llevar suelo con la presencia de la bacteria hacia lugares donde no existe la enfermedad.
- **Agua:** Es un medio de diseminación eficiente del patógeno, accionado por agua de escorrentía y drenajes.
- **Herramientas:** Los machetes, podones y cuchillos, logran transmitir el patógeno de una planta enferma a una planta sana.
- **Malezas:** Las arvenses son hospederos de la bacteria, contribuyendo a su persistencia y dispersión

### 1.5.10. Rango de hospederos

El patógeno *R. solanacearum* posee un amplio rango de hospederos tales como papa, tomate, tabaco, musáceas y solanáceas. Estudios recientes señalan que las malezas en el desarrollo epidemiológico de la enfermedad como reservorio dificulta la erradicación de la enfermedad y promueve la compleja ecología del

patógeno, en donde *R. solanacearum* se ha adaptado en 234 especies, 114 géneros y 34 familias distribuidas en las: Solanaceas, Compuestas, Musáceas y Leguminosas la de mayor frecuencia como hospederos de la bacteria (Hernández 2015).

### **1.5.11. Manejo fitosanitario de *R. solanacearum***

#### **1.5.11.1. Control cultural**

Las acciones de control cultural para mitigar la presencia de *R. solanacearum* son las siguientes, según (Khalid y Tan 2016):

- Se debe conocer los antecedentes de las zonas, donde se va a realizar las resiembras de plátano.
- Las herramientas de uso múltiple en el cultivo de plátano, deben ser desinfectadas para evitar la diseminación de la enfermedad.
- Eliminar las malezas presentes en el cultivo de plátano.
- En lotes infectados por el patógeno no se debe aplicar riego, debido a que el agua es el principal diseminador de la enfermedad.
- Eliminar racimos afectados por la bacteria, para evitar fuentes de inóculos.
- Para el establecimiento de una plantación platanera se deben utilizar material de siembra sano certificado.
- Impedir el ingreso de animales y personas no autorizadas en las fincas.

#### **1.5.11.2. Control químico**

Dentro del control químico se considera los siguiente, según (Benavides 2019):

- Uso de insecticidas para el control de insectos vectores transmisores de la bacteria.
- Uso de desinfectantes del suelo.
- Desinfectar el calzado en la entrada del lote, utilizando yodo agrícola o hipoclorito de sodio.

En la realización de un ensayo de campo para controlar *R. solanacearum* se aplicaron varios tratamientos tales como: Tagetes patula (1 kg/m<sup>2</sup>), calfos (0.5 kg/m<sup>2</sup>), fertilizante fulvan liquido (20 L/ m<sup>2</sup>), lixiviado de compostaje de plátano (2.7 L/m<sup>2</sup>) y formol 20% (9.3 L/m<sup>2</sup>). Se evidencio resultados positivos con la aplicación de tagetes patula reduciendo en 84.7 % la población bacteriana, al igual que formol la redujo al 100 %. Las aplicaciones con fulvan, calfos y lixiviados, redujeron el 58.2 %, 50.80 % y 31.6 %, respectivamente. Lo que sugiere el uso de alternativas ecológicas seguras y eficientes, para reducir la población del patógeno en el suelo (Siamak y Zheng 2018).

#### **1.5.11.3. Control biológico**

Las acciones de control biológico para *R. solanacearum*, conllevan al uso de hongos micorrícicos arbusculares (HMA) y rizobacterias promotoras del crecimiento de las plantas (PGPR), las mismas que logran controlar la enfermedad, aumentando la disponibilidad de nutrientes, transformarlos a formas asimilables por la planta, producir fitohormonas, brindar un control biológico de fitopatógenos, considerándose biocontrol PGPB. Existen extractos de plantas que poseen actividad antifúngica, mismos que son adecuados para reducir el crecimiento de micelio tanto en pruebas de invernadero y campo (Siamak & Zhemg, 2018).

#### **1.5.11.4. Control genético**

El control genético es una de las alternativas más eficaces para mitigar la presencia *R. solanacearum* en plantaciones plataneras, pero existen limitantes que impiden su aplicación, debido a que no existen clones de plátano comestibles

resistentes a la bacteria. La técnica de propagación *in vitro* es una alternativa que permite obtener plantas sanas, en donde el costo para la producción de las plántulas se hace poco accesible para todos los cultivadores de plátano (Veloz 2015).

### **1.6. Hipótesis**

Ho= No es de vital importancia conocer sobre la presencia de la bacteria *R. solanacearum*, causante de la enfermedad del moko en el cultivo de plátano en Ecuador.

Ha= Es de vital importancia conocer sobre la presencia de la bacteria *R. solanacearum*, causante de la enfermedad del moko en el cultivo de plátano en Ecuador.

### **1.7. Metodología de la investigación**

Para el desarrollo del presente documento se recolectó información bibliográfica de libros, revistas, periódicos, artículos científicos, páginas web, ponencia, tesis de grado, congresos y manuales técnicos.

La información obtenida fue efectuada mediante la técnica de análisis, síntesis y resumen, con la finalidad de que el lector conozca sobre la presencia de la bacteria *R. solanacearum*, causante de la enfermedad del moko en el cultivo de plátano en Ecuador.

## CAPITULO II

### RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

#### 2.1. Desarrollo del caso

La finalidad de este documento fue recolectar información sobre la presencia de la bacteria *R. solanacearum*, causante de la enfermedad del moko en el cultivo de plátano en Ecuador.

El marchitamiento bacteriano del plátano o Moko (*R. solanacearum*) es una enfermedad que coloniza el tejido del xilema del sistema vascular de la planta huésped, causando retraso en el crecimiento, marchitamiento, reducción del rendimiento y posterior muerte.

#### 2.2. Situaciones detectadas

La producción platanera se enfrenta a un problema fitosanitario de importancia económica tal como *R. solanacearum* agente causal del moko del plátano, considerada una de las principales enfermedades que causa la muerte y pérdida de materiales vegetales, restringiendo la obtención de la fruta y provocando grandes pérdidas económicas.

Existe suficientes conocimientos para manejar los niveles de infección y prevenir la propagación de *R. solanacearum*, aplicando alternativas de manejo que no afecten considerablemente la economía del productor platanero.

#### 2.3. Soluciones planteadas

Es necesario concientizar a los productores sobre la presencia de *R. solanacearum* agente causal del moko del plátano en el Ecuador, su proceso de infección, diseminación y métodos de prevención dentro de las plantaciones plataneras.

Las estrategias de control disponibles deben de ser aplicadas de forma eficaz para evitar la presencia de *R. solanacearum* en lotes de producción de plátano, para evitar pérdidas económicas.

## **2.4. Conclusiones**

Por lo anteriormente detallado se concluye:

Se logró identificar que *R. solanacearum* es una plaga fitosanitaria que coloniza el tejido del sistema vascular, crecimiento retrasado, marchitamiento, bajo rendimiento, generando grandes pérdidas económicas en los cultivos de plátano.

Las variedades de plátanos en Ecuador son susceptibles a la enfermedad del moko, causada por la presencia de la bacteria *R. solanacearum*.

La alta variabilidad patogénica, amplio rango de hospederos y fácil diseminación complica el manejo de la enfermedad por lo que es importante prevenir el ingreso del patógeno a las plantaciones plataneras.

El control cultural es la mejor alternativa de manejo para *R. solanacearum*, la cual consiste en evitar la diseminación de la enfermedad por medios mecánicos y semilla contaminadas.

## **2.5. Recomendaciones**

Por lo anteriormente detallado se recomienda:

Utilizar material vegetativo certificado para el establecimiento de una plantación platanera, debido a que por este medio *R. solanacearum* puede dispersarse fácilmente.

Eliminar los focos de infección de plantas afectadas por *R. solanacearum*, para evitar la proliferación de la enfermedad.

Establecer barreras sanitarias y preventivas permite mejorar la bioseguridad de las fincas plataneras, evitando el ingreso y la diseminación de *R. solanacearum*.

Se debe orientar a la implementación de nuevas técnicas para el manejo de *R. solanacearum*, las mismas que deben ser llevadas a los productores de plátano y profesionales del sector agrícola.

## BIBLIOGRAFÍA

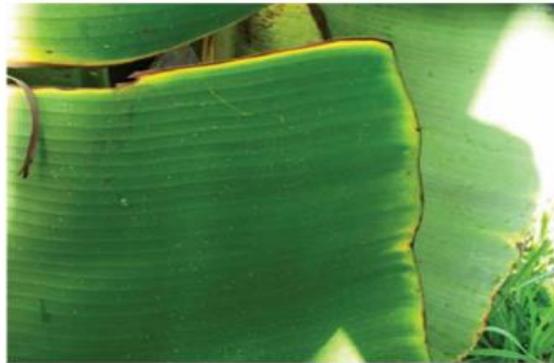
- Álvarez, E., Pantoja, A., Gañan, L. & Ceballos, G. 2015. Estado del arte y opciones de manejo del Moko y la Sigatoka negra en América Latina y el Caribe. 45 p. (Manual Técnico).
- AGROCALIDAD (Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro). 2020. *Ralstonia solanacearum* race 2 (Smith 1896) Yabuuchi et al. 1996. 8 p. (Manual Técnico).
- AGROCALIDAD (Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario). 2015. Plan de acción para el control de *Ralstonia solanacearum* raza 2. Ecuador. 48 p. (Boletín Técnico no 2).
- Aranda, O. 2016. Estatus actual en México de las principales enfermedades en cultivos agrícolas causados por bacterias. Colegios de Postgrados, México. 20 p. (Informe Técnico no. 5).
- Benavides, M. 2019. Enfermedades causadas por bacterias fitopatógenas en cultivos de banano (*Musa AAA*) y plátano (*Musa ABB*) y sus estrategias de control (Tesis de grado). Machala, Ecuador, Universidad Técnica de Machala. 27 p.
- Delgado, R., Morillo, E., Buitron, J., Bustamante, A. & Sotomayor, I. 2015. First Report of Moko Disease Caused by *Ralstonia solanacearum* Race 2 in Plantain (*Musa AAB*) in Ecuador. *New Disease Reports* 30(4): 24.
- Delgado, R. 2015. Programa Nacional de Banano, Plátano y otras Musáceas. Yaguachi, Ecuador. 18 p. (Informe Técnico Anual).

- EPPO. 2018. Distribución *Ralstonia solanacearum* raza 2 (en línea). Consultado 9 sept. 2021. Disponible en <https://gd.eppo.int/taxon/PSDMS2/distribution>
- Hernández, J. 2015. Análisis de la diversidad genética de *Ralstonia solanacearum* y su relación con la virulencia en Plátano, Amenaza en Venezuela. *Producción Agropecuaria*. 3(1): 19-30.
- Hurtado, R. 2016. Caracterización de síntomas de la enfermedad de Moko en invernadero y campo cuando se simulan labores que causen heridas en plantas de banano y plátano. CENIBANANO. 1-13 p. (Boletín Técnico no. 14).
- ICA (Instituto colombiano agropecuario). 2017. Manejo de las principales plagas y enfermedades del cultivo de plátano. Bogotá, Colombia. pp 5-18. (Manual Técnico).
- Khalid, N. & Tan. 2016. A to Z on Banana Micropagation. *Biotechnology for Agriculture* 24(2): 101-118.
- Obrador, J. 2016. Variabilidad genética de la bacteria *Ralstonia solanacearum* de cepas aisladas de plátano en México (Tesis de doctorado). México, Centro de Investigación Científica de Yucatán. 126 p.
- Obregón, M., Rodríguez, P., Morales, J. & Salazar, M. 2015. Hospedantes de *Ralstonia solanacearum* en plantaciones de banano y plátano en Colombia. *Revista Facultad Nacional de Agronomía* 61(2): 4518-4526.
- Prieto, J., Morales, J., & Salazar, M. 2016. Identificación de Nuevos Hospedantes de *Ralstonia solanacearum* (Smith) Raza 2 en Colombia. *Revista Protección Vegetal* 34(5): 151-161.

- Ros, C., Alcedo, Y. & Ramírez. 2016. Primer reporte de *Ralstonia solanacearum* en el cultivo del plátano (*Musa AAB*) en el estado Táchira, Venezuela. *Fitosanidad* 20(2): 97-100.
- Roger, YL., Nivelá, PE., Rojas, JA., Tapié, MV., Piloso, KJ., Pedraza, XA., Aragundi, JG. & Chávez, M. 2017. Evaluación de trampas para capturas de picudo negro (*Cosmopolites sordidus* German) en cultivo de plátano (*Musa ABB* cv. Hartón). *Revista Misionero del Agro* 15(4): 4-9.
- SENASICA (Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria). 2019. Moko del plátano (*Ralstonia solanacearum* raza 2). Dirección General de Sanidad Vegetal – Programa de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria. Ciudad de México. 22 p. (Ficha Técnica no 2).
- SAGARPA (Secretaría de agricultura, ganadería, desarrollo rural pesca y alimentación). 2016. Moko del platano *Ralstonia solanacearum* raza 2 Smith. México. 26 p. (Boletín Técnico no. 3).
- Siamak, S. & Zheng, S. 2018. Banana Fusarium Wilt (*Fusarium oxysporum* f. sp. Cubense) Control and Resistance, in the Context of Developing Wilt-resistant Bananas Within Sustainable Production Systems. *Horticultural Plant Journal* 4(5): 208-218.
- Veloz, K. 2015. Determinación del comportamiento de 15 cultivares de *Musa spp* y 2 heliconias frente a la inoculación de *Ralstonia solanacearum*, agente causal del moko bacteriano (Tesis de grado). Ecuador, Universidad Técnica Estatal de Quevedo. 74 p.
- Valencia, V., Álvarez. & Cataño, Z. 2014. Resistencia de treinta y cuatro genotipos de plátano (*Musa AAB*) y banano (*Musa AAA*) a cinco cepas de *Ralstonia solanacaerum* raza 2 (Smith). *Agronomía* 22(2): 21-34.

Yépez, JC. 2015. Efectos de altas densidades y dos sistemas de siembra sobre el rendimiento y rentabilidad del cultivo de plátano (*Musa* AAB) bajo condiciones de regadío. Tesis Ing. Agr. Quevedo, Ecuador. 103 p.

## ANEXOS



**Figura 1.** Clorosis y márgenes oscuros en la hoja



**Figura 2.** Síntoma de moko en el rizoma



**Figura 3.** Síntoma de moko en el pseudotallo



**Figura 4.** Síntoma de moko en el raquis.



**Figura 5.** Síntomas de moko en racimo y fruto