



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



**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Componente práctico del Examen de grado de carácter Complexivo,  
presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias  
Agropecuarias, como requisito previo para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**TEMA:**

“Incidencia y medidas alternativas de control para el moko (*Ralstonia solanacearum*) del banano en el Ecuador”.

**AUTOR:**

Juan Carlos Aguirre Cherrez.

**TUTOR:**

Ing. Agr. Oscar Guido Caicedo Campusano, Ph.D.

Babahoyo - Los Ríos - Ecuador

2023

## RESUMEN

El banano (*Musa*, AAA ) se cultiva en todas las regiones tropicales y es un cultivo fundamental para las economías de muchos países en desarrollo. El sector bananero en Ecuador destina más de 165.080 hectáreas, con una productividad de 6'023.390 toneladas. Esta es la fruta fresca más exportada del mundo en términos de volumen y valor. El moko bacteriano, causado por la bacteria *R solanacearum* raza 2. Es una bacteria gramnegativa, en forma de bastoncillo, de 0,5 a 0,7 micrones de tamaño x 1 a 2 um, móvil, con una a cuatro cepas de flagelos, que varían según el tipo de colonia y la edad del cultivo. Dependiendo de la variedad utilizada, la enfermedad puede ser más severa, siendo el banano cuadrado el más vulnerable. La bacteria *R. solanacearum* representa una amenaza de plaga de alto potencial en Ecuador debido a la facilidad de distribución y popularidad de diferentes mecanismos, variaciones fisiopatológicas, complejidad del manejo y factores, un factor decisivo en la reducción de la producción comercial de banano en el Ecuador, teniendo en cuenta que el moko puede destruir hasta el 100 % de las plantaciones donde se presentan. El Moko del banano es considerado uno de los perjuicios de conservación de plantas más importantes que afectan a las Musaceae. 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 banano en Latinoamérica. Los patógenos ingresan a las plantas hospederas por medios de heridas naturales o mecánicas. El control de la enfermedad del Moko es limitado, debido a la ausencia de tecnologías eficaces y variedades de banano resistentes a la enfermedad.

Hipoclorito de sodio (3,5 %) | 20% | 200 ml/litro | Como desinfección se utiliza Amonio Cuaternario (20 %) | 1200 ppm | 6 ml/litro. Inyecte una solución de glifosato al 20 % en la parte del pseudotallo (concentración de producto de 480 g/l) en forma de espiral para todas las plantas de esa área utilizando una jeringa graduada.

**Palabras claves:** *R. solanacearum*, bacteria, infección, enfermedad, control, banano,

## SUMMARY

Bananas (*Musa*. AAA) are grown in all tropical regions and are essential to the economies of many developing countries. The banana sector in Ecuador distributes more than 165,080 hectares, with a productivity of 6,023,390 tons. This is the most exported fresh fruit in the world in terms of volume and value. The bacterial moko, caused by the bacterium *R. solanacearum* race 2. It is a gram-negative, rod-shaped bacterium, 0.5 to 0.7 microns in size x 1 to 2 um, mobile, with one to four strains of flagella, which vary according to the type of colony and the age of the crop. Depending on the variety used, the disease can be more severe, with the square plantain being the most vulnerable. The *R. solanacearum* bacterium represents a high potential pest threat in Ecuador due to the ease of distribution and popularity of different mechanisms, pathophysiological variations, management complexity and factors, a decisive factor in the reduction of commercial banana production in Ecuador, taking into account that moko can destroy up to 100% of the plantations where they occur. Banana Moko is considered one of the most important flowering plant conservation detriments to Musaceae. The *R. solanacearum* race 2 bacterium is present in countries in Africa, Southeast Asia, Central and South America, the Caribbean, Florida, and the European Union. Through various identification processes of this pathogen, the elimination of thousands of hectares of bananas in Latin America has been recorded. Pathogens enter host plants by natural or mechanical wounds. Control of Moko disease is limited, due to the absence of effective management technologies and banana plant varieties resistant to *R. solanacearum* disease. Sodium hypochlorite (3.5%) | 20% | 200ml/liter | (Blomme, G. et al, 2017) Quaternary Ammonium (20%) | 1200ppm | 6ml/liter. Inject 20% glyphosate solution into the pseudostem part (480 g/l product concentration) in a spiral fashion for all plants in that area using a graduated syringe.

Keywords: *R. solanacearum*, bacteria, infection, disease, control, banana.

## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. CAPIÍTULO II	3
3. MARCO METODOLÓGICO	3
3.1 Definición del tema caso de estudio	3
3.2 Problemática	3
3.3 Justificación	4
3.4 Objetivos	4
3.4.1 General	4
3.4.2 Específicos	4
3.5 Fundamentación teórica	5
3.5.1 Importancia económica de <i>Ralstonia solanacearum</i>	5
3.5.2 Distribución geográfica a nivel mundial de <i>R. solanacearum</i>	6
3.5.3 Distribución de <i>R. solanacearum</i> en el Ecuador	6
3.6 Generalidades de <i>R. solanacearum</i>	7
3.6.1 Clasificación taxonómica	7
3.6.2 Descripción morfológica de <i>R. solanacearum</i>	8
3.6.3 Epidemiología	8
3.6.4 Medios de dispersión	9
3.6.5 Rango de hospederos	10
3.6.6 Sintomatología y daños	10
3.7 Manejo de la enfermedad de <i>R. solanacearum</i>	12
3.7.1 Producto que la controla	14
3.7.2 Procedimiento para controlar la bacteria <i>R. solanacearum</i>	14
3.8 Plan de contingencia	14
3.8.1 Hallazgo inicial de <i>Ralstonia solanacearum</i> Raza 2	14
3.8.2 Manejo de brotes de <i>Ralstonia Solanacearum</i> Raza 2	15
3.8.3 Medidas Fitosanitarias	16
3.9 Metodología	16
4. CAPIÍTULO II	17
5. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	17
5.1 Desarrollo del caso	17
5.2 Situaciones detectadas	17
5.3 Soluciones planteadas	17
5.4 Conclusiones	18

<b>5.5 Recomendaciones</b>	<b>18</b>
<b>6. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>20</b>

# 1. INTRODUCCIÓN

El banano (*Musa*, AAA) se cultiva en todas las regiones tropicales y son fundamentales para las economías de muchos países en desarrollo. Como producto de exportación, las bananas hacen una contribución importante a las economías de muchos países de bajos ingresos y escasos Ecuador, Honduras, Guatemala, Camerún, Costa de Marfil y Filipinas (Quimí 2019).

El sector bananero en Ecuador destina más de 165.080 hectáreas, con una productividad de 6'023.390 toneladas (ESPAC 2020) con una exportación de 380'493.115 cajas de 18,14 kg (ACORBAN 2020) equivalente a 3 214.143.323 dólares, distribuidas principalmente en las provincias de El Oro 41%, Los Ríos 16% y Guayas 34% (Quimí 2019).

Esta es la fruta fresca más exportada del mundo en términos de volumen y valor. Las exportaciones mundiales de banano crecieron a una tasa sin precedentes del 5 % anual entre 1985 y 2002, el doble de la tasa de los 24 años anteriores 2 % entre 1960 y 2002, 1984 (Arias 2002).

Dependiendo de la variedad utilizada, la enfermedad puede ser más severa, siendo el banano cuadrado el más vulnerable. Los síntomas varían ampliamente y dedicar tiempo a desarrollar el inicio de la infección. La planta se ve saludable a la transmisión de dicha enfermedad (Montero 2020).

Las bacterias patógenas infectan el sistema vascular de las plantas, potencialmente se propaga sistemáticamente desde los rizomas infectados hasta las flores masculinas. El moko puede comenzar en una determinada plantación cuando se introducen patógenos por raíces enfermas (Quimí 2019).

Las plantas crecen a partir de material enfermo, pueden formar racimos en donde las flores masculinas contienen grandes cantidades de las bacterias fluyen a través de las heridas dejadas por las brácteas de las bellotas durante el proceso de reducción. En este caso, la infección comienza desde las flores hasta llegar a pseudobulbos, rizomas y finalmente raíces (Bautista et al. 2018).

La bacteria *R. solanacearum* representa una amenaza de plaga de alto potencial en Ecuador debido a la facilidad de distribución y popularidad de diferentes mecanismos, variaciones fisiopatológicas, complejidad del manejo y factores, un factor decisivo en la reducción de la producción comercial de banano en el Ecuador, teniendo en cuenta que el moko puede destruir hasta el 100 % de las plantaciones donde se presentan (Bautista et al. 2018).

## 2. CAPIÍTULO II

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1 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 Banano en Ecuador.

Uno de los problemas fitosanitarios más importantes para el desarrollo del cultivo de banano, 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.

#### 3.2 Problemática

La bacteria *R. solanacearum* Raza 2, conocida comúnmente como “Moko”, es un fitopatógeno que afecta a todos los cultivares de banano, el cual también es considerado uno de los problemas fitosanitarios más graves de las Musáceas en regiones tropicales y subtropicales del mundo, además, de ser primordial de las limitaciones de la exportación y comercial (Obregón *et al.* 2008).

El daño de la plaga es por su persistencia, ya que no se puede curar, una vez que aparece, es importante establecer medidas de mitigación, reducción de riesgo y bioseguridad (Agris 2005).

De igual forma, la expresión de *R. solanacearum* Raza 2 en campo es difícil porque muchas veces se confunde con problemas fitosanitarios como la presencia de otras enfermedades, marchitamiento por falta de agua y deficiencias de nutrientes, uso de químicos inadecuados, etc.; éstas razones a menudo retrasan el encierro seguro y el tratamiento oportuno (Sánchez 2021).



### **3.3 Justificación**

Dar a conocer la consideración del moko causada por (*Ralstonia solanacearum* raza 2) ya que es uno de los mayores problemas fitosanitarios registrados dentro del Ecuador.

Fortalecer las medidas alternativas del moko (*Ralstonia solanacearum* raza 2) ya que es de gran capacidad de diseminación y dispersión por varios mecanismos que se encuentren presentes.

Es necesario conocer la sintomatología que presenta en su afectación a una plantación de banano, para dar a conocer a los productores, agricultores, estudiantes, universitarios y a todos los actores del sistema productivo de musáceas de esta manera dar a conocer las medidas de prevención y control.

### **3.4 Objetivos**

#### **3.4.1 General**

Caracterizar la incidencia y medidas alternativas de control para el moko (*Ralstonia solanacearum* raza 2) del banano en Ecuador

#### **3.4.2 Específicos**

- Describir la sintomatología y las mermas ocasionadas por la enfermedad del moko en el cultivo de banano por la bacteria *R. solanacearum*.
- Mencionar las medidas de alternativas para el control *R. solanacearum*.

### **3.5 Fundamentación teórica**

#### **3.5.1 Importancia económica de *Ralstonia solanacearum***

Importancia del cultivo de plantas musáceas en el país, así como en el sector agropecuario, en términos de producción de mano de obra y obtención de marca, seguridad alimentaria y autodeterminación, y considerando la amenaza que presenta *R. solanacearum* raza 2 (Moko) para la producción nacional de Musaceas. También, es de gran importancia por su extenso rango de hospedantes de fácil propagación, alta variabilidad genética y difícil control (Valencia, et al., 2014).

El protocolo de identificación de *R. solanacearum* raza 2 que se ha estandarizado en el Laboratorio de Bacteriología del Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria, consiste en la utilización de varias técnicas de diagnóstico que al aplicarlas de manera secuenciada y combinada proporcionan resultados confiables.

Posteriormente se diseñó y validó un protocolo de manejo para áreas afectadas por la enfermedad del Moko, con excelentes resultados (CIAT 2015). Las actuales estrategias de manejo del Moko del banano en los cultivos se enfocan en prevenir la introducción de la bacteria a través de cualquier medio de diseminación y/o erradicar cualquier planta infectada.

El Moko del banano afecta todos los periodos de desarrollo de las plantas, se difunde fácilmente y es un factor definitivo en la limitación comercial de la producción de banano (Villalobos 2023).

También, es de gran importancia por su extenso rango de hospedantes, fácil propagación, alta variabilidad genética y difícil control (Villalobos 2023).

### **3.5.2 Distribución geográfica a nivel mundial 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 banano en Latinoamérica. La bacteria es un organismo que se halla vigente de forma endémica en Centro y Sudamérica y las diversas regiones existiendo reportes de su existencia 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 (CAB International, 2019)

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

Una de las enfermedades como es el moko que amenaza el cultivo de banano en las regiones tropicales y subtropicales y que causan grandes consecuencias económicas es el moko o marchitez bacteriana (Veloz 2015).

Esta enfermedad altamente contagiosa, , fue detectada por primera vez en Ecuador en 1978 en la cuenca del Amazonas (Napo) y desde entonces se ha extendido por todo el país, por lo que ahora se presenta en partes de Esmeraldas, Manabí, Los Ríos, Cotopaxi, El Oro, Santo Domingo y Sucumbíos (Veloz 2015).

Agrocalidad está constantemente monitoreando la epidemia. Solo en 2021, más de 21.000 personas entre, productores de banano y jornaleros que realizan labores adecuado del cultivo han recibido impacto, de la enfermedad moko o marchitez bacteriana que se está combatiendo, rebajando los parámetros del Plan Nacional creado para tal efecto en 2015. Además, agregó, está la capacitación permanente de los fabricantes en este y otros temas de salud (Quimí 2019).

### **3.6 Generalidades de *R. solanacearum***

Según (Gutiérrez y Lezama 2020) 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

#### **3.6.1 Clasificación taxonómica**

La clasificación taxonómica de *R. solanacearum* raza 2 (Gutiérrez y Lezama 2020) es la siguiente, según (Coenye et al. 2022).

**Dominio:** Bacteria

**Filo:** Proteobacteria

**Clase:** Betaproteobacteria

**Orden:** Burkholderiales

**Familia:** Ralstoniaceae

**Género:** *Ralstonia*

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

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

El moko bacteriano, causado por la bacteria *R. solanacearum* raza 2, es una bacteria gramnegativa, en forma de bastoncillo, de 0,5 a 0,7 micrones de tamaño x 1 a 2 um, móvil, con una a cuatro cepas de flagelos pares, que varían según el tipo de colonia y la edad del cultivo. Que también se le conoce como Maduraviche o Ereke. Puede vivir 25 años sin cultivo. Se transmite del suelo a raíces sanas, pero también puede ser propagada por humanos o polinizadores (Quimí 2019).

### **3.6.3 Epidemiología**

Las bacterias patógenas infectan el sistema vascular de las plantas, potencialmente se propaga sistemáticamente desde los rizomas infectados hasta las flores masculinas. El moko puede comenzar en una determinada plantación cuando se introducen patógenos por raíces enfermas (Román 2012).

Las plantas que crecen a partir de tal material enfermo, pueden formar racimos en los que las flores masculinas contienen grandes cantidades de las bacterias a través de las heridas dejadas por las brácteas de las bellotas durante el proceso cortar. Este fundente de látex contaminado puede ser comido por los insectos que se alimentan de él desde plantas enfermas hasta flores de plantas sanas (Román 2012).

En este caso, la infección comienza desde las flores hasta llegar pseudobulbos, rizomas y raíces. Las transferencias de Moko también son posibles al cruzar raíces enfermas con plantas sanas o a través de herramientas contaminadas que se utilizan en diversas tareas culturales como principalmente deshoje, deshije y deschante (Sotomayor I. 2012).

Como parte de su práctica de manejo de cultivos de bananos, se deben esterilizar las respectivas herramientas agrícolas donde los patógenos pueden propagarse a través por ellos (Ploetz 1994).

Las bacterias pueden sobrevivir en el suelo durante meses o incluso años en las raíces el hospedante depende de las condiciones ecológicas y de la flora de cada sitio tenga en cuenta que puede haber una gran cantidad de malezas en el área infección bacteriana pero sin síntomas (Veloz 2015).

#### **3.6.4 Medios de dispersión**

*Ralstonia solanacearum* Raza 2 crece en el huésped como parásito y en parte como saprofito y también como en restos de plantas muertas o desechos vegetales. Esta bacteria es residente del suelo; pero sus poblaciones van disminuyendo, dependiendo de las condiciones ecológicas de la zona, pueden sobrevivir en la rizosfera y rizoplasma utilizando las secreciones de las plantas hospederas (Obregón et al. 2011).

Los patógenos ingresan a las plantas hospederas por medios de heridas naturales o mecánicas. Las flores masculinas atraen insectos polinizadores como las abejas y avispas, que pueden transportar patógenos de otras plantas infectadas en sus patas y entrar en los conductos del xilema (Sánchez 2021).

Las herramientas de corte son una importante vía de acceso, especialmente en áreas de producción que no cumplen con las medidas de bioseguridad; Además, el agua de riego, los equipos y la ropa de labor son otras vías de transmisión de la bacteria (Sánchez 2021).

En un cultivo de banano o cualquier otro tipo de musáceas la entrada de *R. solanacearum* raza 2 puede darse por diversos factores de diseminación, según (Delgado et al. 2014).

➤ **Material de propagación:** La circulación de las cepas y rebrotes de hijuelos, para la siembra puede diseminar la bacteria con sencillez (Delgado et al. 2014).

➤ **Insectos vectores:** Cuando los insectos de polinización se movilizan a los racimos infectados, consiguen llevar agente patógeno a las plantas sanas (Delgado et al. 2014).

- **Suelo infectado:** El uso de maquinarias, zapatos y ropa de labor diaria logran llevar pequeñas partículas de suelo con la presencia de la bacteria hacia zonas donde no existe la enfermedad (Delgado et al. 2014).
- **Agua:** Es un conducto de diseminación eficaz del patógeno, impulsado por agua riego y escorrentía y drenajes (Delgado et al. 2014).
- **Herramientas:** Los machetes, podones y cuchillos, transfieren logran transmitir el patógeno de una planta enferma a una planta sana (Delgado et al. 2014).
- **Malezas:** La severidad de las arvenses son huésped de la bacteria, cooperando a la duración y dispersión (Delgado et al. 2014).

### 3.6.5 Rango de hospederos

El patógeno *R. solanacearum* tiene muchos tipos de huéspedes como las patatas, tomates, tabaco, musáceas y solanáceas. Investigaciones recientes muestran que malezas en el desarrollo epidemiológico de la enfermedad como reservorio tiene inconveniente el control de la enfermedad y promover un ecosistema complejo 10 patógeno a los que *R. solanacearum* se ha adaptado en 234 especies, 114 géneros y 34 familias dispersas en: Solanaceae, Compuestas, Musaceae y Las leguminosas son el huésped más común de la bacteria (Armijos et al. 2019).

### 3.6.6 Sintomatología y daños

*Ralstonia solanacearum*, según el sistema de infección. Estos insertan puntos de entrada para patógenos que al dañar las plantas y los órganos. La contaminación siempre ocurre cuando se mueve la herramienta (Flórez y Agudelo 2019).

*R. solanacearum* Raza 2 provoca muchos síntomas en diferentes partes de la planta de banano y depende de la edad de la planta, la vía de transmisión y los órganos afectados (Sancho y Molina 2016).

A medida que la infección avanza en la planta, el marchitamiento de las hojas jóvenes, avanza a las hojas más viejas y se secan, ya que en representación de esto los bordes, se tornan con rayas amarillas oscuras (Sancho y Molina 2016).

### **Síntomas en hoja.**

El síntoma principal es que la primera hoja se vuelve amarilla, amarillo verdoso, se debilita y se dobla en la unión del limbo con el pecíolo y se voltea a medida que avanza la infección, las hojas se marchitan y se secan abajo, tiene rayas amarillas con bordes oscuros a lo largo de los bordes finalmente, la hoja bandera y el retoño mueren (Manzo et al. 2014).

### **Síntomas en el Cormo (Rizoma)**

Al realizar un corte transversal en la cepa se observan dos fenómenos evidentes las líneas marrones o negras corresponden a haces vasculares afectados de la bacteria y un círculo marrón/negro que separa el área central del área forman raíces afectadas por la bacteria y un círculo marrón o negro separa esta zona centro de la zona radicular (Manzo et al. 2014).

### **Síntomas en el Pseudotallo**

Los haces vasculares de las prótesis del pseudotallo enfermas suelen ser marrones oscuros, correspondiente a los haces bloqueado por las macromoléculas extracelular. Los síntomas en plantas sin racimos se caracterizan por la presencia de vasos afectados agrupados y directamente fuera del pseudobulbo; rara vez son periféricos o centro (Saquicela et al. 2023).

### **Síntomas en la Inflorescencia**

El primer indicio en la inflorescencia se presenta en las brácteas de la flor masculina, estas estructuras están decoloradas o marchitas, oscurecidas, necróticas y sin elevación, cayendo su cara o superficie superior (Saquicela et al. 2023).



## **Síntomas en el Raquis**

Para llevar a cabo una cortadura transversal en el raquis, se muestran manchas de color rojo a marrón un lugar oscuro donde la planta ha propagado la enfermedad del racimo. Por caso de herramienta o insecto del racimo, la enfermedad se transfiere a la parte inferior de la planta (Saquicela et al. 2023).

## **Síntomas en el Racimos y Frutos**

Los síntomas aparecen en la mano y los ligamentos, causando deformidad y pudrición de la fruta, si las plagas aparecen en una etapa temprana, la cáscara se vuelve amarilla rojo, luego se seca de nuevo y el racimo se vuelve negro. La fruta se vuelve negra, se seca y se disociaron fácilmente, mostrando necrosis interna marrón. La fruta madura temprano, de manera desigual, con una costra fractura y necrosis (Manzo et al. 2014).

### **3.7 Manejo de la enfermedad de *R. solanacearum***

#### **Control cultural**

El control de la enfermedad del Moko es limitado, debido a la ausencia de tecnologías de gestión eficaces y variedades de planta de banano resistentes a la enfermedad de *R. solanacearum* (Aguilar et al. 2021).

La primera practica cultural básica del control de la enfermedad incluye: desinfección de instrumento utilizado para el cultivo, control de malezas, rotación de cultivos, energía solar y airear el suelo en la estación seca. En las plantaciones donde la enfermedad ya estaba, echar raíces, las flores masculinas deben ser eliminado permanentemente después de la mano inferior del racimo (Aguilar et al. 2021).

## **Control químico**

El tratamiento (1 kg/m<sup>2</sup>), calfos (0,5 kg/m<sup>2</sup>), fertilizante Fulvan® líquido (20 l/m<sup>2</sup>) y lixiviados de compost de plátano (2,7 l/m<sup>2</sup>), del cual en comparación con el formol en un 20 % (9,3 l/m<sup>2</sup>). Los resultados de efecto logrado muestran que *Tagetes patula* redujo la población bacteriana en un 84,7%, mientras que el Formol se redujo al 100%. Además, la disminución fue del 58,2%, 50,80% y 31,6% con Fulvan®, calfos y filtrado, respectivamente. Este implica que el uso de soluciones ambientales y alternativas, es una forma segura y eficaz de reducir la población patógenos en el suelo (Ramírez G. et al. 2015).

## **Control genético**

La mejora genética a través de la tecnología como aislamiento de ADN y marcadores. El método molecular es definitivamente el mejor método. Promesa en el diagnóstico, prevención y control de la enfermedad resistencia genética, es un elemento importante de la gestión del suelo en presencia de cepas patógenas, en *Arabidopsis* se han informado genes de activación del mecanismo de resistencia a la bacteria. (Ramírez G. et al. 2015).

Por otra parte, la propagación *in vitro* es una herramienta que permite obtener plantas sanas; sin embargo, el costo para la producción de estas plántulas eleva significativamente los costos de producción (Ramírez G. et al. 2015).

## **Control legal**

Este tipo de vigilancia se realiza de acuerdo a lo establecido en la NOM-068-FITO-2015, el establecimiento de las medidas fitosanitarias para la lucha contra el moko del banano y prevención a su distribución (Pomasqui y Yépez 2019).

Esto es dirigido a partir que el componente técnico de la campaña contra el Moko del banano ha captado a través de la actividad de monitorear sitios o puntos focales de invasión infestada, por lo que surge, y toma medidas preventivas para así proceder a destruir las plantas enfermas (Pomasqui y Yépez 2019).

### 3.7.1 Producto que la controla

Hipoclorito de sodio (3,5 %) | 20% | 200 ml/litro | (Blomme, G. et al, 2017)  
Amonio Cuaternario (20 %) | 1200 ppm | 6 ml/litro (Morillo y Miño 2021).

### 3.7.2 Procedimiento para controlar la bacteria *R. solanacearum*

- Inyecte una solución de glifosato al 20 % en la parte del pseudotallo (concentración de producto de 480 g/l) en forma de espiral para todas las plantas de esa área utilizando una jeringa graduada (Obregón et al. 2020).
- La cantidad utilizada depende de la edad y la altura de la planta y puede variar de 50 ml para plantas madres y 30 ml para las plantas hijas (Obregón et al. 2020).
- Si hay brotes de plántulas en esta área, use una solución de glifosato al 20% a la tasa recomendada, retirar o cubrir las flores masculinas en las áreas afectadas con plástico para evitar que los insectos polinizadores propaguen la bacteria (Obregón et al. 2020).
- Después de que las plantas se sequen, arranque y triture las cepas y los tallos en su lugar, evitando salpicaduras al cortar (Obregón et al. 2020).
- Rocíe al material vegetal marcado con i) con una solución de glifosato al 20 % y mezcle con un insecticida registrado en la Agencia (Obregón et al. 2020).

## 3.8 Plan de contingencia

### 3.8.1 Hallazgo inicial de *Ralstonia solanacearum* Raza 2

El (MAGAP, 2015). Resolvió aprobar el Plan de acción para el control de *Ralstonia solanacearum* raza 2, el cual contiene *principalmente* lo siguiente:

El hallazgo de uno o más casos sospechosos o brotes de *Ralstonia solanacearum* Raza 2 puede ser el resultado del sistema nacional de vigilancia

fitosanitaria de oficio o a través de un aviso fitosanitario realizado por personas naturales o jurídicas como: productores, investigadores, entre otros.

Ante la sospecha de presencia de la plaga el productor en coordinación con la Agencia implementará las medidas fitosanitarias preventivas cuya finalidad es evitar la dispersión de la plaga; mientras, se define la situación de la misma. Consiste en delimitar un cuadrado desde la planta afectada, a partir de la cual se tomará una distancia de 10 metros en dirección a cada punto cardinal. Esta área delimitada constituirá la zona roja y amarilla, el hallazgo puede ser identificado en:

- Huertas productoras de plantas madre
- Viveros y/o depósito de plantas
- Lugares de producción de musáceas

### **3.8.2 Manejo de brotes de *Ralstonia Solanacearum* Raza 2**

Para el manejo de brotes de Moko, se procederá a establecer las siguientes zonas: roja, amarilla y verde.

- Zona roja: es el área afectada donde se encuentra la o las plantas con síntomas y también aquellas que aparentan estar sanas, para su establecimiento se debe medir 5 metros a los cuatro lados formando un cuadrado, a partir de la planta afectada. Esta área se delimita con cinta de seguridad, o utilizando alambre de púas o cualquier otro material que permita aislar dicha zona.

- Zona amarilla: denominada área de seguridad o de amortiguamiento, se ubica entre la zona roja y el resto del cultivo. Para esta zona es necesario medir 5 metros alrededor de la zona roja formando un cuadrado, esta zona se delimita con cinta de seguridad, o alambre de púas u otro material para aislar la zona.

- Zona verde: constituye al área restante de la finca que no ha sido afectada por la bacteria.

### 3.8.3 Medidas Fitosanitarias

Para detectar de manera oportuna la ocurrencia del moko bacteriano de banano, la Agencia, realiza acciones para la detección temprana de esta plaga de acuerdo con el Plan de Acción para el Control de *Ralstonia solanacearum* raza 2, mediante monitoreo, atención a notificaciones permite establecer las siguientes medidas:

- Confirmar presencia o usencia del brote (hasta confirmar la presencia o ausencia del mismo, se procederá a la inmovilización del material vegetal y/o frutos del área sospechosa.
- Establecer medidas complementarias adecuadas basadas en el nivel de riesgo estimado, para evitar cualquier dispersión potencial.
- Si existe riesgo de contaminación de material vegetal que se dirija a otro sitio, debe informar inmediatamente a la coordinación respectiva.
- Si hay confirmación de diagnóstico, se implementaran acciones de emergencia orientados a la contención y/o erradicación.
- Establecimiento de áreas o áreas bajo cuarentena que implica la restricción de movilización de vías de dispersión de esta plaga desde el o las áreas infestadas (Agrocalidad 2016).

### 3.9 Metodología

Para desarrollar esta investigación se recaudare información de textos, revistas, bibliotecas virtuales y trabajos de investigación que mejorará la escritura de este documento.

La información recibida será interpretada, resumida y analizada sobre la incidencia y medidas del moko *R. solanacearum* en el cultivo de banano en el Ecuador.

## 4. CAPÍTULO II

### 5. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

#### 5.1 Desarrollo del caso

El propósito de este documento fue recopilar información sobre la asistencia bacteria *R. solanacearum* que causa la enfermedad del moko en las plantas de banano en Ecuador.

La marchitez del moko o enfermedad de la marchitez bacteriana (*R. solanacearum*) es una enfermedad que invade el tejido del xilema del sistema vascular vegetativo del huésped, causando retraso en el crecimiento, marchitamiento con bajo rendimiento de producción y posterior muerte.

#### 5.2 Situaciones detectadas

La producción de banano encara consecuencia fitosanitaria de la cual estimación es la económica, como *R. solanacearum*, el representante del moko del banano es estimada una de las importantes enfermedades causantes de muerte y mermas de material vegetal limita la producción del frutos y causa gran pérdida económica.

Tener el conocimiento idóneo para dirigir la categoría de infección y evitar la propagación de *R. solanacearum* utilizando métodos de gestión alternativos ningún impacto significativo afecte en la economía del productor de banano.

#### 5.3 Soluciones planteadas

Es imprescindible difundir a los productores sobre la presencia de *R. solanacearum* representante causal del moko del banano en el Ecuador, su desarrollo de infección, transmisión y métodos de advertencia dentro de los cultivos de banano.

Las planificaciones del control disponibles deben de ser aplicadas de forma rápida para prevenir la presencia de *R. solanacearum* en zonas de producción de banano, para evitar pérdidas económicas.

#### **5.4 Conclusiones**

Por lo anteriormente detallado se concluye:

Se obtiene establecer que la *R. solanacearum* es una plaga fitosanitaria que invade el tejido del sistema vascular, crecimiento retrasado, amarillamiento de la planta, malo rendimiento, generando extensas pérdidas económicas en los cultivos de económicas.

Las diferentes variedades de bananos en Ecuador son delicadas a la enfermedad del moko, provoca por la disposición 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 bananeras.

El control cultural es la mejor opción de manejo para *R. solanacearum*, la cual consiste en prevenir el desperdigar de la enfermedad por conducto de maquinaria y semilla contaminadas.

#### **5.5 Recomendaciones**

Por lo anteriormente detallado se recomienda:

Trabajar con material genético tolerante certificado como plantas de cultivo in vitro para el asentamiento de un cultivo de banano, debido a que por este medio *R. solanacearum* no pueda propagarse.

Quitar de en medio los focos de infección de plantas con presencia de *R. solanacearum*, para evadir el aumento de la enfermedad.

Implantar barreras sanitarias como pediluvios, rodaluvios entre otras que permita dar una mejor calidad a la bioseguridad de las zonas bananeras, precaver la entrada y la diseminación de *R. solanacearum*.

Se debe dirigir a la creación de nuevas técnicas para el control de *R. solanacearum*, las mismas que deben tener y ser encaminadas a los productores de bananeros y expertos del sector agrícola.



## 6. BIBLIOGRAFÍA

Aguilar, R; Ruiz, WR; Morales, A; Rafael, R; Tirado-Lara, J; Saucedo-Bazalar, M; Tuesta-Albán, C; Apaza-Apaza, S; Teodor, KK; Aguilar-Ancota, R; Ruiz, WR; Morales-Pizarro, A; Rafael-Rutte, R; Tirado-Lara, J; Saucedo-Bazalar, M; Tuesta-Albán, C; Apaza-Apaza, S; Teodor, KK. 2021. Pudrición blanda en el pseudotallo de banano orgánico (*Musa* sp): sintomatología, caracterización cultural y bioquímica, patogenicidad y alternativas de manejo. *Scientia Agropecuaria* 12(4):571-578. DOI: <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2021.061>.

Arias, P. 2002. LA ECONOMÍA MUNDIAL DEL BANANO (en línea). s.l., ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN Roma, 2004, vol.1. Consultado 1 may 2023. Disponible en <https://www.fao.org/3/y5102s/y5102s00.htm#Contents>.

Armijos, F; Flores, R; Ochoa, M. 2019. Manejo del BSV en plantaciones de banano y plátano (en línea) (En accepted: 2017-01-25t15:17:21z). . Consultado 1 may 2023. Disponible en <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/3831>.

Bautista, LG; Bolaños, MM; Abaunza, CA; Arguelles, JH; Forero, CA. 2018. Moko de plátano y su relación con propiedades físicas y químicas en suelos del departamento de Quindío Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas* 10(2):273-283. DOI: <https://doi.org/10.17584/rcch.2016v10i2.5066>.

Coenye, T; Vandamme, P; Govan, J. 2022. Taxonomy and Identification of the Burkholderia cepacia Complex (en línea). 2020 . DOI: <https://doi.org/10.1128/JCM.39.10.3427-3436.2001>.

Delgado, R; Sotomayor, I; Bustamante, AJ. 2014. La enfermedad del moko de las musáceas: Síntomas y manejo (en línea) (En accepted: 2015-08-28t15:59:24z). . Consultado 1 may 2023. Disponible en <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/1940>.

Flórez, VC; Agudelo, JY. 2019. El Moko (*Ralstonia solanacearum*) en plátano y banano: Incidencia y medidas alternativas de control en el contexto colombiano. (en línea) (En accepted: 2019-11-15t21:35:37z). . Consultado 1 may 2023. Disponible en <http://repository.unad.edu.co/handle/10596/30207>.

Gutiérrez, M del C; Lezama, V del C. 2020. Tolerancia de cuatro genotipos de berenjena (*Solanum melongena* L.) a *Ralstonia solanacearum* [Smith (1896) Yabuuchi et al., 1996], en condiciones de invernadero Managua, 2020 (en línea). engineer. s.l., Universidad Nacional Agraria. DOI: <https://doi.org/10.1/tnh20g984.pdf>.

Manzo, G; Orozco-Santos, M; Martínez-, L; Eduardo Garrido-Ramírez; Canto, B; Manzo-Sánchez, G; Orozco-Santos, M; Martínez-Bolaños, L; Garrido-Ramírez, E; Canto-Canche, B. 2014. Enfermedades de importancia cuarentenaria y económica del cultivo de banano ( *Musa* sp.) en México. *Revista mexicana de fitopatología* 32(2):89-107.

Montero, F. 2020. Moko en banano (*Ralstonia solanacearum*) (en línea). . Disponible en <https://www.ingbiosistemas.ucr.ac.cr/wp-content/uploads/2020/09/BoletinMoko.pdf>.

Morillo, E; Miño, GM. 2021. Marcadores moleculares en biotecnología agrícola: Manual de técnicas y procedimientos en INIAP (en línea) (En accepted: 2015-05-28t21:13:16z). . Consultado 1 may 2023. Disponible en <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/848>.

Obregón, M; Rodríguez, PA; Morales, JG; Salazar, M. 2020. HOSPEDANTES DE *Ralstonia solanacearum* EN PLANTACIONES DE BANANO Y PLÁTANO EN COLOMBIA. Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín 61(2):4518-4526.

Pomasqui, DG; Yépez, GA. 2019. Análisis Prospectivo de las Exportaciones del Banano Ecuatoriano al Principal Socio Comercial Estados Unidos en el Periodo 2006-2017 (en línea). bachelorThesis. s.l., Quito: UCE. . Consultado 1 may 2023. Disponible en <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/20190>.

Quimí, VH. 2019. Diez años de investigación en banano y el aporte tecnológico del INIAP (en línea) (En accepted: 2015-08-28t17:30:26z). . Consultado 1 may 2023. Disponible en <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/1946>.

Ramírez G., JG; Muñoz, M; Patiño, LF; Morales, JG. 2015. Banana Moko disease management with resistance inducers and chlorine dioxide. Agronomía Colombiana 33(2):194-202. DOI: <https://doi.org/10.15446/agron.colomb.v33n2.48663>.

Román, CH. (2012). Consideraciones epidemiológicas para el manejo de la Marchitez por *Fusarium* (*Fusarium oxysporum* f. sp. cubense) del banano en la región central del Perú (en línea). s.l., CATIE. Consultado 1 may 2023. Disponible en [http://agritrop.cirad.fr/570554/1/document\\_570554.pdf](http://agritrop.cirad.fr/570554/1/document_570554.pdf).

Sánchez, MA. 2021. *Ralstonia Solanacearum* en el cultivo de plátano en el Ecuador (en línea). bachelorThesis. s.l., BABAHOYO: UTB, 2021. . Consultado 1 may 2023. Disponible en <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/10306>.

Sancho, H; Molina, E. 2016. Efecto del Mg y pH en la reducción de la toxicidad de Al en plantas de banano cultivadas en solución hidropónica. Siembra 3(1):53-66. DOI: <https://doi.org/10.29166/siembra.v3i1.260>.

Saquicela, PS; Romanova, EV; Guamán, RN; Ulloa, SM; Villavicencio, ÁF; Saquicela Cruz, PS; Romanova, EV; Guamán, RN; Ulloa Cortázar, SM; Villavicencio Abril, ÁF. 2023. Caracterización morfológica y bioquímica de *Ralstonia solanacearum* raza 2, bacteria patógena en cultivos de banano y plátano en El Carmen, Manabí, Ecuador (en línea). Siembra 10(1). DOI: <https://doi.org/10.29166/siembra.v10i1.4305>.

Veloz, KB. 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. (en línea). bachelorThesis. s.l., Quevedo: UTEQ. . Consultado 1 may 2023. Disponible en <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/2743>.

Villalobos, VM. 2023. DIRECCIÓN GENERAL DE SANIDAD VEGETAL  
DIRECCIÓN DEL CENTRO NACIONAL DE REFERENCIA FITOSANITARIA (en  
línea). Disponible en  
<https://prod.senasica.gob.mx/SIRVEF/ContenidoPublico/Fichas%20tecnicas/Ficha%20T%C3%A9cnica%20de%20Moko%20del%20platano.pdf>.