



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



ESCUELA DE AGRICULTURA, SILVICULTURA, PESCA Y
VETERINARIA
CARRERA DE AGRONOMÍA

TRABAJO DE TITULACIÓN

Componente práctico del examen de Carácter Complexivo,
presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad, como requisito
previo para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

" Descripción de daños causado por *Erwinia carotovora* en el racimo de
Banano (*Musa AAA*)".

AUTOR:

Alex Octavio Guanuchi Castro

TUTOR:

Ing. Agr. Cristina Maldonado Camposano MBA

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2024

RESUMEN

El plátano es uno de los cultivos más importantes y populares en todo el mundo, gracias a su amplio consumo y versatilidad en la cocina. Se trata de una planta perenne tropical de rápido crecimiento perteneciente a la familia Musaceae, que incluye diversas variedades como Gros Michel, Cavendish y Williams, clasificadas como *Musa AAA*. No obstante, la gran diversidad genética del banano lo hace también susceptible a distintas amenazas, siendo una de las más inquietantes la presencia de patógenos. Entre ellos, *Erwinia carotovora* que es una bacteria causante de patologías que afectan tanto a la calidad como a la cantidad de fruta en los sistemas productivos de banano. Esta bacteria puede causar la pudrición blanda de la fruta, los dedos y el pseudotallo, lo que supone una disminución significativa del producto y de la calidad de la cosecha. Esta afección contribuye de forma directa a lo que se conoce como "pudrición blanda del dedo" en las plantaciones de plátanos. La pudrición blanda del dedo se refiere a una patología que genera la merma de la producción debido a diversos factores, entre los que se pueden incluir esta enfermedad, plagas, condiciones climáticas adversas y otros problemas asociados al cultivo. En el caso concreto del plátano, la merma asociada a las enfermedades como *E. carotovora* puede tener un importante impacto económico en los productores, afectando a la cantidad de fruta producida y exportada. Se requieren estrategias integradas de control y gestión para hacer frente a estas amenazas y controlar el deterioro de las plantaciones de plátanos. Estas estrategias pueden incluir medidas químicas, como el uso de fungicidas y bactericidas, así como enfoques culturales y biológicos. El objetivo es conocer la sintomatología de esta patología para su control y la merma total en las plantaciones de banano.

PALABRAS CLAVES: Banano, taxonomía, variedades, *Erwinia carotovora*, Enfermedades, Estrategias de control, Merma.

SUMMARY

The banana is one of the most important and popular crops in the world, thanks to its wide consumption and versatility in the kitchen. It is a fast-growing tropical perennial plant belonging to the Musaceae family, which includes various varieties such as Gros Michel, Cavendish and Williams, classified as *Musa AAA*. However, the great genetic diversity of bananas also makes it susceptible to different threats, one of the most worrying being the presence of pathogens. Among them, *Erwinia carotovora*, which is a bacteria that causes pathologies that affect both the quality and quantity of fruit in banana production systems. This bacteria can cause soft rot of the fruit, fingers and pseudostem, which represents a significant decrease in the product and the quality of the harvest. This condition directly contributes to what is known as "soft finger rot" in banana plantations. Soft rot of the finger refers to a pathology that generates a reduction in production due to various factors, which may include this disease, pests, adverse weather conditions and other problems associated with the crop. In the specific case of bananas, the decline associated with diseases such as *E. carotovora* can have a significant economic impact on producers, affecting the amount of fruit produced and exported. Integrated control and management strategies are required to address these threats and control the deterioration of banana plantations. These strategies may include chemical measures, such as the use of fungicides and bactericides, as well as cultural and biological approaches. The objective is to know the symptoms of this pathology for its control and total decline in banana plantations.

KEYWORDS: Banana, taxonomy, varieties, *Erwinia carotovora*, Diseases, Control strategies, Shrinkage.

2.1.5.5.	SÍNTOMAS Y SIGNOS EN EL RACIMO.....	9
2.1.6.	MEDIOS DE CONTROL.....	10
2.1.6.1.	CONTROL QUÍMICO.....	10
2.1.6.2.	CONTROL MECÁNICO.....	10
2.1.6.3.	CONTROL CULTURAL.....	10
2.1.7.	MERMA PRODUCIDA POR <i>Erwinia carotovora</i> EN CULTIVO DE BANANO 11	
2.1.7.1.	FACTORES QUE INFLUYEN EN LA MERMA DEL BANANO.....	11
2.1.7.2.	MERMA ANUAL POR <i>Erwinia carotovora</i> EN PLANTACIONES DE BANANO 12	
2.2.	MARCO METODOLÓGICO.....	12
2.2.1.	Método.....	12
2.2.2.	Metodología.....	13
2.2.	RESULTADOS.....	13
2.3.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	14
3.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	16
3.2.	CONCLUSIONES.....	16
3.3.	RECOMENDACIONES.....	16
4.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	18
4.1.	REFERENCIAS.....	18
4.2.	ANEXOS.....	21

ÍNDICE DE ANEXOS

Figura 1 , los síntomas característicos de la <i>Erwinia carotovora</i> en frutos	21
Figura 2 , Síntomas de bacteriosis del fruto. (A y B) Pudrición acuosa de olor fétido en el vástago o raquis en plátano popocho	21
Figura 3 , (C y D) Pudrición del fruto en banano Cavendish	22

1. CONTEXTUALIZACIÓN

1.1 INTRODUCCIÓN

El banano es la base de la economía y dieta de muchos países, ocupando un importante lugar en la producción y comercio internacional, al ser la fruta más exportada, representado en su mayoría por triploides AAA Cavendish (Martínez Solórzano y Rey Brina 2021). El banano Cavendish se consume en todo el mundo y se caracteriza por adaptarse mejor a los climas cálidos de las zonas subtropicales. Sus racimos son grandes y contienen frutos de tamaño medio, generalmente de entre 15 y 25 cm. La cáscara es inicialmente verde cuando se comercializa, pero se vuelve amarilla a medida que madura. Es durante este proceso de maduración cuando se desarrollan los azúcares y los aromas característicos del plátano (INEC c2012).

En los últimos años, el cultivo y la exportación de plátanos en todo el mundo han experimentado un incremento sin precedentes. Se calcula que el volumen de exportación alcanza aproximadamente los 21 millones de toneladas a nivel mundial en 2019 los principales impulsores del comercio de banano incluyen un notorio aumento en la oferta procedente de los principales países exportadores, como Ecuador y Filipinas, así como un crecimiento significativo en la demanda de importaciones, especialmente por parte de China y la Unión Europea (UE) (FAO 2022).

El banano ecuatoriano ha ganado importancia a nivel mundial gracias a su calidad y a su exquisito sabor. La variedad más cultivada en el país es el banano Cavendish, que destaca por su gran resistencia al transporte y su gran atractivo en los mercados internacionales. Las exportaciones de banano constituyen una parte considerable de los ingresos de divisas de Ecuador, lo que lo sitúa como uno de los principales productos de exportación, aparte del petróleo.

El sector bananero de Ecuador ha contribuido decisivamente al desarrollo económico y socioeconómico del país. Desde la década de 1950, esta industria se ha consolidado como una destacada fuente de ingresos en divisas. Su aportación al Producto Interior Bruto (PIB) agrícola es del 24 %, mientras que las exportaciones de banano representan aproximadamente el 4 % del PIB total. Por otra parte, estas mismas exportaciones constituyen el 26 % de las exportaciones

primarias, el 33 % de las exportaciones no petroleras y el 66 % de las exportaciones tradicionales. Cabe destacar que alrededor del 12 % de la población ecuatoriana está vinculada directa o indirectamente a la actividad bananera, lo que resalta su importancia tanto en términos económicos como en la creación de empleo a nivel nacional (Agenda de Inserción del Ecuador 2004).

La Asociación de Exportadores de Banano del Ecuador (AEBE) ha presentado recientemente los datos correspondientes al periodo comprendido entre enero y octubre de 2023 relativos a las exportaciones de cajas de banano. De acuerdo con estos datos, en ese período se despacharon al exterior un total de 292,38 millones de cajas de banano. En comparación con el mismo periodo del año anterior, que acumuló 274,90 millones de cajas, esto supone un crecimiento del 6,36 %. En cuanto a los envíos al extranjero por regiones, la Unión Europea se situó a la cabeza, con un 29,30 % del total, seguida de Rusia, con un 21,40 %, y Oriente Medio, con un 14,40 %. Estas tres regiones sumaron un total de 190,64 millones de cajas de plátanos exportadas durante el periodo (Gaete 2023).

Pese a los importantes avances de la industria bananera ecuatoriana, el sector se enfrenta a importantes desafíos, uno de los más destacados e inquietantes es la creciente amenaza de enfermedades fitosanitarias, por ejemplo, la podredumbre suave del dedo. Esta enfermedad, que afecta a los frutos del banano, puede causar importantes pérdidas de producción. Esta enfermedad, causada por la bacteria *Erwinia carotovora* en las plantaciones de banano, añade complejidad a los esfuerzos de manejo y control de esta enfermedad en las plantaciones de banano en Ecuador.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A pesar de la relevancia económica del banano en Ecuador y su destacada posición como uno de los principales productos de exportación, el sector bananero se ve afectado por los daños causados por *Erwinia carotovora* en los racimos de Banano (*Musa AAA*). Por lo general, estas enfermedades aparecen en racimos próximos a la fase de cosecha, lo que supone importantes pérdidas económicas para la producción de plátano (CENIBANANO 2020).

La problemática central reside en que las plantaciones de banano enfrentan de manera constante diversas amenazas relacionadas con problemas fitosanitarios. Algunos de estos

desafíos son particularmente graves, ya que sus consecuencias impactan significativamente en los aspectos económicos y productivos.

Ante este panorama, resulta imperativo abordar esta problemática mediante investigaciones detalladas que proporcionen una descripción precisa de los daños causados por *Erwinia carotovora*, identificando su alcance y las condiciones ambientales que favorecen a la diseminación de este patógeno en el banano. Solo a través de un abordaje integral de este problema se podrán desarrollar estrategias efectivas de manejo y prevención que aseguren la salud y la competitividad a largo plazo de la industria bananera en Ecuador.

1.3 JUSTIFICACIÓN.

La industria bananera es un pilar económico en Ecuador, contribuyendo significativamente a los ingresos de divisas y al empleo. La presencia de *Erwinia carotovora* y los daños asociados podrían tener repercusiones directas en la producción y, por ende, en la economía del país. Una comprensión detallada de estos impactos es esencial para desarrollar estrategias que mitiguen las pérdidas económicas.

La actividad más importante, prácticamente la única, de las fincas bananeras de la localidad de Babahoyo es la producción de banana (Caicedo et al. 2020)

La investigación sobre la sintomatología y daños de *E. carotovora* es fundamental para desarrollar una gestión efectiva y estrategias de prevención. Un completo conocimiento de la enfermedad y sus efectos facilitará la adopción de métodos y manejos agrícolas más eficaces.

La investigación no sólo es fundamental para proteger la integridad de la industria bananera ecuatoriana, sino también para proteger la economía nacional, garantizar la competitividad mundial y fomentar prácticas agrícolas responsables. La justificación de esta problemática radica en su impacto directo en múltiples aspectos clave de la producción bananera, especialmente en el racimo del cultivo.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general

Caracterizar los daños causado por *Erwinia carotovora* en el cultivo de Banano (*Musa AAA*).

1.4.2 Objetivo específico

- Describir los síntomas de la infección causada por *Erwinia carotovora* en el racimo de Banano (*Musa AAA*).
- Detallar los métodos de control y la merma producida por *Erwinia carotovora* en cultivo de Banano.

1.5 LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

- **Dominio:** Recursos agropecuarios, ambiente, biodiversidad, y biotecnología.
- **Línea:** Desarrollo agropecuario, agroindustrial sostenible y sustentable.
- **Sublínea:** Agricultura sostenible y sustentable.

2. DESARROLLO

2.1 MARCO CONCEPTUAL

2.1.1 GENERALIDADES DEL BANANO

El banano es un cultivo tropical perenne de rápido crecimiento, y constantes cosechas durante todo el año (Dadrasnia et al. 2020).

Es una planta herbácea que no tiene un tronco leñoso, sino que su tallo es un pseudotallo que está formado por hojas sobreimpuestas. Cada unidad de producción de plátano produce una sola inflorescencia que contiene varios frutos. Estos frutos son alargados y curvados, y tienen una piel gruesa que puede ser amarilla, roja o verde, según el cultivar. En su interior, encontramos una pulpa blanda y blanca con diminutas semillas atrofiadas. El plátano es una planta que se desarrolla en climas cálidos y húmedos, ya que necesita estas condiciones para un crecimiento y desarrollo óptimos. Prefiere suelos ricos en nutrientes y bien drenados. Se reproduce por medio de rizomas o hijuelos que crecen en la base de la planta madre, los cuales se pueden separar y replantar para obtener nuevas plantas (Reina et al. 2023).

El plátano, procedente de Asia y cultivado desde hace siglos, llegó a Ecuador a través del puerto de Guayaquil. Pertenece al orden Zingiberales y a la familia Musaceae, y su taxonomía se basa en el cruzamiento de dos especies: *Mussa acuminata*, con genoma A, y *Musa balbisiana*, con genoma B. Esta monocotiledónea tiene un sistema radicular carnoso y fasciculado, sin una raíz principal definida, y su pseudotallo cilíndrico está compuesto por pecíolos de hojas dispuestas en forma de espiral. Las hojas, de distribución helicoidal y entre 15 y 25, emergen de la base del tallo. Sus flores, protegidas por brácteas de color rojo púrpura, establecen el número de "dedos" del fruto, que tiene la forma de racimo (Ramírez 2020).

2.1.2. TAXONOMÍA DEL BANANO (*Musa AAA*)

Según el (FCD c2024) esta es la taxonomía del banano *Musa AAA*.

DOMINIO: Eukaryota

REINO: Plantae

FILO: Magnoliophyta

CLASE: Liliopsida (Monocotyledoneae)

ORDEN: Zingiberales

FAMILIA: Musaceae

GÉNERO: Musa

ESPECIE: acuminata

2.1.3. Musa Triploide (AAA)

2.1.3.1. Gros Michel

El cultivar "Gros Michel" o "Plátano De Seda" se caracteriza por su hábito foliar decumbente y pseudotallo de color verde medio. Sus racimos alcanzan un peso promedio de 24 kg, con 11 manos por racimo y frutos de 26 cm de longitud y 14 cm de perímetro. Su maduración es regular y homogénea, ofreciendo un sabor delicioso y una textura delicada. Sin embargo, es altamente susceptible al "Mal De Panamá" causado por *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense y al ataque del hongo *Mycosphaerella fijiensis*. A pesar de su vulnerabilidad a estas enfermedades, muestra una moderada resistencia frente a los nematodos *R. similis* y *Meloidogyne*, según lo indicado por estudios previos (Cedeño 2010, Páez 2012).

2.1.3.2. Cavendish

El origen del nombre de esta variedad Cavendish, se debe a William Cavendish, sexto duque de Devonshire en Inglaterra. En 1830, su jardinero, Joseph Paxton, recibió un ejemplar procedente de la isla Mauricio, que decidió cultivar en el invernadero de la mansión del duque. Para su desarrollo mantuvo la temperatura entre 18 y 30 grados centígrados y utilizó tierra fértil. El fruto que obtuvo recibió el nombre de *Musa cavendishii* en honor a su patrón. La planta cultivada floreció en noviembre de 1835 y en mayo del año siguiente había producido más de 100 racimos de plátanos. Por su destacada labor de cultivo y producción, Paxton recibió una medalla en la exposición de la Royal Horticultural Society de 1835 (AgroAmerica 2023).

Según Infoagro (c2024) este desarrolla en numerosas variedades:

- **Cavendish Gigante:** con un tamaño de pseudotallo que promedia los 3,5 a 7,5 metros de altura, terminado en una corona de hojas, el pseudotallo de esta variedad presenta un

moteado de color pardo o marrón, y los bananos son más grandes que los del Cavendish Enano, con una cáscara más gruesa y un sabor menos pronunciado.

- **Valery:** El pseudotallo es moderadamente grueso y alcanza una altura de 3,0 a 3,50 metros. Las hojas tienen pecíolos largos y delgados, espaciados de manera uniforme en el pseudotallo. La relación entre la longitud y la anchura de la lámina foliar es de 3. El peso medio del racimo oscila entre 30 y 34 kilogramos (Baridón y Villarreal 2017). Variante robusta más resistente a la Sigatoka, pero con frutos menos firmes y de textura levemente cerúlea (AgroAmerica 2023).
- **Mokotaqui:** El pseudotallo es robusto y corto, mide aproximadamente menos de 2,0 metros. Las hojas tienen pecíolos cortos y están agrupadas en el pseudotallo. La proporción entre la longitud y la anchura de la lámina foliar es de aproximadamente 2,0. Los racimos pesan aproximadamente entre 20 y 25 kg. (Baridón y Villarreal 2017).
- **Gran naine:** Pseudotallo grueso con una altura de 2,50 a 2,70 m, hojas ligeramente largas con pecíolos cortos y gruesos, relación largo/ancho de la lámina de la hoja 2,20 a 2,50, peso promedio del racimo 30 a 35 kg (Baridón y Villarreal 2017).
- **Cavendish Enano:** Altura de pseudotallo es menor o igual a 2 metros, Es una variedad de hojas anchas, resistente al viento y a la sequía. Produce frutos de calidad intermedia, aunque son susceptibles de estropearse durante el transporte debido a la delgadez de su piel. Una característica interesante es que tiene flores masculinas indehiscentes (González 2019).

2.1.3.3. Williams

El plátano, originario de Vietnam y China, es una variedad conocida por sus características robustas y su adaptabilidad al entorno. Sus racimos son notoriamente grandes, pudiendo contener hasta 300 frutos cada uno, lo que lo convierte en una opción de alto rendimiento. Además, su resistencia al viento lo hace más fácil de manejar en comparación con otras variedades. Destaca también por su rápido crecimiento, lo que lo convierte en una opción atractiva para la producción comercial. Los frutos de esta variedad tienen dimensiones de 15 a 25 cm de largo, lo que los hace adecuados tanto para el consumo fresco como para la industria procesadora (Espol 2022).

El pseudotallo es vigoroso y alcanza una altura de 3,0 metros. Las hojas son de tamaño medio con peciolo ligeramente largos, y la proporción entre la longitud y la anchura del limbo oscila entre 2,50 y 2,70. El peso del racimo y peso de racimo es semejante al de la variedad Gran Naine (AgroAmerica 2023).

2.1.4. RACIMO DE BANANO (*Musa AAA*)

Es una baya sin semillas, de forma cilíndrica, que se forma a partir de los ovarios de las flores pistiladas debido al aumento de volumen de las tres celdas del ovario opuestas al eje central. Cada una puede contener de 5 a 20 manos, con 2 a 20 frutos en cada mano, que adquieren un tono amarillento verdoso a medida que maduran (Blasco y Gómez 2014). Su desarrollo completo requiere de 10 a 13 semanas con una nutrición adecuada y un manejo agronómico óptimo. Esta fruta es de gran valor alimenticio, con una pulpa dulce y aromática (Torres 2012).

2.1.5. GENERALIDADES DE *Erwinia carotovora*

2.1.5.1. TAXONOMÍA DE *Erwinia carotovora*

La taxonomía del género *Erwinia* es compleja y está constituida por varios grupos siendo el más destacado el grupo carotovora, que se distingue por incluir la especie *E. chrysanthemi* (Ech) y las subespecies *E. carotovora* subsp. *carotovora* (Ecc) (Kunstmann et al. 2006).

2.1.5.2. ENFERMEDADES CAUSADAS POR *Erwinia carotovora* EN *Musa AAA*

Puede causar varias enfermedades en el banano. Algunas de las enfermedades más comunes causadas por esta bacteria incluyen:

- Pudrición suave del fruto
- Pudrición suave del dedo
- Pudrición suave del pseudotallo

2.1.5.3. FUENTES DE INÓCULO Y DISEMINACIÓN

La principal fuente de propagación para la pudrición suave del dedo en los bananos son los frutos afectados que presentan una mancha marrón de aspecto grasoso. Sin embargo, investigaciones han demostrado que la bacteria puede sobrevivir en tejidos en descomposición, en los restos de hojas resultantes del deshoje, en los pseudotallos de las plantas y en los estigmas florales (Loor 2020).

A pesar de ello, la bacteria puede llegar al fruto de formas naturales, como a través de la lluvia, o mediante vectores como insectos. Sin embargo, se ha observado que el desarrollo de esta enfermedad está estrechamente relacionado con las actividades de desflore en el campo, ya que durante estas labores, los trabajadores propagan directamente e facilitan la infección del patógeno en los frutos de banano (Loor 2020).

2.1.5.4. EPIDEMIOLOGIA

Erwinia carotovora es una bacteria que se multiplica muy activamente temperaturas altas humedad en el suelo. Puede vivir en condiciones de escasez de aire (oxígeno). En algunos (mayores a 25 °C) Adicionalmente requiere condiciones casos puede desarrollarse en condiciones anaeróbicas. Otro factor favorable importante es la presencia de heridas o daños mecánicos a frutos y dedos.

Una vez que la bacteria se introduce en el tejido vegetal, libera una serie de enzimas que descomponen las distintas partes de las células de la planta. Comienza por romper las láminas intermedias, que son las estructuras que separan las células, y después afecta a la pared celular. Una vez degradadas estas estructuras, la bacteria utiliza el contenido celular en su propio beneficio. Este procedimiento de ataque provoca los síntomas de la podredumbre húmeda y blanda. La bacteria suele introducirse a través de heridas en la planta, como las causadas por heladas, labores agrícolas o por insectos. En algunos casos, puede penetrar a través de las lenticelas de raíces sanas en suelos muy húmedos (Nadal 2009).

2.1.5.5. SÍNTOMAS Y SIGNOS EN EL RACIMO

Los signos de esta enfermedad pueden ser evidentes en la fruta aún verde, manifestándose aproximadamente a partir de las seis semanas de edad, y pueden agravarse cuando la fruta

alcanza la edad comercial y se cosecha, generalmente a partir de las once semanas. Los síntomas distintivos incluyen una necrosis externa que comienza típicamente en la punta del fruto, afectando los tejidos de la cáscara en un área de alrededor de 0,5 cm de radio y extendiéndose gradualmente hacia el pedúnculo (Muñoz 2015).

Internamente, los tejidos de la pulpa se descomponen y emiten un olor desagradable, lo que da lugar al síntoma característico de una pudrición blanda. Esta enfermedad progresa rápidamente; dentro de las 24 horas siguientes, la necrosis externa se hace evidente, mientras que internamente la pudrición puede afectar hasta un tercio del fruto. En etapas avanzadas, debido a la pudrición interna y externa, los tejidos de la cáscara se colapsan, seguido de la liberación de exudados hacia la fruta circundante, lo que provoca manchas, estrías y decoloraciones que hacen que la fruta no sea adecuada para su comercialización (Muñoz 2015).

2.1.6. MEDIOS DE CONTROL

2.1.6.1. CONTROL QUÍMICO

De acuerdo con un estudio realizado por Loor (2020), se investigó el uso de productos que contienen sulfato de cobre pentahidratado (un fitosanitario sintético) y PROGANIC Mega (un fitosanitario orgánico) como métodos de control para inhibir el crecimiento de unidades formadoras de colonias de *Erwinia* en un entorno de laboratorio. Se encontró que la aplicación de CUPROSPOR en una dosis alta de 0,50 ml y PROGRANIC Mega en una dosis de 1,0 ml resultaron ser más eficientes que el control, con un crecimiento promedio de 40,5 y 56,3 unidades formadoras de colonias (UFC) respectivamente a las 48 horas.

2.1.6.2. CONTROL MECÁNICO

Según PROBAN (1999), este enfoque de control se basa en la eliminación mediante el lavado y la desinfección de herramientas con formol y bactericidas. No se aplica al suelo debido a que la bacteria es un parásito obligado y no está presente en el suelo.

2.1.6.3. CONTROL CULTURAL

Según (Simón y Pérez 2021), como medidas culturales, es obligatoria la selección de semillas de áreas donde la enfermedad no esté presente y la desinfección de herramientas de trabajo

durante las labores de poda y deshojes. Las recomendaciones generales para el manejo de la bacteriosis:

- Evitar trasladar semillas de zonas afectadas.
- Emplear únicamente semillas certificadas de banano que estén libres de patógenos.
- Eliminar plantas enfermas desde el cormo y dividirla en pequeños trozos en la misma área de producción.
- Aplicar cal viva sobre los tejidos repicados y expuestos para acelerar su secado.
- Como medida preventiva, delimitar la zona tratada colocando una barrera, marcando aproximadamente 5 metros alrededor de la planta tratada, para monitorizar las plantas vecinas.
- Emplear amonio cuaternario al 3 % o hipoclorito de sodio como desinfectantes.
- Realizar el deschante y la eliminación rigurosa de chantas que presenten pudrición, disponiendo las chantas eliminadas en las entre calles del cultivo para aplicar cal.
- Antes de llevar a cabo las labores de desflore, desinfectar adecuadamente los guantes del operario.
- Recoger los frutos y vástagos afectados por la pudrición al llegar a la zona de recepción de fruta, aplicar cal y luego enterrarlos en un área designada del cultivo.
- Evitar el traslado y uso de semillas provenientes de áreas afectadas por la enfermedad.
- Manejo cuidadoso de los programas de fertilización, particularmente en lo que respecta a la aplicación de potasio y boro.
- Eliminación inmediata por el método del destalle de toda la planta recién cosechada.
- Es fundamental desinfectar las herramientas planta por planta, ya que esta enfermedad es vascular y es fundamental para prevenir su propagación en la plantación.

2.1.7. MERMA PRODUCIDA POR *Erwinia carotovora* EN CULTIVO DE BANANO

2.1.7.1. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA MERMA DEL BANANO

Los productores de banano deben cumplir con ciertos requisitos y estándares de producción para la generación de un producto exportable, de alta calidad. Para ello, es necesario la disminución de la merma, así también las exigencias con el personal que manipula directamente la fruta desde el corte hasta la elaboración de las cajas donde éstas deben cumplir

con las normas de calidad para la exportación. A lo largo de este proceso, se presentan problemas que favorecen a el aumento de la merma, como el deterioro en el campo, como dedos enfermos, la rotura de racimos y la desmane, lo que se traduce en la presencia de fruta rechazada y repercute en la reducción del peso de la fruta recolectada y de la fruta de exportación (Reina et al. 2023).

2.1.7.2. MERMA ANUAL POR *Erwinia carotovora* EN PLANTACIONES DE BANANO

A nivel global, en plantaciones comerciales de banano, se ha podido observar que, a partir del cuarto ciclo de producción, la incidencia de *Erwinia carotovora* oscila entre 0,05 y 0,1 %, lo que se traduce en una pérdida de entre 36 y 72 kg de fruta por año. En los proyectos de renovación de plantaciones, la incidencia varía entre el 0,1 y el 7 %, lo que equivale a una pérdida de entre 0,3 y 1,2 toneladas de fruta al año. Esta cantidad de fruta afectada por la enfermedad se incrementa cuando se considera la fruta afectada indirectamente, debido al goteo de exudados de podredumbre y a la gestión de operaciones de los almacenes de empaquetado. Estas plantas suelen rechazar preventivamente la fruta adyacente a aquellos ejemplares que presentan síntomas de la enfermedad, debido al riesgo de maduración prematura (Villalta et al. 2019).

2.2. MARCO METODOLÓGICO

2.2.1. Método

Este trabajo de investigación práctica se llevará a cabo mediante una recopilación exhaustiva de información. Se ha realizado una investigación minuciosa que abarca diversas fuentes de libre acceso, como páginas web, artículos científicos, tesis de grado y documentos bibliográficos disponibles en varias plataformas digitales. Además, se incorporará la recopilación de datos a nivel local, específicamente en bananeras de la región. Es importante destacar que toda la información obtenida será sometida a un análisis detallado, seguido de un proceso de síntesis y resumen.

2.2.2. Metodología

De acuerdo con las técnicas de investigación, la metodología que se empleará en este trabajo es de tipo exploratoria y explicativa. Exploratoria porque se centra en documentos ya existentes de donde se recopilará toda la información y contenido del caso de estudio. Explicativa puesto que se detallará la relación que existe entre las variables de estudio que forman parte de la investigación.

2.2. RESULTADOS

El banano, siendo un cultivo tropical anual de rápido crecimiento, ha sido cultivado desde hace siglos y es uno de los productos agrícolas más populares y consumidos en todo el mundo.

La taxonomía del banano, clasificado como *Musa AAA*, siendo triploide de especie acuminata. Entre las variedades más destacadas se encuentran el Gros Michel, el Cavendish y el Williams, cada uno con sus propias características distintivas en cuanto a sabor, tamaño y resistencia a enfermedades.

Erwinia carotovora, una bacteria patógena, causa diversas enfermedades como la pudrición suave del fruto, del dedo y del pseudotallo. La bacteria se propaga a través de diversas fuentes, incluyendo frutos enfermos, restos de hojas y actividades agrícolas como el desflore. Los síntomas de la enfermedad incluyen necrosis externa, pudrición blanda y decoloraciones en la fruta, lo que puede resultar en importantes pérdidas económicas para los productores.

Para controlar la propagación de *E. carotovora*, se ha desarrollado diversos medios de control. El uso de productos fitosanitarios como el sulfato de cobre pentahidratado ha mostrado eficacia para inhibir el crecimiento bacteriano en condiciones de laboratorio. También, medidas culturales como la selección de semillas sanas, la desinfección de herramientas y la eliminación de frutos afectados son fundamentales para prevenir la propagación de la enfermedad en las plantaciones de banano.

Se ha observado que la incidencia de *E. carotovora* en plantaciones comerciales de banano puede resultar en una merma anual significativa. La enfermedad puede causar pérdidas de entre 36 y 72 kg de fruta por año en plantaciones establecidas, y de 0,3 a 1,2 toneladas de

fruta al año en proyectos de renovación de plantaciones. Estas pérdidas económicas subrayan la importancia de implementar estrategias efectivas de control y manejo de enfermedades en las plantaciones de banano.

2.3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La clasificación del plátano, que pertenece a la especie *Musa AAA*, es imprescindible para comprender su naturaleza y las características particulares del cultivo de esta fruta, así como para el establecimiento de estrategias adecuadas de manejo y control. La gran diversidad cultivares de plátanos, como Gros Michel, Cavendish y Williams, aporta una diversidad genética que permite la selección de variedades resistentes a enfermedades determinadas o adaptadas a diferentes condiciones de cultivo.

En cuanto a las enfermedades causadas por *Erwinia carotovora*, se ha comprobado que estas patologías pueden ocasionar considerables pérdidas a los productores, afectando tanto a la calidad como a la cantidad de fruta cosechada. Por lo tanto, es fundamental aplicar medidas de control eficaces para evitar la propagación de estas bacterias y reducir al mínimo el impacto de estas enfermedades en los cultivos.

Las estrategias de control sugeridas ya sean químicas o culturales, ofrecen alternativas para controlar la propagación de *E. carotovora* en los campos de banano. Sin embargo, es necesario tener en cuenta que el uso desmedido de productos químicos puede tener repercusiones negativas para el área de producción y agricultores, por lo que es esencial evaluar cuidadosamente los riesgos y beneficios asociados a estas medidas.

Por otra parte, las medidas culturales desempeñan un papel esencial en la prevención de la propagación de la bacteria en las plantaciones de plátanos. Medidas como seleccionar semillas sanas, evitar la desfloración para impedir que la bacteria penetre en los racimos, desinfectar las herramientas y eliminar la fruta afectada son esenciales. Igualmente, mantener un estricto control del contenido de humedad dentro de la plantación y establecer sistemas de drenaje adecuados para evitar condiciones propicias a la propagación bacteriana son prácticas elementales.

La merma anual causada por *E. carotovora* en plantaciones de banano es un factor significativo para considerar en la discusión de resultados. Se ha observado que, en plantaciones

comerciales de banano, la incidencia de esta bacteria puede provocar una merma entre 36 y 72 kg de fruta por año, a partir del cuarto ciclo de producción. En proyectos de renovación de plantaciones, esta merma puede ser aún mayor, alcanzando entre 0,3 y 1,2 toneladas de fruta al año. Es importante destacar que estas cifras representan no solo la pérdida directa de fruta afectada por la enfermedad, sino también frutos indirectamente afectados debido al manejo operativo en las plantas empacadoras, las plantas empacadoras rechazan la fruta adyacente a aquellas que muestran síntomas de la enfermedad debido al riesgo de maduración prematura.

La pérdida anual de cultivos debido a esta enfermedad tiene un impacto directo en los productores de plátanos. Aunque no representa una pérdida económica considerable, es esencial estar en conocimiento de los síntomas para poder identificarla y distinguirla de otras enfermedades con síntomas similares. Es importante señalar que las estrategias de control químico y cultural mencionadas anteriormente pueden contribuir a este objetivo.

Sin embargo, es fundamental seguir investigando y desarrollando nuevas técnicas y tecnologías para abordar este problema de forma integral y sostenible.

3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.2. CONCLUSIONES

El banano emerge como un cultivo de suma relevancia a nivel global, gracias a su amplia disponibilidad durante todo el año, su sabor distintivo y su valor nutricional. No obstante, la presencia de patógenos como *Erwinia carotovora* plantea desafíos significativos para los productores, ya que esta bacteria puede causar enfermedades que afectan la calidad y la cantidad de la cosecha. La taxonomía del banano revela su diversidad genética, reflejada en variedades como el Gros Michel, el Cavendish y el Williams, cada una con características únicas.

El uso de productos fitosanitarios y la adopción de prácticas de manejo adecuadas en las plantaciones son fundamentales para prevenir y controlar la propagación de la enfermedad. Además, la selección cuidadosa de semillas sanas y la desinfección regular de herramientas agrícolas son pasos clave en la mitigación de riesgos como parte un buen manejo.

Las pérdidas causadas por *E. carotovora* pueden ser significativas, ya que, al tener sintomatologías similares a otros patógenos, puede llegar a ser confundido y mal diagnosticado. Por lo tanto, se necesitan esfuerzos continuos para mejorar las estrategias de monitoreo y análisis en campo.

La merma producida por *E. carotovora* es notoriamente importante.

3.3. RECOMENDACIONES

Es fundamental establecer un programa de monitoreo regular para la detección temprana de *Erwinia carotovora* y otros patógenos en las plantaciones de banano. Esto implica llevar a cabo inspecciones periódicas de plantas y frutos, así como análisis de laboratorio cuando sea necesario. La detección temprana permitirá aplicar medidas preventivas a tiempo y reducir la repercusión de las enfermedades en la cosecha.

Además, se recomienda implementar prácticas culturales como las siguientes, con el fin de evitar la diseminación del patógeno en todo el cultivo de banano: Emplear únicamente semillas certificadas de banano que estén libres de patógenos; evitar trasladar semillas de zonas afectadas; eliminar plantas enfermas desde el cormo y dividirla en pequeños trozos en la misma área de producción; aplicar cal viva sobre los tejidos repicados y expuestos para acelerar su

secado; como medida preventiva, delimitar la zona tratada colocando una barrera, marcando aproximadamente 5 metros alrededor de la planta tratada, para monitorizar las plantas vecinas; emplear amonio cuaternario al 3 % o hipoclorito de sodio como desinfectantes.

También, realizar el deschante y la eliminación rigurosa de chantas que presenten pudrición, disponiendo las chantas eliminadas en las entre calles del cultivo para aplicar cal, antes de llevar a cabo las labores de desflore, desinfectar adecuadamente los guantes del operario, recoger los frutos y vástagos afectados por la pudrición al llegar a la zona de recepción de fruta, aplicar cal y luego enterrarlos en un área designada del cultivo, evitar el traslado y uso de semillas provenientes de áreas afectadas por la enfermedad, manejo cuidadoso de los programas de fertilización, particularmente en lo que respecta a la aplicación de potasio y boro, eliminación inmediata por el método del destalle de toda la planta recién cosechada y es fundamental desinfectar las herramientas planta por planta, ya que esta enfermedad es vascular y es fundamental para prevenir su propagación en la plantación.

Otra sugerencia importante es mejorar la capacitación de los trabajadores agrícolas sobre la importancia de la higiene y el manejo adecuado de herramientas y equipos. Esto implica realizar la desinfección de las herramientas utilizando soluciones desinfectantes como el formaldehído o bactericidas, así como la eliminación adecuada de los residuos vegetales que podrían actuar como reservorios de la bacteria.

4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

4.1. REFERENCIAS

Agenda de Inserción del Ecuador. 2004. EL BANANO EN ECUADOR. Estructura de mercados y formación de precios (en línea). s.l., s.e., (no. No. 42). Disponible en <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/PublicacionesNotas/Catalogo/Apuntes/ae42.pdf>.

AgroAmerica. 2023. Cavendish: La variedad más famosa de banano (en línea, sitio web). Consultado 3 mar. 2024. Disponible en <https://agroamerica.com/noticias/avendish-la-variedad-mas-famosa-de-banano/>.

Baridón, E; Villarreal. 2017. CULTIVO DEL BANANO. .

Blasco, L; Gómez, M. 2014. Propiedades funcionales del plátano (*Musa sp*) (en línea). s.l., Revista Médica de La Universidad Veracruzana. . Disponible en (<https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumenI.cgi?IDREVISTA=220&IDARTICULO=61315&IDPUBLICACION=6082>).

Caicedo, O; Soplín-Villacorta, H; Balmaseda-Espinosa, C; Cadena-Piedrahita, L; Leyva-Vázquez, M. 2020. Sustentabilidad de sistemas de producción de banano (*Musa paradisiaca* AAA) EN BABAHOYO, Ecuador. *Investigacion Operacional* 41(3):379-388.

Cedeño, G. 2010. Evaluación del comportamiento de doce cultivares de *Musa spp*, inoculadas con *Mycosphaerella Fijiensis*. Agente causal de la Sigatoka negra. Portoviejo, Ecuador, Universidad Técnica de Manabí. 22-25 p.

CENIBANANO. (2020). La bacteriosis del cultivo de banano y plátano (en línea). s.l., Centro de Investigación del banano. Disponible en <https://augura.com.co/wp-content/uploads/2020/10/19.-JVARGAS-RHURTADO.-Bacteriosis-29.07.2020.pdf>.

Dadrasnia, A; Usman, M; Omar, R; Ismail, S; Abdullah, R. 2020. Potential use of *Bacillus* genus to control of bananas diseases: Approaches toward high yield production and sustainable management. 32(4):2336-2342.

espol. 2022. PROCESO DEL CULTIVO DE BANANO. .

FAO. (2022). BANANA Market Review 2022 (en línea). s.l., Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Disponible en <https://www.fao.org/3/cc6952es/cc6952es.pdf>.

FCD. c2024. Musa × paradisiaca L. Fundación Charles Darwin (en línea, sitio web). Consultado 3 mar. 2024. Disponible en <https://datazone.darwinfoundation.org/es/checklist/?species=15746>.

Gaete, B. 2023. Ecuador: Exportaciones de banano incrementan 6,36% entre enero y octubre de 2023 (en línea, sitio web). Consultado 14 ene. 2024. Disponible en <https://portalportuario.cl/ecuador-exportaciones-de-banano-incrementan-636-entre-enero-y-octubre-de-2023/>.

González. (2019). Informe proyecto nacional Producción de alimentos en Cuba. s.l., s.e.

INEC. (c2012). FICHA TÉCNICA DE AGRICULTURA (en línea). s.l., Instituto Nacional de Estadística y Censos. Consultado 24 ene. 2024. Disponible en https://aplicaciones2.ecuadorencifras.gob.ec/SIN/co_agricola.php?id=01312.01.02.

Infoagro. c2024. El cultivo del plátano (banano) (en línea, sitio web). Consultado 4 mar. 2024. Disponible en https://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_del_platano_banano_.asp.

Kunstmann, JP; Ciampi, L; Böhm, L; Barrera, S; Collado, L. 2006. Determinación de Especies de Erwinia (grupo carotovora) como Agentes Causales de □Pudrición Blanda□ en Cala (Zantedeschia spp.). Agricultura Técnica 66(3):247-255. DOI: <https://doi.org/10.4067/S0365-28072006000300003>.

Loor, S. 2020. Identificación y caracterización morfológica del agente patógeno que causa la enfermedad del “dedo pudre” en el cultivo de Banano (en línea). . Disponible en <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/2c036270-2080-4505-91f1-b9985ef39307/content>.

Martínez Solórzano, GE; Rey Brina, JC. 2021. Bananos (Musa AAA): Importancia, producción y comercio en tiempos de Covid-191. Agronomía Mesoamericana 32(3):1034-1046.

Muñoz, M. 2015. Situación de la Pudrición Suave del Fruto en banano, causada por Erwinia.

Nadal, J. 2009. Bacteria Erwinia carotoroa en Pelargonium. .

Páez. 2012. Caracterización Morfo-agronómica de doce cultivares de Musáceas y evaluación a la resistencia de la enfermedad de Sigatoka Negra (*Mycosphaerella Fijiensis*). La Maná - Coropaxi, Ecuador, s.e. .

PROBAN. (1999). Guía Ambiental para el Subsector Bananero. s.l., s.e.

Ramirez, G. 2020. DESCRIPCIÓN DE LOS FACTORES DE IMPACTO AMBIENTAL GENERADOS POR EL MONOCULTIVO DE BANANO (*Musa acuminata* AAA) (en línea). EL TRIUNFO – ECUADOR, UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR. . Disponible en <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/RAMIREZ%20ASTUDILLO%20GENESIS%20DALILA.pdf>.

Reina, Y; Aguilar, J; Chacón, A. 2023. Análisis de la merma del banano a partir del software Agrosft. Baba- Los Ríos -Ecuador, s.e., vol.Vol.4.

Simón, A; Pérez, L. 2021. Strategic tactics for the integrated management of pests and diseases in banana. Doctorado en Ciencia Agrícolas. s.l., Universidad Central de Las Villas “Martha Abreu”. .

Torres, S. 2012. Guía práctica para el manejo de banano orgánico en el valle del Chira. PiuraPerú, Hidalgo Impresores E.I.R.L.

Villalta, R; Sánchez, M; Conejo, A; Guzmán, M. 2019. Identificación del agente causal de la pudrición suave del dedo en fincas bananeras de la Vertiente del Caribe de Costa Rica y evaluación del riesgo de maduración prematura en racimos afectados por la enfermedad. (en línea). (253-256.). Disponible en https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_nlinks&pid=S0377-9424202200020006100038&lng=en.

4.2.ANEXOS



Figura 1, los síntomas característicos de la *Erwinia carotovora* en frutos individuales de doce semanas de edad incluyen la necrosis externa en los tejidos de la cáscara del fruto (a) y el aspecto de los tejidos internos de la pulpa de un fruto afectado por la enfermedad (b) (Muños 2015).



Figura 2, Síntomas de bacteriosis del fruto. (A y B) Pudrición acuosa de olor fétido en el vástago o raquis en plátano popocho (CENIBANANO 2020).



Figura 3, (C y D) Pudrición del fruto en banano Cavendish (CENIBANANO 2020).