



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA



TRABAJO DE TITULACIÓN

Componente práctico del Examen de Grado de carácter
Complejivo, presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad,
como requisito previo para obtener el título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

TEMA:

“Eficacia de fungicidas para la pudrición de corona del fruto
(*Colletotrichum musae*) de Banano (*Musa AAA*)”.

AUTOR:

Jafet Antonio Casquete Mendoza.

TUTOR:

Ing. Agr. Nessar Rojas Jorgge, MSc.

Babahoyo - Los Ríos – Ecuador

2022

RESUMEN

La presente recopilación investigativa, se desarrolló con la finalidad de establecer información sobre la eficacia de fungicidas para la pudrición de corona del fruto (*Colletotrichum musae*) de Banano (*Musa* AAA). El método principal para combatir *Colletotrichum* spp es el uso de productos químicos sintéticos. La resistencia a los fungicidas y la presión regulatoria sobre los residuos de pesticidas y las preocupaciones por la salud humana están aumentando. Se determinó que pudrición de corona del fruto (*Colletotrichum musae*), se desarrolla especialmente en frutos de banano, provocando manchas negras o marrones en su corona y que se produce rápidamente en zonas tropicales con temperatura entre 25 -30 °C; ante el ataque del patógeno, los frutos no pueden ser comercializados, generando pérdidas económicas a los agricultores bananeros; los agricultores combaten la pudrición de la corona de la fruta mezclando fungicidas de varias clases químicas con sulfato amónico de aluminio. Estos fungicidas incluyen tiabendazol, imazalil, miclobutanil y azoxystrobin, que se utilizan antes del empaque del banano y los resultados de investigaciones sobre diversos controles biológicos y botánicos referente a *Colletotrichum musae* en banano no han mostrado respuesta favorables, comprobándose aun la eficacia de los fungicidas químicos.

Palabras claves: *Colletotrichum musae*, fungicidas, pudrición, banano.

SUMMARY

This investigative compilation was developed with the purpose of establishing information on the efficacy of fungicides for fruit crown rot (*Colletotrichum musae*) of Banana (*Musa AAA*). The main method of combating *Colletotrichum* spp is the use of synthetic chemicals. Fungicide resistance and regulatory pressure on pesticide residues and human health concerns are increasing. It was determined that fruit crown rot (*Colletotrichum musae*) develops especially in banana fruits, causing black or brown spots on their crown and that it occurs quickly in tropical areas with temperatures between 25 -30 0C; before the attack of the pathogen, the fruits cannot be commercialized, generating economic losses to the banana farmers; Farmers combat fruit crown rot by mixing fungicides from various chemical classes with aluminum ammonium sulfate. These fungicides include thiabendazole, imazalil, myclobutanil and azoxystrobin, which are used before packaging bananas and the results of research on various biological and botanical controls regarding *Colletotrichum musae* in bananas have not shown a favorable response, even proving the efficacy of chemical fungicides.

Keywords: *Colletotrichum musae*, fungicides, rot, banana.

CONTENIDO

RESUMEN	ii
SUMMARY	iii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	3
MARCO METODOLÓGICO	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. General	4
1.4.2. Específicos	4
1.5. Fundamentación teórica	5
1.5.1. Generalidades del cultivo de banano	5
1.5.2. Importancia de las enfermedades en Banano	7
1.5.3. Pudrición de corona del fruto (<i>Colletotrichum musae</i>) de Banano	9
1.5.4. Medidas de control de la pudrición de corona del fruto (<i>Colletotrichum musae</i>) de Banano	13
1.6. Hipótesis	17
1.7. Metodología de la investigación	17
CAPÍTULO II	18
RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	18
2.1. Desarrollo del caso	18
2.2. Situaciones detectadas (hallazgo)	18
2.3. Soluciones planteadas	19
2.4. Conclusiones	19
2.5. Recomendaciones	20
BIBLIOGRAFÍA	21

INTRODUCCIÓN

El banano (*Musa AAA*) es originario de Asia y su producción es habitual en todas las regiones tropicales y algunas subtropicales del mundo. Tiene importancia económica y social en más de 80 países. Ecuador está entre los principales productores y exportadores del banano a nivel mundial, este rubro de comercialización genera ingresos importantes al país por su volumen significativo de comercialización, al cual lo ubican como el principal producto en fuente de divisas que actualmente existe en el país, después del petróleo (Moreno 2020).

El cultivo del banano es severamente afectado por plagas y enfermedades, las cuales representan un factor limitante en la producción, tanto para los pequeños productores, como a las grandes empresas, que destinan su producción a mercados internacionales. Las enfermedades afectan a cualquier tejido de la planta, estas son causadas principalmente por hongo, bacterias y virus. El ingreso de una enfermedad cuarentenaria sería de alto riesgo para el cultivo del banano, afectando la industria bananera y provocando serias pérdidas económicas (Manzo *et al.* 2017).

La calidad del fruto banano durante la etapa de cosecha, climatización y comercialización se ve afectada por enfermedades fúngicas causadas principalmente por los géneros *Colletotrichum*, *Fusarium*, *Penicillium* y por las malas prácticas de manejo de la fruta, lo que genera altas pérdidas poscosecha. Los síntomas de la pudrición de la corona del banano se manifiestan en la poscosecha (Scribano y Garcete 2017).

La pudrición de corona, aquella que se presenta después de su cosecha, causada por distintos tipos de hongos que se encuentran generalmente en la hojarasca, restos florales o brácteas los cuales se alojan en el fruto al momento de su lavado o desmane, esta enfermedad ocasiona el ablandamiento superficial del fruto, ya sea en la corona o en el raquis la cual toma color marrón oscuro a negro con manchas blanquecinas o rosadas, aquella que a

medida que avanza afecta a los pedicelos y en casos severos a los dedos individuales ocasionando su desprendimiento de la corona (Pasiche 2018).

Por lo antes expuesto se realizó el presente documento sobre eficiencia de fungicidas para la pudrición de corona del fruto de Banano (*Colletotrichum musae*).

CAPÍTULO I

MARCO METODOLÓGICO

1.1. Definición del tema caso de estudio

La presente información hace referencia sobre la eficacia de fungicidas para la pudrición de corona del fruto (*Colletotrichum musae*) de Banano (*Musa* AAA).

La pudrición de la corona del banano es una enfermedad causada por muchos hongos, incluido *C. musae*. Este patógeno provoca entre un 20 y un 30 % de disminución de frutos en las diferentes zonas de producción bananera.

1.2. Planteamiento del problema

La producción de banano es obstaculizada por una variedad de desafíos, los cuales repercuten en los rendimientos y sin lugar a dudas, perjudicando al productor por lo que muchas veces trata de buscar cultivos alternativos por las múltiples limitaciones que presenta.

La enfermedad de la pudrición de corona es causada por patógenos acarreados desde las plantaciones, en restos florales, brácteas y en la banana en sí, es considerada el principal problema sanitario en la poscosecha de esta fruta en todo el mundo. Estos patógenos, llamados de heridas, poseen escasa capacidad parasitaria ya que necesitan de una vía de entrada, como las heridas y daños en la piel de los frutos y en la corona de las manos para iniciar el ataque.

1.3. Justificación

El cultivo es una fuente importante en la generación de empleos, ingresos de divisas y representan una fuente nutricional esencial.

Los bananos pertenecen al género *Musa* y representan al cuarto cultivo

más importante en el mundo, ya que sólo lo superan el arroz, trigo y maíz y es el frutal tropical más importante por su consumo internacional. Estas especies se cultivan en más de 120 países, las cuales producen cerca de 100 millones de toneladas anualmente, los cuales constituyen el principal alimento de al menos 400 millones de personas ya que cuenta con un gran contenido de carbohidratos, vitaminas y minerales (Manzo *et al.* 2017).

En su estado natural, la cáscara del banano protege la fruta contra las enfermedades fungosas. Pero cuando las manos se han cortado o separado del raquis, la gran herida abierta es un punto débil, ideal para que entren y se desarrollen patógenos generando enfermedades que pueden ocasionar serias pérdidas, tanto en términos de cantidad como de calidad (Scribano y Garcete 2017).

Por lo tanto es indispensable buscar y conocer alternativas que permitan determinar la eficiencia de fungicidas para la pudrición de corona del fruto de Banano.

1.4. Objetivos

1.4.1. General

Analizar la eficiencia de fungicidas para la pudrición de corona del fruto (*Colletotrichum musae*) de Banano (*Musa AAA*).

1.4.2. Específicos

- Detallar información referente a la pudrición de corona del fruto de Banano.
- Establecer las principales medidas de control de la Pudrición de corona del fruto de Banano.

1.5. Fundamentación teórica

1.5.1. Generalidades del cultivo de banano

“Los bananos y plátanos pertenecen al género *Musa* y representan al cuarto cultivo más importante en el mundo, ya que sólo lo superan el arroz, trigo y maíz y es el frutal tropical más importante por su consumo internacional” (Jones, citado por Manzo *et al.* 2014).

Es una de las frutas más consumidas a nivel mundial, no solo por su delicioso sabor, sino que también es una fruta que posee un alto contenido nutricional. En muchos lugares, es considerado como un alimento básico para la nutrición humana, especialmente para nutrir a los niños pequeños, debido a que posee características muy peculiares para el paladar como: textura, dulzura, disponibilidad, comodidad, versatilidad y costo (Cevallos, citado por Larrea 2020).

El mismo autor menciona que, el banano posee minerales como: fósforo, calcio, potasio, magnesio, sodio, hierro y zinc; posee todas las vitaminas del grupo B presentes en reino vegetal. Inclusive se ha encontrado que el banano es una fuente de dopamina, que es un poderoso antioxidante que ayuda a mantener el cuerpo saludable. Si el banano es consumido regularmente pudiese llegar a regular la presión arterial y la actividad del corazón.

Estas especies se cultivan en más de 120 países, las cuales producen cerca de 100 millones de toneladas anualmente, los cuales constituyen el principal alimento de al menos 400 millones de personas ya que cuenta con un gran contenido de carbohidratos, vitaminas y minerales. Los países de América Latina son los principales exportadores de fruta fresca hacia los Estados Unidos y Europa (Heslop-Harrison y Schwarzacher, citado por Manzo *et al.* 2014).

El banano es uno de los alimentos de primera necesidad más importantes en las zonas tropicales, y su producción para la venta en mercados locales es una de las pocas actividades que proporciona a las unidades familiares ingresos regulares durante todo el año. La mayoría de bananos se cultivan para su venta en mercados locales o para el autoconsumo, y sólo una pequeña parte los bananos producidos se venden en el mercado mundial (Arias, citado por Urango 2021).

El 30 % de la oferta mundial de banano proviene de Ecuador, siendo el mayor exportador en el mundo. Esta fruta representa el 10 % de las exportaciones totales y es el segundo rubro de mayor exportación del país al ser apetecida por consumidores de los mercados más exigentes y formar parte de la dieta diaria de millones de personas (Vargas, citado por Centanaro y Nava 2021).

“La industria bananera sigue siendo uno de los rubros más importantes para la economía del Ecuador. El sector bananero genera trabajo para más de un millón de familias ecuatorianas, aproximadamente el 6% de la población total del Ecuador” (Cevallos, citado por Larrea 2020).

La producción para la exportación se considera una actividad tecnológica y económica, el comercio internacional se basa principalmente en banano de tipo Cavendish que sustituyó al Gros Michel debido a su resistencia a ciertas enfermedades. Ecuador es el mayor exportador de banano del mundo y su presencia en el comercio mundial va en aumento con cerca del 30 % de los bananos comercializados durante los últimos años, lo que va en aumento cada año (Salazar *et al.*, citado por Centanaro y Nava 2021).

“La calidad física se sustenta en la apariencia de la fruta (tamaño, forma, color, brillo, firmeza, ausencia de defectos y deterioro). La calidad nutricional se

determina por la presencia de minerales, vitaminas, fibra alimenticia, pH, sólidos solubles totales y acidez” (Knee, citado por Vásquez *et al.* 2019).

El cultivo de banano es severamente afectado por plagas y enfermedades, las cuales representan un factor limitante en la producción, tanto para los pequeños productores, como a las grandes empresas, que destinan su producción a mercados internacionales. Las enfermedades afectan a cualquier tejido de la planta, estas son causadas principalmente por hongo, bacterias y virus (Manzo *et al.* 2014).

Los frutos de banano presentan un patrón de respiración climatérico (Snowdon, citado por Pérez 2001) y producen cantidades importantes de etileno durante la maduración. Por ello, los frutos se cosechan verdes, y durante el largo transporte hasta llegar a su mercado de destino deben mantenerse en estado pre-climatérico de forma que la madurez pueda ser inducida posteriormente bajo cuidadosas condiciones controladas (Slabaugh, citado por Pérez 2001).

1.5.2. Importancia de las enfermedades en Banano

Las enfermedades son el principal factor limitante de los cultivos, por lo que los países productores invierten considerables sumas de dinero en los estudios de investigación, transferencia y control de las mismas, en Ecuador como en la mayoría de países de Latinoamérica y el Caribe las enfermedades constituyen también el mayor obstáculo para la producción (FAO, citado por Regalado *et al.* 2019).

“En cuanto a las pérdidas poscosecha de banano, estas van del 10 % al 80 %. Las pérdidas son causadas por daños mecánicos, plagas, maduración prematura, deformidades, manipuleo, entre otros” (FAO, citado por Vásquez *et al.* 2019).

“La industria bananera es clave para el desarrollo económico agrícola por lo que la preocupación clave para la producción bananera son las consecuencias del aumento de incidencia de plagas y enfermedades provocadas por el clima, afectando en los rendimientos” (Elbehri *et al.*, citado por Regalado *et al.* 2019).

“En el Ecuador, donde la mayoría de las plantaciones bananeras operan desde hace más de 20 años, se señala que muchas han sido abandonadas y se han convertido en incubadoras de enfermedades que se propagan a las plantaciones vecinas” (Elbehri *et al.* 2015).

El Gros Michel, tuvo que ser reemplazado por clones del subgrupo Cavendish, lo que hizo necesario cambiar el procedimiento de empaquetamiento de la fruta de racimos enteros a manos aisladas y grupos de dedos empaquetados en cajas, debido a la alta susceptibilidad de los frutos de estos clones a los daños debido a la manipulación y las pudriciones de poscosecha (Slabaugh y Grove, citado por Pérez 2001).

“La fruta que no es apta para la exportación, debido a los estándares de alta calidad exigidos por los importadores, es utilizada en la agroindustria, para alimentos de animales o fruta fresca para el mercado nacional” (Fontagro, citado por Vásquez *et al.* 2019).

Para preparar las manos, el tejido de la corona es cortado, y por consiguiente se vuelve un sustrato apropiado para la colonización de diferentes microorganismos y pudriciones. Esto hizo posible que surgiera un nuevo desorden de la fruta (nombrado pudrición de la corona) causado por un complejo de hongos (Slabaugh, citado por Pérez 2001).

“La gran mayoría de los bananos exportados pertenece a la variedad Cavendish y se produce en plantaciones de monocultivo con alta densidad de plantas, lo que hace que sean muy susceptibles a infestaciones de plagas y

enfermedades” (WBE, citado por Elbehri *et al.* 2015).

Se han informado muchas especies de hongos asociadas a la enfermedad de la pudrición de la corona en diferentes partes del mundo. La composición de las especies fungosas y su importancia relativa en la pudrición de la corona es variable de lugar a lugar y de acuerdo con el período del año (Greeñe y Goos 1963; Lukezic *et al.* 1967; Burden 1974; Snowdon 1990; Slabaugh 1994, citado por Pérez 2001).

“El control de plagas con productos agroquímicos se ha convertido en la piedra angular de la actual producción comercial de bananos, con graves consecuencias negativas para el medio ambiente” (Elbehri *et al.* 2015).

La alta incidencia de este desorden puede causar una maduración temprana de la fruta durante la transportación, que da por resultado pérdidas directas. La pudrición de la corona es a menudo más importante en embarques enviados a Europa debido a los períodos más largos de transportación (Pérez 2001).

1.5.3. Pudrición de corona del fruto (*Colletotrichum musae*) de Banano

El hongo *C. musae* es un patógeno que afecta principalmente al género *Musa*, que incluye bananos. Es mejor conocido como una causa de antracnosis (las manchas negras y marrones) que indican la madurez de los plátanos. (Mendoza *et al.*, citado por Cruz *et al.* 2020).

Taxonomía: Reino: Fungí. División: Ascomicota. Clase: Sordariomycetes. Orden: Glomerellales. Familia: Glomerellaceae. Géneros: *Colletotrichum*. Especie: *C. musae*. (Mendoza *et al.*, citado por Cruz *et al.* 2020)

“La pudrición de la corona se presenta en todo el mundo durante la fase de postcosecha en frutos de bananos y plátanos y se asocia a patógenos como: *Fusarium* spp.; *Acremonium* spp.; *Verticillium* sp.; *Colletotrichum musae* y *Curvularia* sp.” (Ploetz, *et al.*, citado por Aguilar *et al.* 2013).

Este complejo de microorganismos causantes de la enfermedad crece rápidamente a temperaturas tropicales (entre 25 a 30 °C), y disminuye su tasa de desarrollo a bajas temperaturas, como las que se usan en barcos de transporte del producto (13.3 a 12.5 °C) (Finlay y Brown, citado por Pasiche 2018).

“En la mayoría de las zonas productoras de banano, la pudrición de la corona es principalmente controlada con los tratamientos fungicidas poscosecha” (Krauss *et al.*, citado por Rivas 2017).

La pudrición de la corona se presenta en todo el mundo durante la fase de postcosecha en frutos de bananos y plátanos lo que afecta la calidad de la fruta, y estas no pueden ser comercializadas ni exhibidas en los supermercados lo que genera pérdidas económicas a los agricultores y comercializadores (Ploetz *et al.*, citado por Pasiche 2018).

“La frecuencia de esta enfermedad aumenta en periodos de alta humedad y lluvia. Las conidias son diseminadas por el viento e infectan las partes florales senescentes. Puede afectar los frutos después de la cosecha” (Ploetz *et al.*, citado por Pasiche 2018).

Los conidios de *C. musae* germinan en agua en el rango de temperaturas comprendido entre 10-38 °C y óptimamente en 27 °C. La temperatura mínima para el crecimiento de las colonias es de 10 °C, la óptima de 27 y la máxima de 38-40 °C. A temperaturas inferiores a 15 °C se inhibe la germinación de los conidios, el crecimiento de las colonias, la esporulación, la incubación de la enfermedad y el crecimiento de las lesiones. La esporulación de las

colonias ocurre a temperaturas entre 15-35 °C, y óptimamente a 27 °C (Pérez y Vidal 2002).

La principal enfermedad de postcosecha es conocida como pudrición de la corona o crown rot. Dicha enfermedad se inicia con un reblandecimiento de los tejidos superficiales en los restos del raquis y en la corona o cojinete que adquiere un color marrón oscuro o negro que puede avanzar hasta afectar a los pedicelos e incluso a los dedos individuales en los casos más graves (Alvindhia et al., citado por Pasiche 2018).

“La enfermedad presenta un serio problema para la exportación ya que deteriora la calidad de la fruta cosechada y limita su aceptación por parte del consumidor” (Ploetz, *et al.*, citado por Aguilar *et al.* 2013).

Los hongos que causan la enfermedad esporulan sobre la pudrición diseminándose las conidias a través del viento y por salpicadura de agua a todas las partes de la fruta. La infección ocurre primero en la superficie del corte de la corona (Ploetz *et al.* citado por Pasiche 2018).

“En el corte de la superficie de la corona se desarrolla un fieltro o capa micelial de color blanquecino, grisácea o rosa. El micelio y la pudrición estropean la apariencia fresca y limpia de la maduración de la fruta” (Duque *et al.*, citado por Pasiche 2018).

“La sintomatología de pudrición de la corona observada en frutos de banano fue variable mostrando pudrición blanda, pudrición seca, con una coloración marrón a negro afectando la zona de corona y pedicelo, algunos con olor a fruta fermentada y vítrea” (Ploetz, *et al.*, citado por Aguilar *et al.* 2013).

“En casos severos la pudrición penetra profundamente en los dedos, que pueden llegar a desprenderse de la corona y alcanzar la pulpa perdiéndose la totalidad del fruto” (Muirhead y Jones, citado por Pasiche 2018).

“En algunos frutos aparecieron áreas necróticas de forma ovalada que abarcaron amplios sectores de la superficie del fruto, apreciándose la formación de acérvulos con masas conidiales de color salmón anaranjado, esta sintomatología coincide con la enfermedad causada por *C. musae*” (Snowdon, citado por Aguilar *et al.* 2013).

El complejo de hongos causales de la enfermedad se multiplica en la hojarasca seca, brácteas y los restos florales de los dedos, los cuales se mueven en la fruta cosechada y se instalan durante el desmane y lavado de frutos en el proceso de beneficio y empaque (Stover y Dickson, citado por Pasiche 2018).

C. musae forma un tubo germinativo que penetra de manera directa la cutícula del fruto inmaduro, donde permanece latente, reactivándose la invasión durante la maduración del fruto. Al reactivar su actividad durante la maduración, la infección causa la formación de manchas típicas de color marrón sobre las frutas maduras (Prusky, citado por Aguilar *et al.* 2013).

“La pudrición de la corona consiste en un ablandamiento y ennegrecimiento del tejido superficial en el corte de la corona, el cual se propaga hacia los peciolo” (González, citado por Pasiche 2018).

Puede desarrollarse y llegar a pudriciones destructivas de los dedos de las frutas verdes durante el almacenamiento en frío de 12 a 14 °C, las manchas en las frutas al principio son agudas, usualmente de forma irregular y amarillentas, se agrandan y pueden adquirir la forma de lente y se tornan de color marrón oscuro o negro con un margen amarillento agudo. Las masas de esporas de color naranja se desarrollan en el centro de las manchas en condiciones húmedas (Prusky, citado por Aguilar *et al.* 2013).

Es particularmente un problema en la postcosecha, por el tiempo de transporte marítimo que es mayor a 14 días. Los daños son considerables por la pudrición de la corona debido a que afecta la calidad de la fruta. Es especialmente importante en los mercados Europeos donde la fruta es frecuentemente dispuesta en ganchos (Crowther, citado por García 2010).

La enfermedad prospera sobre la cáscara lesionada y se agrava debido a las rozaduras y heridas provocadas durante la manipulación en post-cosecha. El almacenamiento durante largos periodos y las fluctuaciones de altas temperaturas de almacenamiento favorecen el desarrollo de la antracnosis (Meredith; Ploetz *et al.*; Snowdon, citado por Aguilar *et al.* 2013).

1.5.4. Medidas de control de la pudrición de corona del fruto (*Colletotrichum musae*) de Banano

Control cultural

Se ha practicado la remoción de brácteas de las flores no funcionales, como un principio de control de la enfermedad” (Slabaugh y Grove, citado por Pasiche 2018). “Se halló que los conidios y esporas de los hongos en estas estructuras es un medio para desarrollarse (De Lapeyre y Mourichon, citado por Pasiche 2018).

Control biológico

Control biológico constituye una alternativa eficaz al uso de fungicidas químicos para reducir las pudriciones de frutas y hortalizas en poscosecha, puesto que es un medio de lucha que respeta el medio ambiente. Además, los microorganismos antagonicos no son patógenos para el ser humano y pueden ser

más persistentes durante el almacenamiento que los productos químicos (Spadaro y Gullino, citado por García 2010).

La bacteria *Pseudomonas syringae* y las levaduras que aparecen naturalmente en la manzana y pera, son una opción como biocontroladores contra varios hongos patógenos que ocasionan el deterioro de las frutas en los procesos postcosecha. Es específicamente la cepa ESC-11 efectiva para reducir la pudrición de la corona en banano, producida por un complejo de hongos, incluyendo *F. semitectum* y *F. moniliforme* (Janisiewicz, citado por Pasiche 2018).

Los fungicidas sintéticos se utilizan principalmente para controlar la pérdida por deterioro. Sin embargo, la reciente tendencia está cambiando hacia alternativas ecológicas más seguras y que faciliten el control de los daños. De diversos enfoques biológicos, el uso de microorganismos antagonistas se está haciendo popular en todo el mundo. Varias enfermedades de postcosecha ahora pueden ser controladas por los antagonistas microbianos (Droby *et al.*, citado por Chero 2020).

El control biológico en la etapa de postcosecha tiene ventajas significativas en relación al biocontrol bajo condiciones de campo, ya que los dos factores más importantes que tienen que ver con el éxito del biocontrol son la temperatura, la humedad relativa constante y la facilidad de acceso. Estos factores reducen la variabilidad en el biocontrol, haciendo que el sistema sea más sencillo en cuanto a su manejo (Janisiewicz, citado por Pasiche 2018).

“Las sustancias de origen natural pueden actuar como fungicidas, fungistáticos o como inductores de resistencia. Su acción puede por lo tanto ser preventiva o curativa” (Vero *et al.*, citado por García 2010).

Se están buscando métodos de control alternativos, incluyendo el control biológico, debido a la aparición de resistencia a algunos fungicidas comúnmente utilizados y los problemas ambientales vinculados de las mezclas de fungicidas utilizados continuamente en las plantas empacadoras, así como la aversión de los consumidores a los residuos químicos en los alimentos (Johanson y Blázquez, citado por Rivas 2017).

Un ejemplo de este tipo de sustancias es el quitosano, que es un polímero de β - 1,4- glucosamina. Se encuentra formando parte de la pared de hongos en especial Zygomycetes, y se puede producir por desacetilación de la quitina presente en el exoesqueleto de artrópodos. El quitosano tiene actividad antifúngica y a la vez se ha demostrado que induce la aparición de respuesta de resistencia en fruta cosechada (El Gaouth, citado por García 2010).

Control botánico

“Una vez cosechado el fruto, se procede a desinfectarlo para evitar el ataque de las plagas” (Agrocalidad, citado por Vásquez *et al.* 2019). “La selección permite separar los frutos buenos de los dañados, tales como los deformes, con daños físicos, infectados de plagas” (Sena *et al.*, citado por Vásquez *et al.* 2019).

“Un sin número de extractos vegetales pueden alcanzar a inhibir el desarrollo micelial de algunos hongos, pero a su vez puede ser un estimulador del desarrollo para otros hongos, en ciertos casos, tienen un resultado fungistático sobre algunos patógenos” (Contreras *et al.*, citado por Chero 2020).

El uso de biopesticidas de origen vegetal; extractos de cítricos y sustancias naturales. Los extractos cítricos son una magnífica alternativa de control de la pudrición de la corona de banano y mejor si el tratamiento es por inmersión de todo el clúster, además el extracto de toronja (100ppm), es eficaz como potabilizador o

desinfectante del agua de la tina de lavado de los bananos (LLontop, citado por Cruz *et al.* 2020).

Control químico

Tradicionalmente, para controlar la pudrición de la corona, se ha utilizado un producto en el agua de lavado, para coagular el látex que exuda del corte. Usualmente, este producto es sulfato amónico de aluminio. Posteriormente, se ha aplicado un fungicida como el thiabendazole o benzimidazole llamado comercialmente como “Mertec” (Rodríguez, citado por Cruz *et al.* 2020).

La concentración del fungicida aplicado ha ido variando con el tiempo y sigue dependiendo del destino de exportación del banano. Para el año de 1997 se aplicaba 400 ppm de thiabendazole y 1% de aluminio para mercados en los Estados Unidos de América y 600 ppm de thiabendazole y 1% de aluminio para mercados europeos (Soto; Sasaki, citado por Pasiche 2018).

En la actualidad, la aplicación tiene una mezcla de Thiabendazole 600 µg/ml más Imidazole 400 µg/ml y 1% de sulfato amónico de aluminio para ambos mercados, debido a la falta de rotación de moléculas y a que las dosis crecientes no habían logrado controlar la pudrición de la corona (Rivas 2017).

Los controles fitosanitarios conllevan situaciones específicas para responder ante las restricciones futuras sobre el uso de agroquímicos en postcosecha y la problemática del deterioro de la vida útil de los frutos debido a la incidencia de enfermedades. El uso de fungicidas de síntesis química no del todo es aceptado debido a los daños al medio ambiente, a los riesgos en la salud humana (Francés *et al.*, citado por García 2010) y a la formación de cepas resistentes al fungicida (Ghosoph *et al.*, citado por García 2010).

Algunas comercializadoras, controlan la pudrición de la corona en banano mediante la mezcla de fungicidas de diferente grupo químico junto con el vaso constrictor sulfato amónico de aluminio (Demerutis y Quirós 2011). Entre estos fungicidas están el Thiabendazole, Imazalil, Miclobutanil y Azoxistrobina, los cuales son aplicados previo al empaque de la fruta (Salazar *et al.*, citado por Rivas 2017).

1.6. Hipótesis

Ho= no son eficaces los fungicidas para la pudrición de corona del fruto (*Colletotrichum musae*) de Banano.

Ha= son eficaces los fungicidas para la pudrición de corona del fruto (*Colletotrichum musae*) de Banano.

1.7. Metodología de la investigación

El presente documento que corresponde al componente práctico de trabajo complejo para la modalidad de titulación, se elaboró mediante la recolección de información de bibliotecas virtuales, textos actualizados, revistas y artículos, ponencias, congresos y todo material bibliográfico de carácter científico que aporte al desarrollo de esta investigación documental.

La información recopilada fue sometida a procesos de análisis, síntesis y resumen donde se tratará sobre la eficiencia de fungicidas para la pudrición de corona del fruto de Banano.

CAPÍTULO II

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Desarrollo del caso

La presente recopilación investigativa, se desarrolló con la finalidad de establecer información sobre la eficacia de fungicidas para la pudrición de corona del fruto (*Colletotrichum musae*) de Banano (*Musa AAA*).

El método principal para combatir *Colletotrichum* spp es el uso de productos químicos sintéticos. La resistencia a los fungicidas y la presión regulatoria sobre los residuos de pesticidas y las preocupaciones por la salud humana están aumentando.

2.2. Situaciones detectadas (hallazgo)

El banano es una de las frutas más consumidas en el mundo, no solo por su delicioso sabor sino también por su alto valor nutricional. En muchos lugares, se considera un alimento básico para los seres humanos, especialmente para los niños pequeños, porque tiene características de sabor únicas, como textura, dulzura, accesibilidad, comodidad, versatilidad y precio.

La industria bananera juega un papel clave en el desarrollo económico agrícola, por lo que el principal problema de la producción bananera está relacionado con el efecto del aumento de plagas y enfermedades inducido por el clima en la producción.

La pudrición de la corona ocurre a nivel mundial durante la etapa de poscosecha de los bananos y se asocia a patógenos como *Fusarium* spp.; *Acremonium* spp.; *Verticillium* sp.; *Colletotrichum musae* y *Curvularia* sp.”

En infección severa, el patógeno penetra profundamente en los dedos, los cuales pueden desprenderse de la corona, perdiendo el fruto en su

totalidad.

Existen controles mecánicos, biológicos, botánicos y químicos que pueden lograr controlar *C. musae* en el cultivo de banano.

2.3. Soluciones planteadas

Controlar eficientemente la incidencia de *C. musae* en los frutos de banano.

Aplicar métodos de control para evitar la diseminación de las esporas del hongo, que causan daños severos en los frutos de banano.

Promover investigaciones para obtener resultados actualizados sobre el control de *C. musae* de Banano.

2.4. Conclusiones

Pudrición de corona del fruto (*Colletotrichum musae*), se desarrolla especialmente en frutos de banano, provocando manchas negras o marrones en su corona y que se produce rápidamente en zonas tropicales con temperatura entre 25 -30 °C.

Ante el ataque del patógeno, los frutos no pueden ser comercializados, generando pérdidas económicas a los agricultores bananeros.

Los agricultores combaten la pudrición de la corona de la fruta mezclando fungicidas de varias clases químicas con sulfato amónico de aluminio. Estos fungicidas incluyen tiabendazol, imazalil, miclobutanil y azoxystrobin, que se utilizan antes del empaque del banano.

Los resultados de investigaciones sobre diversos controles biológicos y botánicos referente a *C. musae* en banano no han mostrado respuestas favorables, comprobándose aun la eficacia de los fungicidas químicos.

2.5.Recomendaciones

Aplicar medidas de control cultural, para evitar al máximo el uso de fungicidas químicos que deterioran el ambiente.

Utilizar fungicidas químicos de manera adecuada, para evitar contaminación en el ambiente y en la misma fruta.

Capacitar a los productores bananeros sobre los diferentes métodos de control de *Colletotrichum musae* para disminuir la incidencia de la enfermedad.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, R., García, R. Dulanto, J., Maldonado, E. 2013. Hongos asociados a la pudrición de la corona en frutos de banano orgánico (*Musa* spp. L.) en Piura, Perú. *R/AA*, 4(1), 81-88. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5344992>
- Centanaro, P., Nava, J. C. 2021. Nudos críticos de procesos gerenciales en unidades productivas de banano, Milagro, Ecuador (Bottlenecks of Managerial Processes at Banana Production Units in Milagro, Ecuador). *Revista CEA*, 7(13). Disponible en https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3788422
- Chero Zapata, K. Y. 2020. Control de *Thielaviopsis paradoxa* y *Colletotrichum musae* asociado a la pudrición de la corona del banano y detección de sus fuentes de inóculo. Disponible en <https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12676/2255/AGR-CHE-ZAP-2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cruz Godos, M. G., Espinoza Zapata, B. E., Morales Palacios, I. 2020. Biofungicidas y medios de contaminación en el control de pudrición de la corona en frutos de Banano (*Musa* spp) para exportación en la cooperativa Capebosan–Jibito, Piura-2020. Disponible en <https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12676/2375/IAIA-CRU-ESP-MOR-2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Elbehri, A., Calberto, G., Staver, C., Hospido, A., Skully, D., Roibás, L., Bustamante, A. 2015. Cambio climático y sostenibilidad del banano en el Ecuador. *Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Disponible en <https://www.fao.org/3/i5116s/i5116s.pdf>
- García Raymundo, R. B. 2010. Etiología y control de hongos asociados a la pudrición de la corona en frutos de banano (*Musa* spp. L.) con inductores de resistencia y bacterias antagonistas. Disponible en <https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12676/2257/AGR-GAR-RAY-2010.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Larrea, J. A. 2020. Elaboración de un manual fitosanitario de las principales

- enfermedades de banano (*Musa paradisiaca* L.), en Baba, Los Ríos, Ecuador. Disponible en <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/c2f5844a-78ad-471c-b707-d72c85d1a488/content>
- Manzo-Sánchez, G., Orozco-Santos, M., Martínez-Bolaños, L., Garrido-Ramírez, E., Canto-Canche, B. 2017. Enfermedades de importancia cuarentenaria y económica del cultivo de banano (*Musa* sp.) en México. *Revista mexicana de fitopatología*, 32(2), 89-107.
- Manzo-Sánchez, Gilberto, Orozco-Santos, Mario, Martínez-Bolaños, Luciano, Garrido-Ramírez, Eduardo, & Canto-Canche, Blondy. 2014. Enfermedades de importancia cuarentenaria y económica del cultivo de banano (*Musa* sp.) en México. *Revista mexicana de fitopatología*, 32(2), 89-107. Recuperado en 18 de septiembre de 2022, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-33092014000200089&lng=es&tlng=es.
- Moreno Moreta, M. R. 2020. Eficiencia de diferentes fungicidas foliares en época de alta presión para el control de sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en banano (*Musa paradisiaca*) en el campus la María. Quevedo: UTEQ.
- Pasiche Abad, L. E. 2018. Control de hongos asociados a la pudrición de la corona y detección del inóculo primario en frutos de banano orgánico de exportación en Piura. Disponible en <https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/1293/AGR-PAS-ABA-18.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Pérez, L., Sáenz, M., Milanés, M., López, M., Mauri, F. 2001. Pudrición de la corona de los bananos en Cuba. Etiología y dinámica de las especies de hongos asociadas. *Fitosanidad*. Vol. 5, n° 4. Diciembre 2001. Disponible en https://www.researchgate.net/profile/Luis-F-Perez-Vicente/publication/309324959_Pudricion_de_la_corona_de_los_bananos_en_Cuba_Etiologia_y_dinamica_de_las_especies_asociadas/links/580a0e8b08ae1cd5f576c323/Pudricion-de-la-corona-de-los-bananos-en-Cuba-Etiologia-y-dinamica-de-las-especies-asociadas.pdf
- Pérez, L., Vidal, I. 2002. Aspectos de la biología de *Colletotrichum musae* (berk. & curt.) v. arx y *fusarium pallidoroseum* (cooke) saccardo, agentes

causales de la pudrición de la corona de los bananos (musa sp.) en cuba. *Fitosanidad*, 6(1), 3-10. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/2091/209118145001.pdf>

Regalado, J., Plaza, A., Sánchez, C. 2019. Amenazas de las manchas foliares de Sigatoka, *Mycosphaerella* spp., en la producción sostenible de banano en el Ecuador. *Revista Verde de Agroecología e Desarrollo Sustentável*, 14(5), 591-596. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7266829>

Rivas Gould, R. P. 2017. Actividad en laboratorio y en poscosecha de biofungicidas sobre el control de *Fusarium* spp. y *Colletotrichum musae*, agentes causales de enfermedades poscosecha en banano (Musa AAA: subgrupo Cavendish).

Scribano, F. R., Garcete, V. 2017. Eficiencia de fungicidas de síntesis y orgánicos sobre la pudrición de corona del fruto de banano *Musa acuminata* Colla en la provincia de Formosa, Argentina. *RIA. Revista de investigaciones agropecuarias*, 42(2), 201-206.

Urango Ramos, A. F. 2021. Seguimiento y evaluación de labores fitosanitarias en el cultivo de banano (Musa AAA Cavendish) en la empresa Banaexport SAS Carepa–Antioquia. Disponible en <https://repositorio.unicordoba.edu.co/bitstream/handle/ucordoba/4199/UrangoRamosAndresFelipe..pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Vásquez-Castillo, Wilson, Racines-Oliva, Mauricio, Moncayo, Pablo, Viera, William, Seraquive, María. 2019. Calidad del fruto y pérdidas poscosecha de banano orgánico *Musa acuminata* en el Ecuador. *Enfoque UTE*, 10(4), 57-66. <https://doi.org/10.29019/enfoque.v10n4.545>