



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 de ciencias
agropecuaria, como requisito previo para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

Manejo integrado con biofungicidas para el control de la fumagina
(*Capnodium mangiferae*), en hojas y frutos en el cultivo de mango
(*Mangifera indica*).

AUTOR:

Luis Alberto Cadena Tómalá

TUTOR:

Ing. Agr. Juan Ortiz Dicado MSc.

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2022

RESUMEN

Los hongos patógenos son los principales responsables de las enfermedades destructivas que causan importantes problemas en la cadena alimentaria mundial. Por lo tanto, en la presente investigación se realizó una revisión bibliográfica sobre el uso de biofungicidas para el control de la fumagina en el cultivo de mango. La fumagina o moho de hollín es una enfermedad causada por el crecimiento de varios tipos de hongos que se alimentan de la melaza que dejan los insectos en las plantas y otras superficies. A medida que crecen, los hongos forman filamentos oscuros de micelio que parecen hollín. Pueden ser pequeñas y dispersas, o formar grandes masas negras que cubren amplias zonas de hojas, tallos y, en algunos casos, plantas frutales y hortalizas. Los hongos que causan el mildiu pueden ser bastante complejos. Algunos crecen en la melaza producida por diferentes especies de insectos, mientras que otros hongos son característicos de ciertas plantas o de las secreciones de determinados insectos. Por eso, en la actualidad los biofungicidas se reconocen cada vez más como una opción atractiva para abordar estos problemas, dado que son prácticos, respetuosos con el medio ambiente, asequibles y resistentes a las condiciones del campo en comparación con otros métodos de control tradicional e insostenible. En definitiva, la eficacia evidenciada a través de investigaciones científicas respecto a formulaciones de biofungicidas utilizados en el control de la fumagina en hojas y frutos del mango resultó ser una estrategia de control satisfactoria.

Palabras claves: fumagina, moho de hollín, hongo, insectos, biofungicida.

SUMMARY

Pathogenic fungi are the main responsible for destructive diseases that cause important problems in the world food chain. Therefore, in the present investigation, a literature review was conducted on the use of biofungicides for the control of fumagina in mango crop. Fumagina or sooty mold is a disease caused by the growth of several types of fungi that feed on honeydew left by insects on plants and other surfaces. As they grow, the fungi form dark filaments of mycelium that look like sooty mold. They can be small and scattered, or form large black masses that cover large areas of leaves, stems and, in some cases, fruiting plants and vegetables. The fungi that cause downy mildew can be quite complex. Some grow on honeydew produced by different species of insects, while other fungi are characteristic of certain plants or the secretions of certain insects. Therefore, biofungicides are now increasingly recognized as an attractive option to address these problems, as they are practical, environmentally friendly, affordable and resistant to field conditions compared to other traditional and unsustainable control methods. Ultimately, the efficacy evidenced through scientific research regarding biofungicide formulations used in the control of fumagina on mango leaves and fruit proved to be a successful control strategy.

Key words: fumagin, sooty mold, fungus, insects, biofungicide.

ÍNDICE

RESUMEN.....	II
SUMMARY.....	III
I. CONTEXTUALIZACIÓN.....	1
1.1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	3
1.4. OBJETIVOS.....	4
1.4.1. OBJETIVO GENERAL.....	4
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
1.5. LINEAS DE INVESTIGACIÓN.....	5
II. DESARROLLO.....	6
2.1. MARCO CONCEPTUAL.....	6
2.1.1. Antecedentes.....	6
2.1.2. Descripción del mango.....	7
2.1.2.1. Árbol.....	7
2.1.2.2. Flores.....	7
2.1.2.3. Crecimiento y desarrollo.....	8
2.1.2.4. Fenología.....	8
2.1.2.5. Fruto.....	9
2.1.2.6. Sabor.....	9
2.1.3. PLAGAS DEL MANGO.....	10
2.1.3.1. Cochinillas.....	10
2.1.3.2. Barrenadores de encaje.....	10
2.1.3.3. Moscas de la fruta.....	10
2.1.3.4. El gorgojo.....	11
2.1.3.5. Otras plagas.....	11
2.1.4. Enfermedades del mango.....	11
2.1.4.1. Antracnosis.....	11
2.1.4.2. Sarna del mango.....	12
2.1.4.3. Oídio: <i>Oidium mangiferae</i>	12
2.1.4.4. Malformaciones: <i>Fusarium spp.</i>	12
2.1.4.5. Mancha negra bacteriana.....	13
2.1.4.6. Dieback (<i>Lasiodiplodia theobromae</i>).....	13

2.1.4.7.	Fumagina o Moho de hollín: <i>Capnodium mangiferae</i>	14
2.1.4.7.1.	Causa, evolución y síntomas	14
2.1.4.7.2.	Manejo	16
2.1.4.7.3.	Tratamiento con biofungicidas	16
2.2.	MARCO METODOLÓGICO	18
2.3.	RESULTADOS	18
2.4.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	19
III.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	21
3.1.	CONCLUSIONES	21
3.2.	RECOMENDACIONES	22
IV.	REFERENCIAS	23
4.1.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23
4.2.	ANEXO	26

I. CONTEXTUALIZACIÓN

1.1. INTRODUCCIÓN

El mango es una de las más destacadas frutas tropicales por los consumidores a nivel mundial. Este fruto es proveniente de la India y se estima que se cultiva desde hace más de 4.000 años, siendo insertada en el continente americano por los europeos, los cuales hallaron los mecanismos y condiciones climáticas necesarias para su adaptación (Morales y Rodríguez 2009) . En Ecuador el cultivo de mango se inició en 1980 y ahora es uno de los más importantes productos básicos de exportación, que contribuye significativamente al PIB y a la sostenibilidad de la economía nacional (Valdez et al. 2022).

Por consiguiente, el mango se cultiva mayoritariamente en la provincia del Guayas, con una superficie aproximada de unas 7.700 registradas en plena producción, de las cuales unas 6.500 se destinan a la exportación, el resto es destinado a otros mercados tales como los locales, y a la manufacturación de productos como zumos, bebidas y pulpas (Mango Ecuador Foundation 2019).

Conviene señalar que los principales problemas que obstaculizan el completo desarrollo y rendimiento de la planta de mango son las plagas y enfermedades, tal como la Fumagina (*Capnodium sp.*), el cual es un hongo saprofito que aparece en forma de ceniza negra en el tallo, las hojas, y los frutos de la planta, que está causado por las secreciones azucaradas de los insectos chupadores (pulgones) que infestan la planta, convirtiéndola en el alimento ideal para este tipo de hongo, que no se alimenta de la propia planta, sino que suprime su proceso de fotosíntesis y retrasa su desarrollo normal (Vega y Guaca 2018).

La fumagina se controla tradicionalmente con agentes químicos, lo que tiene un impacto negativo en los aspectos sociales y ecológicos en particular, y

puede contribuir al desarrollo de la resistencia de los patógenos a los preparados químicos, por lo que hay que utilizar preparados en mayores cantidades y/o con mayor toxicidad, por ende, se requiere fomentar un manejo integrado y respetuoso con el medio ambiente (Rebolledo et al. 2013).

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El mango se distingue como un cultivo de exportación que tiene una amplia variedad de propiedades nutricionales deseables en los países, que además sirve para mejorar la calidad de vida mediante el consumo de la fruta como alimento saludable. Sin embargo, uno de los principales problemas de las plantaciones de mango son las enfermedades causadas por hongos, que se producen sobre todo en la época de floración y hacen que las flores no se abran y se caigan, lo que provoca importantes pérdidas de producción (Bricio 2021) .

La fumagina es la tercera enfermedad más importante en el cultivo del mango, después de la antracnosis y la sarna (roña), causada por un hongo del género *Capnodium* (Rebolledo et al. 2013). Se encuentra en forma de manchas negras en la superficie de las hojas y en forma aglomerada en las ramas, en la base de las flores y los frutos. La mancha consiste en un polvo negro muy fino, que suele adoptar la forma de una costra negra y sucia en el haz de la hoja; gradualmente penetra en todo el seno y forma una fina película, suave al tacto y fácil de desprender, ya que no hay una estrecha adhesión entre esta película y la epidermis de la hoja, dado que el hongo nunca penetra en el tejido de la planta. (Vega y Guaca 2018).

No obstante, las demandas sociales manifiestan su inquietud por los efectos de los fungicidas en el medio ambiente y la salud humana para combatir hongos como la fumagina en los cultivos. Por ello, el manejo orgánico ha surgido como una alternativa en la producción de alimentos, libre de

contaminantes químicos mediante el uso de recursos naturales (Rebolledo et al. 2013).

1.3. JUSTIFICACIÓN

La presente investigación se lleva a cabo porque es de suma importancia conocer sobre la infestación de fumagina en el cultivo de mango, el cual retarda el crecimiento, la floración, además que reduce el potencial productivo de la planta y demerita la apariencia del fruto.

Por ende, la finalidad es comprender a través de estudios realizados, el uso de los biofungicidas para la prevención y el control de este hongo, dado que es una de las principales enfermedades que afecta al cultivo, aunque su control químico está muy extendido, es conveniente aplicar otras estrategias menos dañinas y más respetuosas con el medio ambiente, con el objetivo de dar lugar a beneficios ambientales, económicos y sociales que son significativos, primordialmente la protección y conservación de los recursos naturales, tal como la reducción de contaminación por agroquímicos, disminuir el costo para el tratamiento del cultivo, y evitar los problemas de salud en las personas.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. OBJETIVO GENERAL

- Analizar el manejo integrado con biofungicidas para el control de la fumagina (*Capnodium mangiferae*), en hojas y frutos en el cultivo de mango (*Mangifera indica*).

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir los síntomas y características de la fumagina (*Capnodium mangiferae*) en el cultivo de mango.
- Indicar el manejo de biofungicidas en el control de la fumagina (*Capnodium mangiferae*) en hojas y frutos en el cultivo de mango.

1.5. LINEAS DE INVESTIGACIÓN

El presente trabajo está integrado a la línea de investigación institucional de la Universidad Técnica de Babahoyo denominada *Desarrollo agropecuario, agroindustrial sostenible y sustentable*, sublínea *Sanidad agropecuaria*. Dado que, en la actualidad, la reciente revolución agrícola se debe en gran medida a los avances como las aplicaciones biotecnológicas modernas, que en particular han acelerado el proceso de mejora vegetal en conjunto con el desarrollo sostenible y sustentable, llevando a cabo la gestión y conservación de los recursos naturales, mediante la cual se realizan cambios organizativos y tecnológicos para satisfacer las necesidades presentes y futuras.

Es necesario puntualizar que uno de los factores que limitan el desarrollo agrícola sostenible es la aparición de plagas y enfermedades en los cultivos, ya que provoca enormes pérdidas en todo el mundo, por lo cual ha llevado a al uso intensivo e indiscriminado de plaguicidas y agentes químicos para controlar las plagas y enfermedades, lo que ha provocado problemas de salud humana y animal, la extinción de la fauna beneficiosa, la reducción de la biodiversidad natural, la sostenibilidad y los daños.

El uso de biofungicidas en la agricultura logra un equilibrio entre la relevancia sociocultural, la productividad económica y la protección del medio ambiente que se considera crucial para la agricultura sostenible. Debido a que son formulaciones elaboradas que se derivan de organismos vivos, sus productos o subproductos que pueden emplearse para el control de plagas y enfermedades mediante mecanismos no tóxicos y de forma respetuosa con el medio ambiente.

II. DESARROLLO

2.1. MARCO CONCEPTUAL

2.1.1. Antecedentes

El mango (*Mangifera indica L.*) pertenece a la familia *Anacardiaceae*, es una de las frutas más comercializadas a nivel mundial por sus características organolépticas, al mismo tiempo dado a su resistencia, representa bajos costes en el mantenimiento del cultivo (Martínez et al. 2020). La producción mundial se estima en más de 42 millones de toneladas al año, siendo India el mayor productor de mangos, seguido de China, Tailandia, Indonesia, Pakistán y México (Sultana y Ashraf 2019) .

Según una estimación, entre el 35 y el 60% de las frutas de mango se consideran residuos después de la transformación, especialmente las semillas, que representan más de millones de toneladas anuales (O'Shea et al. 2012). Estos residuos pueden reciclarse para su posterior uso comercial, por ello, se presta especial atención a las semillas de mango por la presencia de algunos componentes bioactivos, como los fenoles, carotenoides, vitaminas y fibras alimentarias, pueden utilizarse para tratar problemas de salud humana (Jahurul et al. 2015).

En la actualidad existen más de 1000 variedades diferentes de mango, se clasifican comercialmente según el color de la cáscara rojo y amarillo. En la madurez, las variedades rojas muestran una piel rojiza; a este grupo pertenecen las variedades Haden, Tommy Atkins, Kitt, Kent y Palmer (Berardini et al. 2005, Okino-Delgado et al. 2020). Las variedades de mango rojo tienen un mayor reconocimiento en el mercado mundial, con una alta producción por superficie, pulpa dulce (16 brix) y bajo contenido de fibra. Mientras que los mangos amarillos, como Afonso y Totapuri, tienen una corteza amarillenta en la

madurez y son muy reconocidos en las regiones productoras (Okino-Delgado et al. 2020).

2.1.2. Descripción del mango

2.1.2.1. Árbol

Se cree que el árbol del mango evolucionó en las selvas tropicales del sureste de Asia. Los árboles maduros pueden alcanzar una altura de 40 m o más, y vivir varios cientos de años. Los mangos domesticados por selección a partir de poblaciones de plántulas de polinización abierta muestran diferencias en la arquitectura del árbol, es decir, forma y tamaño, se trata de un árbol caducifolio de hoja perenne. Las hojas son simples y alternas, con peciolo de 1 a 12,5 cm de longitud (Litz 2009).

La morfología de las hojas varía considerablemente de una variedad a otra: las hojas pueden ser lanceoladas, oblongas, ovadas o una mezcla de ellas, varían en longitud de 12 a 38 cm y en anchura de 2 a 13 cm. Las hojas jóvenes son de color cobrizo, y se vuelven primero de color verde claro y luego oscuro con la edad. Las hojas están dispuestas en espirales y forman racimos. La copa del árbol suele ser ovalada, alargada o abovedada. El periodo juvenil de las plántulas puede oscilar entre 3 y 7 años. El sistema radicular consiste en un rizoma largo y fuerte y numerosas raíces de alimentación por encima del suelo (Litz 2009).

2.1.2.2. Flores

Las flores del mango se disponen en panículas piramidales terminales, glabras o peludas; la inflorescencia es rígida, erecta, de hasta 30 cm de longitud, ampliamente ramificada, generalmente terciaria, la última rama siempre cimosa. La inflorescencia suele estar densamente cubierta de cientos de pequeñas flores de 5-10 mm de diámetro. Las flores son monoflorales o multiflorales, con flores dispuestas en una inflorescencia. El pistilo se rompe en

las flores masculinas. La proporción de flores monoicas y polioicas depende en gran medida de factores ambientales y culturales (Okino-Delgado et al. 2020).

Las flores tienen cuatro o cinco sépalos y pétalos, ovalados u ovado-lanceolados y finamente pilosos. El disco de la flor es también de cuatro o cinco lóbulos, plano y grande, situado por encima de la base de los pétalos. Hay cinco grandes estambres pubescentes, de los cuales sólo uno o dos son fértiles; los restantes son estaminodios estériles, rematados por una pequeña glándula (Litz 2009).

Los estambres restantes son estaminodios estériles, sobre los que hay una pequeña glándula. Además, de los lóbulos de los nectarios salen dos o tres estambres más pequeños. Los estambres están situados en el centro, y el ovario es anatómico y pendular. Además, se supone que las flores son polinizadas de forma cruzada por las moscas (Litz 2009).

2.1.2.3. Crecimiento y desarrollo

Los mangos comienzan a dar frutos entre 2 y 4 años después de su plantación plantar y puede dar frutos durante más de 100 años. En condiciones ideales, los árboles pueden crecer hasta 2 m (6,6 pies) en el primer año. Una vez que los árboles dan fruto, el ritmo de crecimiento se ralentiza (Bally 2006).

2.1.2.4. Fenología

La fenología es el ciclo anual de los fenómenos de crecimiento en el árbol de mango maduro, este ciclo es similar en la mayoría de las variedades y condiciones, diferenciándose únicamente en el momento y la duración. Las excepciones son los árboles que crecen cerca del ecuador, donde las fluctuaciones estacionales son mínimas, y por ende la floración y cosecha puede producirse varias veces al año (Bally 2006).

2.1.2.5. Fruto

El fruto del mango es una drupa grande y plana que contiene un mesocarpio comestible de grosor variable. El mesocarpio es resinoso y muy variable en forma, tamaño, color, contenido de carne y sabor. El olor varía de trementina a dulce. El exocarpio es grueso y glandular. Es característico el pico, que se desarrolla lateralmente en el extremo proximal del fruto. Siempre hay un seno por encima del pico. Los frutos varían en forma; pueden ser alargados, oblongos y ovoides, o tener formas intermedias de dos de estas formas. La longitud de los frutos varía de 2,5 a > 30 cm, según la variedad (Bally 2006) .

El endocarpio es leñoso, grueso y fibroso, además las fibras del mesocarpio emergen del endocarpio. El fruto del mango es climatérico y durante la maduración hay una mayor producción de etileno. El fruto contiene clorofila, carotenos, antocianinas y xantofilas. La corteza suele ser una mezcla de pigmentos verdes, rojos y amarillos y el color del fruto en la madurez depende del genotipo. Durante la maduración, los cloroplastos de la corteza se convierten en cromoplastos que contienen pigmentos amarillos y rojos (Bally 2006).

2.1.2.6. Sabor

El sabor del mesocarpio del mango depende de los carbohidratos, los ácidos orgánicos, las lactonas, los hidrocarburos monoterpénicos y los ácidos grasos, durante la maduración del fruto, el almidón acumulado en los cloroplastos se hidroliza a sacarosa, glucosa y fructosa; la sacarosa está presente en concentraciones ligeramente superiores a la fructosa o la glucosa (Litz 2009).

El contenido de ácidos orgánicos disminuye durante la maduración. El ácido orgánico predominante es el cítrico, pero también están presentes los

ácidos glicólico, málico, tartárico y oxálico. El sabor a melocotón del mango se atribuye a la presencia de regaliz (Litz 2009).

2.1.3. PLAGAS DEL MANGO

Muchos insectos viven y se alimentan de los árboles de mango, pero sólo unos pocos se consideran plagas importantes.

2.1.3.1. Cochinillas

Se sabe que varias especies de cochinillas son plagas de mango, incluyendo *Phenacaspis dilatata*, *P. cockerelli*, *Ceroplasts rubens* y *Aulacaspis tubercularis*. Las zonas infestadas se vuelven de color verde pálido o amarillo y acaban muriendo. Estos insectos infestan todas las partes del árbol y suelen ser la principal plaga en el de la guardería (Sultana y Ashraf 2019).

2.1.3.2. Barrenadores de encaje

Hay dos especies principales de barrenadores de encaje, *Penicillaria jocosatrix* y *Chlumetia euthysticha*. Las larvas de estas especies roen los brotes jóvenes en desarrollo y los matan. La plaga es más fuerte durante los meses cálidos y húmedos del verano (Bally 2006).

2.1.3.3. Moscas de la fruta

Las especies de moscas de la fruta varían de una región a otra. Las moscas adultas ponen huevos en frutas maduras, y las larvas hacen un túnel y se alimentan, estas abren paso a través de la pulpa de la fruta, destruyéndola y descomponiéndola (Bally 2006).

2.1.3.4. El gorgojo

El gorgojo de la semilla del mango (*Sternochetus mangiferae*, *S. gravis*) entra en la semilla en una fase temprana del desarrollo del fruto, causando poco o ningún daño a los frutos comestibles. En las semillas, las larvas destruyen los cotiledones, reduciendo así la germinación de las semillas. La presencia de gorgojos de la semilla es una importante barrera de cuarentena para la exportación de mangos en muchos países (Sultana y Ashraf 2019).

2.1.3.5. Otras plagas

Otros insectos y plagas del mango son los escarabajos de las manchas de la fruta (*Amblypelta lutescens*, *A. nitida*), las orugas de las semillas, saltamontes, orugas que se alimentan de flores (*Geometridae*, *Lymantriidae*, *Noctuidae*, *Pyralidae* y *Tortricidae*), trips (*Selenothrips rubrocinctus*), minadores (*Acrocercops* sp.), polillas de la fruta (*Othreis* sp.), termitas (*Isopetra* sp.), ácaros (*Eriophyes mangifera*, *Oligonychus coffeae*) y cóccidos (*Coccus* sp.) (Sultana y Ashraf 2019).

2.1.4. Enfermedades del mango

2.1.4.1. Antracnosis

La antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*) es una enfermedad fúngica grave de las flores, los frutos y las hojas. Durante la floración y el desarrollo temprano de los frutos, la antracnosis provoca lesiones negras en las flores y los frutos jóvenes y hace que se desprendan de la inflorescencia. Las condiciones de humedad durante la floración favorecen el desarrollo de la antracnosis (Bally 2006).

Después cuando el fruto alcanza un diámetro de unos 4 cm, sus mecanismos naturales de defensa lo protegen de la antracnosis mediante haciendo que el hongo entre en su fase de letargo. Cuando la fruta se ablanda durante la maduración, se destruyen sus mecanismos naturales de defensa, y

la infección latente con la antracnosis se convierte en lesiones negras que se pudren en la fruta en pocos días. La antracnosis es la principal causa de pérdida de mangos durante el almacenamiento y el transporte (Bally 2006).

2.1.4.2. Sarna del mango

La sarna del mango (*Elsinoe mangiferae*) es una enfermedad fúngica que afecta a las hojas, tallos y frutos jóvenes. En los tallos y las hojas se forman múltiples láminas grises, ligeramente elevadas, ovaladas o elípticas. En los frutos jóvenes se forman lesiones negras y ásperas que, si están muy infestadas, pueden provocar la caída del fruto. A medida que los frutos crecen, se desarrolla un tejido cicatrizado alrededor de ellos, después de la cosecha, las lesiones no se agrandan. La sarna del mango es más grave en las regiones más húmedas (Bally 2006).

2.1.4.3. Oídio: *Oidium mangiferae*

El oídio del mango está causado por el hongo patógeno *Oidium mangiferae*, es favorecido por noches frescas con condiciones climáticas cálidas y húmedas que promueven la aparición de la enfermedad. El oídio aparece en las hojas, los pedúnculos, los pecíolos, los frutos jóvenes y los tallos tiernos. El hongo es ectofítico y entra en la célula a través de los haustorios, penetrando en la capa epidérmica. En general, el hongo del oídio forma una capa blanca y densa en la superficie del huésped. El patógeno se desarrolla en ambientes secos y fríos, pero alcanza una mayor gravedad con una humedad relativa del 90% (Khaskheli 2020).

2.1.4.4. Malformaciones: *Fusarium spp.*

La enfermedad de la malformación del mango es una grave amenaza y está aumentando significativamente debido a la gran demanda de mangos en el mercado internacional y a la expansión de la producción mundial de mangos

para la exportación. Existen dos tipos diferentes de malformación del mango: la malformación vegetativa y la malformación floral (Khaskheli 2020)

Las malformaciones florales son más comunes en los árboles de mango en fase de fructificación, mientras que las malformaciones vegetativas se producen principalmente en las plántulas. La malformación del mango provoca el acortamiento de las inflorescencias, la esterilidad y la terminación de las flores hermafroditas, mientras que las flores masculinas aumentan en número y tamaño (Khaskheli 2020).

2.1.4.5. Mancha negra bacteriana

La mancha negra bacteriana (*Xanthomonas campestris* pv. *Mangiferaeindicae*) es una enfermedad bacteriana de las hojas y los frutos. Es más grave en las zonas ventosas y en los árboles de bajo crecimiento. La enfermedad puede reconocerse en las hojas por las lesiones negras elevadas con bordes grasos delineados por las venas de la hoja (Bally 2006).

Las lesiones aparecen por primera vez como pequeñas manchas irregulares, empapadas de agua, alrededor de las lenticelas. Después, los focos de la lesión se vuelven elevados y tienen un aspecto aceitoso, agrietado y que rezuma savia bacteriana. La enfermedad se propaga con el agua arrastrada por el viento desde las lesiones a agujeros y heridas naturales en el árbol (Bally 2006).

2.1.4.6. Dieback (*Lasiodiplodia theobromae*)

La marchitez del mango causada por *L. theobromae* se considera una de las enfermedades más graves del mango. El inicio de la muerte puede juzgarse por la decoloración y el oscurecimiento de las ramas, la gomosis, el marchitamiento de las hojas, la muerte, el pardeamiento de los haces

vasculares y la muerte de toda la planta, asimismo también pueden observarse síntomas en los órganos reproductores (Naqvi et al. 2014).

En casos graves, las ramas comienzan a marchitarse una a una, lo que provoca la muerte de los árboles de la plantación de mangos. Una vez que se hacen evidentes los síntomas de marchitamiento o la muerte generalizada, suele ser difícil detener o revertir la progresión de la enfermedad (Naqvi et al. 2014). También se ha observado la enfermedad en diferentes variedades de mango, lo que se debe a las diferencias de susceptibilidad al hongo. Se ha informado de que algunos cultivares son muy susceptibles. En general, el dieback es una de las enfermedades más mortíferas del mango, causando graves daños al árbol y a su productividad (Saeed et al. 2017).

2.1.4.7. Fumagina o Moho de hollín: *Capnodium mangiferae*

2.1.4.7.1. Causa, evolución y síntomas

(Prakash 2004) señala que la fumagina también se conoce como moho negro, moho de hollín o mancha de hollín, y se da en todos los lugares donde hay melaza o insectos que liberan azúcar, como chinches del mango, cochinillas. Las hifas de diferentes taxones de hongos de hollín a menudo se entremezclan para formar una colonia en la superficie del huésped. Suele incluir estados asexuales y sexuales de la misma o de diferentes especies, pero no todos los hongos de hollín forman un estado sexual (Chomnunti et al. 2014).

La distinción de las especies es una cuestión importante para los hongos del mildiu porque a menudo crecen juntos y muestran un pleomorfismo sorprendente. Se cree que algunas especies forman hasta tres estadios asexuales asociados a un único estadio sexual. Sin embargo, esta información se basa en la observación directa y no en datos culturales o moleculares (Chomnunti et al. 2014).

Varios hongos ascomicetos forman crecimientos superficiales de color oscuro en la superficie de las hojas, los tallos y los frutos de las plantas, y este interfiere en el funcionamiento normal de la planta al reducir la superficie foliar efectiva necesaria para la fotosíntesis. Por lo tanto, la aparición, la frecuencia y la gravedad de esta enfermedad dependen de la infestación por plagas de insectos (Prakash 2004).

Por regla general, los insectos chupadores atacan al principio de la enfermedad y segregan una secreción dulce sobre la que se desarrolla el moho de hollín. Más tarde, el mildiu aparece como crecimientos negros y aterciopelados en la superficie de las hojas. Toda o parte de la superficie de la hoja puede estar cubierta por el hongo y, en casos graves, toda la planta se ve afectada. La fina capa que se forma en la superficie de la hoja se desprende fácilmente (Khaskheli 2020).

Si el moho afecta a las flores durante la floración, afecta la fructificación y, en casos graves, los pequeños frutos también se caen. En condiciones de sequedad, pueden ser arrastrados por el viento en forma de pequeños fragmentos. Los hongos que causan la enfermedad no son patógenos en el sentido propio de la palabra, pero la actividad fotosintética de la planta se ve perjudicada al cubrir las hojas. Los síntomas de esta enfermedad son claramente visibles en los huertos infestados (Prakash 2004).

Como se ha explicado anteriormente, esta enfermedad se desarrolla en los exudados de insectos chupadores como los pulgones, los saltamontes, las cochinillas, los psílidos, los gusanos y las moscas blancas. Tanto los estados inmaduros como los adultos de estos insectos se alimentan chupando los jugos de las plantas, produciendo melaza. Su característica común es que chupan toda la savia de las plantas. Así que hay que tomarse en serio estas plagas y controlarlas con plaguicidas (Khaskheli 2020).

2.1.4.7.2. Manejo

El tratamiento para esta enfermedad es eliminar la causa destruyendo los insectos. El moho morirá debido a la falta de un entorno de reproducción adecuado si los insectos que producen la melaza son eliminados con insecticidas adecuados. La aplicación de plaguicidas debe cubrir las dos superficies de las hojas (Misra y Prakash 1993).

Por consiguiente (Singh y Singh 1972) establecen una pulverización con Elosal (900 g/450 L.) a intervalos de 10-15 días han demostrado ser bastante eficaces. Mientras que (Misra y Prakash 1993) indican que la pulverización con Vettasul (wetttable sulphur) + Metacid (Methyl parathion) + Gum Accacia (0,2 + 0,1 + 0,3%) y aceite de la India. Los preparados nº 1 y 2 a intervalos de 15 días pueden controlar el moho de hollín.

2.1.4.7.3. Tratamiento con biofungicidas

Los biofungicidas son todo tipo de organismos vivos que pueden utilizarse para controlar los hongos. Los biofungicidas son preparados biológicos utilizados para controlar las enfermedades de las plantas causadas por hongos. Los biofungicidas se dividen en dos grupos, a saber, los fungicidas para plantas (elaborados a partir de plantas) y los fungicidas biológicos (elaborados a partir de microorganismos como virus, bacterias y hongos), que pueden inhibir o controlar otros microbios que son patógenos para las plantas (Fadhly Siregar 2020).

En el estudio realizado por (Rebolledo et al. 2013) evaluaron la eficacia de siete biofungicidas, un fungicida químico, un método de embolsado de frutos y un control en el control de la fumagina en las hojas y frutos del mango Manila en Veracruz, México. Los resultados mostraron que los biofungicidas Bio hcaz 3,5, Bio fyb 1,5, Fungicus ph 4 y Fungicus ph 8 alcanzaron el 95% de los valores de las hojas en las categorías sana y leve con menos del 5% de daño.

El porcentaje de frutos sanos fue del 98 % para Bagging, del 82 % para Benomil, del 80 % para Sunset 3 y del 78 % para Sulfocop 4 y Bio fyb 1.5 mostró un buen control de la fumagina en hojas y frutos. La aplicación de los preparados Bio no tuvo ningún efecto sobre el rendimiento y la calidad de los frutos (Rebolledo et al. 2013).

Mientras que, en la investigación de (Hamid y Jalaluddin 2006) señala que el efecto de la pulverización de fungicidas para controlar la fumagina fue escaso y la pulverización de insecticidas tampoco fue muy eficaz. (Prakash y Raof 1982) evaluó el efecto de varias pulverizaciones de fungicidas y encontró que no eran muy eficaces en el control de las enfermedades del mango en la India.

Sin embargo, cuando se mezclaron y rociaron fungicidas e insecticidas, se demostró que era mejor para reducir la incidencia de la enfermedad. Dado el coste de los productos químicos y la mano de obra que conlleva su aplicación a gran escala, esta protección no se considera rentable. La aplicación de un biopreparado a partir de aceite mineral mezclado con almidón tuvo una relación coste-beneficio similar (Hamid y Jalaluddin 2006).

De modo similar, (Vega y Guaca 2018) evaluaron la acción de un biopreparado compuesto por agua, cenizas y jabón insaponificable en tres concentraciones sobre las hojas de mango Tommy Atkins en Colombia. Los resultados mostraron que TTO 1 (1 lt/ bomba de 20 L con una concentración de 5%) provocó una mayor reducción de la fumagina, ya que disminuyó del 52,9% al 42,2% durante el periodo de aplicación. Sin embargo, no se consiguió reducir la morbilidad con los demás tratamientos debido al grado de infestación de las plantas.

Dado que las plagas son una fuente de alimento para el hongo de hollín, las mezclas de agua jabonosa suelen reducir la población de la plaga y deben

repetirse al menos una vez a la semana mientras persistan los síntomas. Si esto no es suficiente, puedes aplicar aceite de Neem o un aceite de jardín como JMS Stylet Oil al follaje para sofocar las plagas y las esporas de los hongos (ARBICO Organics 2022).

2.2. MARCO METODOLÓGICO

El presente proyecto se desarrolló mediante la revisión sistemática de artículos científicos, libros, manuales, tesis y documentación en plataformas digitales, como método de investigación y análisis para reunir información relevante sobre la afección de la fumagina en hojas y frutos en los cultivos de mango, y las prácticas existentes y eficaces del uso de biofungicidas como medida para contrarrestar la enfermedad.

En primer lugar, se llevó a cabo el desarrollo de la descripción del cultivo de mango, crecimiento y desarrollo, fenología, características organolépticas, plagas y enfermedades, posteriormente se profundizó en base a los objetivos planteados y se describió los síntomas y características de la fumagina, y a su vez, las investigaciones respecto al manejo de biofungicidas como tratamiento en hojas y frutos del mango.

2.3. RESULTADOS

El mango se ve afectado por una serie de enfermedades en todas las fases de su desarrollo, desde la plántula hasta los frutos almacenados o transportados. Las enfermedades de campo se provocan desde la cosecha, mientras que las enfermedades posteriores a la cosecha están directamente relacionadas con las pérdidas en la exportación y en el mercado nacional. Casi ningún órgano de la planta es inmune y casi todas las partes, es decir, el tallo, rama, raíz, hoja, peciolo, flor y fruto se ven afectados por diversas enfermedades que se manifiestan en forma de varios tipos de podredumbre,

muerte, moho, necrosis, sarna, marchitez, manchas, hollín, malformación y trastornos.

En los últimos años, la fumagina ha atacado muchas plantaciones de mango, dado que este hongo vive en la superficie de las plantas, donde los insectos que comen savia se alimentan de las hojas de las plantas y excretan melaza como producto de desecho, y después este residuo gotea sobre las hojas y cubre las ramas el suelo, las piedras e incluso las plantas con una capa pegajosa y azucarada.

Por tal motivo, una estrategia que puede ayudar a controlar la fumagina es privando a las plagas de su fuente de alimento azucarado, y aplicar biofungicidas para el tratamiento de la planta. Y en cuanto se detecte el mildiu, debe iniciarse la lucha contra los insectos, dado que están directamente relacionados con la liberación de la solución de azúcares pegajosos, que es un sustrato natural para el crecimiento de la fumagina.

2.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La fumagina o moho de hollín es grupo notable pero poco estudiado de hongos, que cubren los frutos y las hojas con micelios superficialmente negros que reducen la tasa de fotosíntesis de las plantas huésped. Además (Hamid y Jalaluddin 2006) indican que las condiciones climáticas, es decir, la temperatura y la humedad relativa son favorables para el crecimiento y la esporulación del mildiu durante la floración y la fructificación del mango.

Por otra parte (Chomnunti et al. 2014) indican que pocos investigadores han intentado cuantificar su importancia económica. Los hongos de hollín están bien estudiados morfológicamente, pero apenas están representados en una clasificación basada en la filogenia natural. Actualmente se conocen representantes de las *Capnodiaceae*, *Antennulariellaceae*, *Coccodiniaceae*,

Euantennariaceae, *Chaetothyriaceae*, *Metacapnodiaceae* y *Trichomeriaceae*, así como de otros géneros.

Mientras que, (Pole y Wasilwa 2014) manifiestan que una forma eficiente de prevenir su aparición es eliminando la fuente de su alimento azucarado. Por esta razón es fundamental el control de los insectos comedores de floema, y tan pronto aparezca el mildiu, se debe intervenir con el programa de control de insectos. Es necesario mencionar que el mildiu puede lavarse cuidadosamente con agua jabonosa o con lejía doméstica diluida (1 parte de lejía por 99 de agua).

Con respecto a los biofungicidas que ayudan a contrarrestar la enfermedad de la fumagina, tenemos diversas formulaciones planteados por diferentes autores, tal como los biopreparados formulados a partir de cenizas, agua y jabón insaponificable, de aceite mineral mezclado con almidón, mezclas de agua jabonosa, aceite de Neem, aceite de jardín como JMS Stylet Oil, y los productos Bio hcaz 3,5, Bio fyb 1,5 por Bioagromex.

No obstante (Kumar y Singh 2014) reportaron de que los agricultores están recurriendo a los biofungicidas para garantizar y mejorar la calidad de sus productos. Dado que los biofungicidas no tienen residuos, lo que es importante para los consumidores, cuando se utilizan en el marco de la gestión integrada de plagas, la eficacia de los biofungicidas puede compararse a la de los plaguicidas convencionales, especialmente en cultivos como frutas, verduras, flores. Los biofungicidas ofrecen una alta eficacia con mínimas restricciones de aplicación y un excelente potencial de gestión de la resistencia.

Asimismo (Fadhly Siregar 2020) señala que, para el desarrollo de los biofungicidas, se requiere el cribado de numerosos antagonistas o candidatos antimicóticos bioactivos en cuanto a sus interacciones con el medio ambiente, su modo de acción, su eficacia en condiciones de campo, su estabilidad de

formulación, sus costes de producción, sus riesgos e impactos medioambientales y sus requisitos normativos. Los extractos vegetales se consideran no fitotóxicos y potencialmente eficaces para el control de los hongos fitopatógenos, ya que constituyen una alternativa sostenible y rentable para su uso en la agricultura.

III. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1. CONCLUSIONES

- La fumagina surge de las interacciones entre los insectos que se alimentan de savia y los hongos no parasitarios. Estos mohos no infectan el tejido de la planta de mango, pero tiene efectos negativos sobre la fotosíntesis, por lo que impiden que la luz solar llegue a los cloroplastos de las hojas, donde la planta produce energía para el crecimiento. Además, cuando la fumagina afecta el mango, se vuelve un problema después de la cosecha, ya que provoca manchas estéticamente desagradables en el fruto, afectando a la calidad.
- De este modo, el uso generalizado de fungicidas puede favorecer a la aparición de poblaciones de patógenos resistentes. Es probable que el riesgo asociado a la salud humana y al medio ambiente aumente en lugar de disminuir en un futuro próximo, a menos que las intervenciones externas den lugar a formas más resistentes, se han desarrollado varios tipos de biofungicidas para el control biológico, que introducen enemigos naturales en el proceso de nivelación de la población, en el que la población de una especie reduce el número de otra especie a través de la patogenicidad, la depredación, el parasitismo.

- Uso de formulaciones son a partir de cenizas, agua y jabón insaponificable, de aceite mineral mezclado con almidón, mezclas de agua jabonosa, aceite de Neem, aceite de jardín como JMS Stylet Oil, y los productos Bio hcaz 3,5, Bio fyb 1,5 por Bioagromex.

3.2. RECOMENDACIONES

- Adoptar las metodologías de prevención y control de la fumagina. metodologías que son de carácter cultural, biológico, químico, e integrado, conforme están descritos en líneas superiores del presente estudio..
- Continuar realizando estudios experimentales de biofungicidas, para seguir explorando nuevas alternativas amigables con el ecosistema. Para garantizar la sostenibilidad se debe buscar un equilibrio entre el medio ambiente y los recursos económicos.

IV. REFERENCIAS

4.1. REFERENCIAS BILIOGRÁFICAS

- ARBICO Organics. 2022. Controlling Black Sooty Mold (en línea, sitio web). Consultado 21 ago. 2022. Disponible en <https://www.arbico-organics.com/category/Black-Sooty-Mold>.
- Bally, I. 2006. *Mangifera indica* (mango) (en línea). s.l., Permanent Agriculture Resources. Disponible en <https://agroforestry.org/images/pdfs/Mangifera-mango.pdf>.
- Berardini, N; Knödler, M; Schieber, A; Carle, R. 2005. Utilization of mango peels as a source of pectin and polyphenolics. *Innovative Food Science & Emerging Technologies* 6(4):442-452. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.IFSET.2005.06.004>.
- Bricio, I. 2021. Enfermedades que afectan al cultivo de Mango (*Mangifera indica* L.) y su control preventivo, en Ecuador (en línea). s.l., Universidad Técnica de Babahoyo. Disponible en <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/9278>.
- Chomnunti, P; Hongsanan, S; Aguirre-Hudson, B; Tian, Q; Peršoh, D; Dhimi, MK; Alias, AS; Xu, J; Liu, X; Stadler, M; Hyde, KD. 2014. The sooty moulds (en línea). *Fungal Diversity* 2014 66:1 66(1):1-36. DOI: <https://doi.org/10.1007/S13225-014-0278-5>.
- Hamid, M; Jalaluddin, M. 2006. Recurring incidence of sooty mould of mango in Karachi and its control (en línea). *International Journal of Biology and Biotechnology* 3(3):561-565. Disponible en [http://www.ijbbku.com/assets/custom/journals/2006/3/RECURRING INCIDENCE OF SOOTY MOULD OF MANGO IN KARACHI AND ITS CONTROL.pdf](http://www.ijbbku.com/assets/custom/journals/2006/3/RECURRING%20INCIDENCE%20OF%20SOOTY%20MOULD%20OF%20MANGO%20IN%20KARACHI%20AND%20ITS%20CONTROL.pdf).
- Jahurul, MHA; Zaidul, ISM; Ghafoor, K; Al-Juhaimi, FY; Nyam, KL; Norulaini, NAN; Sahena, F; Mohd Omar, AK. 2015. Mango (*Mangifera indica* L.) by-products and their valuable components: a review (en línea). *Food chemistry* 183:173-180. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2015.03.046>.
- Khaskheli, MI. 2020. Mango Diseases: Impact of Fungicides (en línea). s.l., IntechOpen. DOI: <https://doi.org/10.5772/INTECHOPEN.87081>.

- Kumar, S; Singh, A. 2014. Biopesticides for Integrated Crop Management: Environmental and Regulatory Aspects (en línea). *Journal of Biofertilizers & Biopesticides* 05(01). DOI: <https://doi.org/10.4172/2155-6202.1000E121>.
- Litz, RE. 2009. *The Mango: Botany, Production and Uses* (en línea). 2 ed. s.l., CAB International. Disponible en https://kupdf.net/download/the-mango-botany-production-and-uses_5afcbe26e2b6f57472a95877_pdf.
- Mango Ecuador Foundation. 2019. Áreas de Cultivo (en línea, sitio web). Disponible en <https://mangoecuador.org/areas-cultivo.php>.
- Martínez, J; Fajardo, A; Esquivel, J; González, D; Prieto, Á; Rincón, D. 2020. Manejo integrado del cultivo de mango *Mangifera indica* L. (en línea). *Ciencias Agropecuarias* 6(1):51-78. DOI: <https://doi.org/10.36436/24223484.267>.
- Misra, AK; Prakash, O. 1993. Host range and efficacy of different chemicals for the control of sooty mould of mango. *National Academy of Sciences* 63(2):233-235.
- Morales, V; Rodríguez, M. 2009. Micobiota endofítica asociada al cultivo del mango «Haden» (*Mangifera indica* L.) en el oriente de Venezuela (en línea). *Revista Científica UDO Agrícola* 9(2):393-402. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3308502>.
- Naqvi, S; Perveen, R; Malik, M; Malik, O; Umer, U; Wazeer, M; Majid, T; Abbas, Z. 2014. Characterization of symptoms severity on various mango cultivars to quick decline of mango in district Multan. *International Journal of Biosciences* 4(11):157-163. DOI: <https://doi.org/10.12692/ijb/4.11.157-163>.
- O'Shea, N; Arendt, E; Gallagher, E. 2012. Dietary fibre and phytochemical characteristics of fruit and vegetable by-products and their recent applications as novel ingredients in food products. *Innovative Food Science & Emerging Technologies* 16(33). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2012.06.002>.
- Okino-Delgado, CH; Prado, DZ; Pereira, MS; Camargo, DA; Koike, MA; Fleuri, LF. 2020. Mango. In *Galanakis, CM (ed.)*. s.l., Academic Press. p. 167-181 DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-817106-6.00008-3>.
- Pole, F; Wasilwa, L. (2014). Mango sooty mold (*Meliola mangiferae*) (en línea). s.l., s.e. Disponible en https://www.kalro.org/emimi/sites/default/files/Mango_sooty_mold.pdf.
- Prakash, O. 2004. *Diseases and Disorders of Mango and their Management* (en línea). s.l., Springer, Dordrecht. p. 511-619 DOI: <https://doi.org/10.1007/1-4020->

2606-4_13.

Prakash, O; Raof, MA. 1982. Evaluation of various fungicides for the control of powdery mildew of mango caused by *oidium mangiferae*. *Pesticides* 16:171-178.

Rebolledo, A; Del Angel, A; Peralta, N; Díaz, G. 2013. Control de fumagina (*Capnodium mangiferae* Cooke & Brown) con biofungicidas en hojas y frutos de mango "Manila" (en línea). *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 16(3):355-362. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93929595007>.

Saeed, EE; Sham, A; AbuZarqa, A; Al Shurafa, KA; Al Naqbi, TS; Iratni, R; El-Tarabily, K; Abuqamar, SF. 2017. Detection and Management of Mango Dieback Disease in the United Arab Emirates (en línea). *International Journal of Molecular Sciences* 18(10):2086. DOI: <https://doi.org/10.3390/IJMS18102086>.

Singh, SP; Singh, RK. 1972. Studies on sooty mould of mango (*Mangifera indica* L.). *In* *Int. Symp. Subtropical and Tropical Horticulture*. Bangalore, s.e. p. 121.

Sultana, B; Ashraf, R. 2019. Mango (L) Seed Oil (en línea). s.l., Springer, Cham. p. 561-575 DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-12473-1_28.

Valdez, D; Gagliardo, E; Veliz, F. 2022. Agroecological management of anthracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) in the flowering and fruiting stages of mango (*Mangifera indica*) (en línea). *Centrosur* 1(12). Disponible en <http://portal.amelica.org/ameli/>.

Vega, O; Guaca, J. 2018. Evaluación de biopreparado para el control de Fumagina (*Capnodium mangiferae* Cooke & Brown) en cultivo de mango "Tommy Atkins" (*Mangifera indica* L.) en Elías Huila (en línea). s.l., Universidad Nacional Abierta y a Distancia. 3 p. Disponible en <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/21073>.

4.2. ANEXO

Presencia de Fumagina en hojas y frutos del mango

