



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



ESCUELA DE AGRICULTURA, SILVICULTURA, PESCA Y

VETERINARIA

CARRERA DE AGROPECUARIA

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 AGROPECUARIO

TEMA:

“Efecto de la mancha negra (*Phytophthora* spp.) en el cultivo de
Cacao (*Theobroma cacao* L.) en el Ecuador”.

AUTOR:

Pedro Ramon Franco Apupalo

TUTOR:

Ing. Agr. Orlando Olvera Contreras, MAE

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2023

RESUMEN

El cacao (*Theobroma cacao* L.) es un cultivo importante en el mundo, especialmente en países tropicales. Pero a lo largo de la historia, la industria cacaotera se ha visto devastada debido a un desenfrenado declive ocasionado por enfermedades emergentes causadas por varios patógenos, entre ellos *Phytophthora* spp. El objetivo planteado fue detallar información sobre la mancha negra (*Phytophthora* spp) en el cultivo de cacao. La metodología utilizada consistió en recopilar información de textos actualizados, revistas, bibliotecas virtuales y artículos académicos que contribuyeron al desarrollo de este instrumento. Los resultados detallan que el cacao es de importancia a nivel mundial y su rendimiento es bajo, por la incidencia de *Phytophthora* spp. Las conclusiones determinan que *Phytophthora* spp ataca raíces, hojas, tallos y ramas del cacao, desde etapas de vivero hasta plantas adultas, pero el daño más grave ocurre en las mazorcas, las que pueden ser atacadas en cualquier etapa del desarrollo produciendo una mancha café oscura de márgenes ligeramente irregulares; los mayores daños causados son las infecciones en los frutos. Uno de los primeros síntomas observados es aparición de pequeñas manchas oscurecidas en la superficie de la cáscara visible aproximadamente 30 horas después de la infección en frutos en cualquier etapa de desarrollo. Como métodos de control cultural se menciona el sombramiento mediante podas, control de malezas, técnicas de evacuación de excedentes de agua y la remoción semanal de frutos enfermos; control químico se utilizan fungicidas sintéticos compuestos de cobre, metalaxil y fosfonatos y control biológico, *Trichoderma*, *Penicillium*, *Gliocladium*, *Rhodotorula*, *Candida Pseudomonas* y *Bacillus*.

Palabras claves: enfermedad, patógenos, podas, sulfato de cobre.

SUMMARY

Cocoa (*Theobroma cacao* L.) is an important crop in the world, especially in tropical countries. But throughout history, the cocoa industry has been devastated due to rampant decline caused by emerging diseases caused by various pathogens, including *Phytophthora* spp. The objective was to detail information about black spot (*Phytophthora* spp) in cocoa cultivation. The methodology used consisted of collecting information from updated texts, magazines, virtual libraries and academic articles that contributed to the development of this instrument. The results detail that cocoa is of importance worldwide and its yield is low, due to the incidence of *Phytophthora* spp. The conclusions determine that *Phytophthora* spp attacks roots, leaves, stems and branches of cocoa, from nursery stages to adult plants, but the most serious damage occurs in the pods, which can be attacked at any stage of development, producing a dark brown spot. with slightly irregular margins; The greatest damage caused is infections in the fruits. One of the first symptoms observed is the appearance of small darkened spots on the surface of the peel visible approximately 30 hours after infection in fruits at any stage of development. As methods of cultural control, shading through pruning, weed control, techniques for evacuating excess water and weekly removal of diseased fruits are mentioned; chemical control uses synthetic fungicides composed of copper, metalaxyl and phosphonates and biological control, *Trichoderma*, *Penicillium*, *Gliocladium*, *Rhodotorula*, *Candida Pseudomonas* and *Bacillus*.

Keywords: disease, pathogens, pruning, copper sulfate.

CONTENIDO

RESUMEN	II
SUMMARY	III
1. 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. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	4
2. DESARROLLO	5
2.1. MARCO CONCEPTUAL	5
2.1.1. Generalidades del cultivo de cacao	5
2.1.2. Síntomas y daños que causa la enfermedad de la mancha negra (<i>Phytophthora</i> spp.) en el cultivo de Cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.) en el Ecuador ..	6
2.1.3. Métodos de control de la mancha negra (<i>Phytophthora</i> spp.)	13
2.2. MARCO METODOLÓGICO	16
2.3. RESULTADOS	16
2.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	17
3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	19
3.1. CONCLUSIONES	19
3.2. RECOMENDACIONES	20
4. REFERENCIAS Y ANEXOS	21
4.1. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	21
4.1. ANEXOS	25

ÍNDICE DE FIGURAS

Anexo 1. <i>Phytophthora palmivora</i> : A) Pudrición negra de la mazorca; B) frutos momificados con micelio; C) Cancro del tallo; D) esporangios E) clamidospora/ <i>Phytophthora palmivora</i>	25
Anexo 2. Mazorca infectada con la enfermedad.....	25

1. CONTEXTUALIZACIÓN

1.1. INTRODUCCIÓN

El cacao (*Theobroma cacao* L.) es un cultivo importante en el mundo, especialmente en países tropicales. Esta especie se desarrolla en diferentes agroecosistemas bajo sombra, mayormente de árboles frutales. De forma general, el cacao que se comercializa es de dos tipos: común u ordinario (Forastero) y el cacao fino y de aroma (Criollo y Trinitario) (Anzules *et al.* 2019).

En el Ecuador el cacao es uno de los principales productos tradicionales de exportación. Por lo que en la actualidad es considerado a nivel internacional por ser el país que ha comercializado más del 60 % de la elaboración de cacao como es el “fino de aroma”, de tal motivo siendo así el elemento primario requerido y codiciado tanto en la industria europea como también en la norteamericana para la fabricación de sus exquisitos chocolates finos. No obstante, el banano y camarón forman parte de los principales productos que desarrollan a escala en el país (Pérez *et al.* 2021).

Durante el siglo XX el cacao fue la pieza importante en forjar el dinamismo social y económico en el Ecuador, abarcando todo este auge entre los años 1870 y 1910, creándose las primeras casas exportadoras de cacao en el territorio. La provincia de Los Ríos se convirtió en la cuna de la producción cacaotera, encontrándose las primeras haciendas productoras de cacao nacional de la historia ecuatoriana, denominadas como “Grandes Cacao”. La condición socio-económica de muchos agricultores despertó de gran manera que mandaban a familiares al continente europeo a completar su nivel de estudio (Chávez *et al.* 2019).

Pero a lo largo de la historia, la industria cacaotera se ha visto devastada debido a un desenfrenado declive ocasionado por enfermedades emergentes causadas por varios patógenos, algunos causando muerte en árboles, manteniéndose a flote gracias al establecimiento de nuevas plantaciones. En orden de importancia y afectación en el cultivo se citan la pudrición negra de la mazorca (principalmente *Phytophthora megakarya* y *P. palmivora*), la escoba de bruja

(*Moniliophthora perniciosa*), la monialisis (*M. roleri*), la muerte vascular regresiva (*Ceratobasidium theobromae*), y la virosis denominada de hinchazón de los brotes (*Cacao swollen shoot virus*) (Moreira *et al.* 2021).

La mazorca negra, causada por especies de *Phytophthora*, inicia sobre la superficie de la mazorca con una mancha descolorida, sobre la que posteriormente se desarrolla una lesión chocolate o negra con límites bien definidos. En dos semanas, ésta se empieza a dispersar hasta alcanzar toda la superficie de la mazorca. Sobre mazorcas mayores a tres meses de edad, las infecciones inician principalmente en la punta o al final del pedúnculo que une a la mazorca). Los granos o almendras de las mazorcas enfermas permanecen sin daño por varios días, después de iniciar la infección en la cáscara. Esto significa que la cosecha frecuente puede prevenir muchas pérdidas de la producción (González y Pineda 2021).

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A pesar de su importancia económica y social en países de América y África, el rendimiento del cacao es bajo, por ejemplo, en Ecuador el rendimiento promedio es de 250 kg ha⁻¹. Esto es el reflejo de diversos problemas que tiene el cultivo, como los causados por enfermedades y puede ocasionar pérdidas hasta del 90 % de la producción; las altas pérdidas causadas por hongos lo convierten en una de las principales amenazas para la producción de cacao en el mundo (Anzules *et al.* 2019).

Las enfermedades que se encuentran en el cultivo de cacao causan más pérdidas al agricultor que los mismos insectos, llegando a causar un sin número de pérdidas de hasta el 80 % de la producción del cacao. Algunas de ellas pueden destruir las mazorcas de una plantación como la monilla y la mazorca negra, otras enfermedades pueden destruir o matar las plantas susceptibles como el mal de machete y mal de talluelo, por lo tanto, para los cacaoteros es de mucha importancia realizar un buen control de enfermedades ya que pueden ocasionar grandes pérdidas económicas por la disminución de los rendimientos.

En la mancha o mazorca negra, las infecciones ecuatoriales están usualmente asociadas con el daño por heridas de la superficie de la mazorca; en ella se involucra la pudrición total del tejido carnoso como también la pulpa y las semillas. Los frutos cercanos a la madurez fisiológica, con semillas no muy grandes y sin contacto cercano con la cáscara no presentan infección de semillas y pueden ser cosechados y fermentados. El patógeno aparece sobre la superficie de la mazorca como una pelusa blanquecina sobre la que se forma la masa de esporangios. La mazorca finalmente se ennegrece y marchita, y es colonizada por hongos secundarios. *P. palmivora* puede causar marchitez en mazorcas inmaduras o cerezas, pero es necesario distinguirla de la marchitez fisiológica relacionada con estrés por un excesivo número de frutos en el árbol (González y Pineda 2021).

1.3. JUSTIFICACIÓN

El grano de cacao, es exportado a los mejores mercados internacionales como el europeo, utilizándose en la elaboración de chocolates finos de sabor y aroma. Sin embargo, la producción comercial viene siendo diezmada por problemas fitosanitarios, llegando a tener pérdidas considerables hasta de un 35 % en la producción, siendo necesario aplicar medidas de control de enfermedades.

La pudrición parda o mazorca negra es una enfermedad causada por varias especies del género *Phytophthora*, su agente causal fue identificado como *P. palmivora*, se encuentra distribuida en los continentes de África, Asia y América siendo el factor más limitante en la producción de cacao, el desarrollo de la enfermedad está influenciada por las condiciones ambientales las precipitaciones, la humedad relativa alta y temperaturas frescas, por lo que es necesario aplicar diferentes métodos para controlar la enfermedad.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo general

Detallar información sobre la mancha negra (*Phytophthora* spp.) en el cultivo de Cacao (*Theobroma cacao* L.) en el Ecuador.

1.4.2. Objetivos específicos

- Describir los síntomas y daños que causa la enfermedad de la mancha negra (*Phytophthora* spp.) en el cultivo de Cacao (*Theobroma cacao* L.).
- Identificar los métodos de control de la mancha negra (*Phytophthora* spp.) en el cultivo de Cacao (*Theobroma cacao* L.).

1.5. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación está dentro de los dominios de la Universidad Técnica de Babahoyo enfocada en: Recursos agropecuarios, ambiente, biodiversidad y biotecnología.

Con respecto a las líneas de investigación de la Facultad de Ciencias Agropecuarias el presente tema se encuentra en la línea de “Desarrollo agropecuario, agroindustrial sostenible y sustentable”, enmarcado dentro de la sublínea de investigación de la carrera de Agropecuaria correspondiente a “Agricultura sostenible y sustentable”, pues en un cultivo donde es necesario en manejo de enfermedades para incrementar la producción del cultivo de cacao.

2. DESARROLLO

2.1. MARCO CONCEPTUAL

2.1.1. Generalidades del cultivo de cacao

El cultivo de cacao tiene una historia destacada en la economía nacional del Ecuador, representa la base de la economía familiar campesina y en las estribaciones de la Cordillera de los Andes. Su consumo a nivel internacional se considera relevante, no solo como chocolate, sino también como ingrediente básico, dada la revaloración de la exquisitez de sus granos para una alimentación saludable (Vargas *et al.* 2022).

El cacao (*Theobroma cacao* L.) es un cultivo importante en el mundo, especialmente en países tropicales. Esta especie se desarrolla en diferentes agroecosistemas bajo sombra, mayormente de árboles frutales. De forma general, el cacao que se comercializa es de dos tipos: común u ordinario (Forastero) y el cacao fino y de aroma (Criollo y Trinitario). El primero de ellos tiene una participación en el mercado mundial del 80-85 %, mientras que el segundo solo tiene el 15-20 %, y es utilizado principalmente en la producción de chocolate gourmet. Entre los principales países exportadores de cacao fino y de aroma se encuentran: Ecuador, México, Perú y Colombia (Anzules *et al.* 2019).

La demanda mundial de cacao ha crecido trascendiendo gustos culturales, de Indoamérica se expandió en comercialización, industrialización y producción a otros continentes. En Colombia, se han hecho investigaciones en diferentes tipos de semilla, buscando con el pasar de los años mejorarlo, aunque todavía son bastante vulnerables a los microorganismos y las diferentes enfermedades (Cruz y Cañas 2018).

A pesar de su importancia económica y social en países de América y África, el rendimiento del cacao es bajo, por ejemplo, en Ecuador el rendimiento promedio es de 250 kg ha⁻¹. Esto es el reflejo de diversos problemas que tiene el cultivo,

como los causados por *Moniliophthora roreri* y *Phytophthora* spp. *M. roreri* causa la enfermedad conocida como "moniliasis" y puede ocasionar pérdidas hasta del 90 % de la producción; las altas pérdidas causadas por este basidiomiceto lo convierten en una de las principales amenazas para la producción de cacao en el mundo (Anzules *et al.* 2019).

2.1.2. Síntomas y daños que causa la enfermedad de la mancha negra (*Phytophthora* spp.) en el cultivo de Cacao (*Theobroma cacao* L.) en el Ecuador

La incidencia de las enfermedades en el cultivo de cacao depende de muchos factores: ubicación, tipo de cacao, agentes patógenos presentes en el suelo, excesiva cantidad de maleza, densidades de siembra, capacidad productiva de los clones e híbridos, manejo agronómico y receptividad de los productores al asesoramiento externo. El manejo técnico tiene mucha influencia en este cultivo, las enfermedades que afectan al cacao son múltiples y en muchas ocasiones de sintomatología similar, lo que dificulta mucho más el manejo fitosanitario de este cultivo (Acurio y Montes 2020).

Mazorca negra es una enfermedad fúngica causada por especies del género *Phytophthora*: *P. palmivora*, *Phytophthora heveae* Thompson, *Phytophthora megakarya* Braz et Griff, *Phytophthora capsici* Leonian y *Phytophthora citrophthora* Smith (Acurio y Montes 2020).

Las especies de *Phytophthora* sp. que causan la mazorca negra en cacao se encuentran emparentadas de este modo:

Reino: Chromista

División: Oomycota

Subdivisión: Mastigomycotina

Clase: Phycomycetes

Subclase: Oomycetes

Orden: Peronosporales

Familia: Pythiaceae

Género: *Phytophthora* (Orellana 2022).

La mazorca negra o pudrición de mazorca es uno de los problemas de mayor importancia económica en todas las regiones del mundo donde se cultiva *T. cacao*, causando pérdidas significativas de las cosechas que pueden alcanzar del 60 al 100 % de la producción, dependiendo de las condiciones ambientales, con un valor monetario de aproximadamente 423 millones de dólares anuales. Esta enfermedad es una de las más devastadoras para el cultivo y aunque su distribución es mundial, afecta mayormente la producción de cacao en África del Oeste y África Central, sin embargo, en nuestro país se evidencian en los últimos años mayor incidencia de esta enfermedad (Acurio y Montes 2020).

La presencia de *Phytophthora* en países tropicales corresponde en su mayoría a especies de: *P. capsici*, *P. citrophthora*, *P. megakarya*, *P. hevea*, y *P. palmivora* donde esta última es la más frecuente y agresiva. La similitud de las enfermedades, hace que su identificación a nivel patológico se ha poco confiable por las diversas especies, siendo importante la identificación correcta para el monitoreo y manejo del patógeno. La técnica de PCR, ha permitido su identificación a nivel de especies por aplicación de cebadores específicos para definir (género y especie) por secuenciación al ADN/ARN (Cedeño *et al.* 2020).

No obstante, la muerte regresiva cuyo agente causal es *Phytophthora* spp. se viene presentando en el cacao, en ataques severos ocasiona la pudrición de frutos y muerte de plantas. La pudrición parda por *P. palmivora* en Malasia, América Central y del Sur, África y Asia causa las pérdidas al año entre 30 – 40 %, que se traduce en aproximadamente 3 800 millones de dólares para los productores de todo el mundo (Aguilar *et al.* 2020).

La aparición de la pudrición parda en campo está influenciada por las condiciones ambientales, como son las precipitaciones, la alta humedad relativa y las temperaturas frescas, que en conjunto crean un ambiente favorable para su el desarrollo. *Phytophthora* sp. se caracteriza por tener dos tipos de reproducción: asexual y sexual, que se presentan en función del ambiente. En la pudrición parda, este patógeno atraviesa por diferentes fases: formación de micelio, esporangios, zoosporas y clamidosporas. El inóculo primario, está en el suelo y también en los tejidos y estructuras infectadas de la planta (Vélez y Koch 2021).

La misma fuente señala que en ellos se forman esporangios que germinan bajo condiciones húmedas para establecer la infección. El suelo es una fuente de esporas que infecta mayoritariamente a los frutos de la parte baja de los árboles. Una sola mazorca afectada puede producir cuatro millones de esporangios y pueden ser diseminados por la lluvia, el traslado de material de siembra, insectos, roedores y herramientas de poda y cosecha. Con las estructuras de resistencia llamadas clamidosporas, *Phytophthora* puede permanecer en el suelo y en restos de cosecha por mucho tiempo: desde meses hasta varios años (Vélez y Koch 2021).

Uno de los factores que más limitan la producción de cacao se debe a las enfermedades causadas por hongos y oomicetos, de este último grupo el patógeno *Phytophthora palmivora* es el factor más limitante en el cultivo de cacao en el mundo. Este microorganismo ataca raíces, hojas, tallos y ramas del cacao, desde etapas de vivero hasta plantas adultas, pero el daño más grave ocurre en las mazorcas, las que pueden ser atacadas en cualquier etapa del desarrollo produciendo una mancha café oscura de márgenes ligeramente irregulares lo cual disminuye drásticamente la producción (Zambrano 2019).

Esta enfermedad causa la pérdida del 10 % de la producción mundial de cacao. En el Ecuador se tiene registro de que *Phytophthora* sp. causa serios problemas en la producción, con porcentajes desde el 16 % al 80 % de afectación, datos que varían de acuerdo a las zonas donde se encuentran y al manejo preventivo (Orellana 2022).

El cultivo de cacao es afectado por enfermedades que reducen su producción, entre ellas, la mazorca negra. Estas enfermedades son causadas por diferentes especies del género stramenopilo *Phytophthora* y generan pérdidas del 30 % en mazorcas y muerte del 10 % de los árboles, superando los 400 millones/año en pérdidas. Aunque estas enfermedades son conocidas en el país desde hace más de 60 años, es poco lo que se sabe acerca de las especies de *Phytophthora* asociadas y de las pérdidas que estas generan. Existen al menos ocho especies de *Phytophthora* causantes de estas enfermedades, las cuales difieren en su distribución, ocurrencia y agresividad. *P. palmivora* está ampliamente

distribuida en todas las regiones donde se produce cacao (Palacios *et al.* 2021).

La incidencia y severidad se acentúa en épocas de desarrollo de frutos, favorecido por la alta humedad relativa, lluvias continuas. *P. palmivora* es un hongo muy destructivo en los trópicos, es favorecido por altas temperaturas, precipitaciones continuas y alta humedad relativa. El patógeno ataca raíces, tallos, ramas y frutos de hospedantes susceptibles como el coco, cacao, papaya y caucho, y en todas las etapas de desarrollo de la planta (Aguilar *et al.* 2020).

En condiciones de alta la humedad, en 3 a 5 días la lesión se expande y el Oomycete produce esporangios blanquecinos en la superficie del fruto. En los frutos jóvenes, los síntomas más comunes son: manchas, arrugas y posterior oscurecimiento, pudiendo ser fácilmente confundido con marchita fisiológica. Cuando los frutos ya desarrollados son infectados, las almendras pueden ser parcialmente o totalmente (Chávez 2020).

Esta enfermedad es causada por *Phytophthora* spp, y es una de las principales responsables de las pérdidas de mazorca de cacao. Este patógeno afecta a plantas en vivero y a diferentes partes de las plantas como: cojines florales, chupones, ramas, troncos, raíces y el mayor daño es causado en las mazorcas, estos pueden ser infectados en cualquier momento de su desarrollo y se llegan a perder entre 10 a 20 días después que aparecen los síntomas. Esta enfermedad también es conocida como pudrición parda de los frutos y cáncer del tronco cuando aparece dañando el árbol (Chávez 2020).

La enfermedad de la mazorca negra es causada por un pseudo hongo del género *Phytophthora* sp., que atacan a los tejidos jóvenes de las plantas, ocasionando una coloración marrón claro en las hojas nuevas, brotes, cojinetes florales, es responsable también del cáncer del tronco y raíces, pero el principal daño lo ocasiona en los frutos, dejando manchas de color marrón oscuro en la mazorca que la recubren por completo, atacándolas en cualquier etapa de su desarrollo (Orellana 2022).

Los primeros síntomas de la enfermedad se desarrollan bajo condiciones de alta humedad y se manifiestan aproximadamente a las 30 horas después de ocurrida la infección, como pequeñas manchas en la superficie de los frutos de apariencia acuosa. Las lesiones necróticas de color café (pardo) se desarrollan rápidamente y en condiciones de alta humedad entre 3 y 5 días después la aparición de los primeros síntomas. Sobre la superficie de la lesión se puede observar la presencia de un crecimiento pulverulento poco denso formado por el micelio y los esporangios del hongo (Bravo 2019).

La misma fuente indica que la lesión avanza en su interior a la misma velocidad que progresa la lesión externa. Esta crece rápidamente y llega a cubrir la totalidad de la superficie del fruto y los tejidos internos, incluyendo los granos, en un periodo aproximado de 10 a 14 días. El borde de la lesión avanza aproximadamente 12 mm por día y se caracteriza por tener límites bien definidos. En frutos de más de tres meses, las infecciones generalmente inician en la punta o en el pedúnculo de la mazorca; y al ser infectada, también se asocia con un fuerte olor a pescado (Bravo 2019).

La propagación aparece bajo la forma de manchas pardas, oscuras aproximadamente circulares, que rápidamente se agrandan y extienden por toda la superficie a través de la mazorca se infectan resultan inservibles y en un plazo de 10 días la mazorca está totalmente podrida. Vía más común de infección es por medio de esporas que tienen la capacidad de nadar, las cuales se activan cuando hay mucha humedad y se da un periodo de baja temperatura seguido por otro caliente. Las esporas son transportadas por el salpique de lluvias, corrientes de aguas, el viento, las hormigas, etc. El contacto directo entre los frutos sanos y enfermos también es una fuente importante de contagio (Acurio y Montes 2020).

La pudrición negra de la mazorca causa pérdidas grandes anuales las cuales se incrementan dependiendo las condiciones ambientales, siendo más severa en la época invernal; alcanzando perdidas entre el 30 y 60 % de la producción. Este patógeno tiene la particularidad de diseminarse en el suelo afectando diferentes partes del árbol de cacao, incluyendo las mazorcas bajas, la sintomatología en los frutos se presenta en la superficie como una mancha incolora en estado inicial,

la cual posteriormente se desarrolla en forma de lesión de color marrón o negro con un límite bien definido, extendiéndose por todo el fruto en un transcurso de tiempo dos semanas aproximadamente. Este oomycete se puede reproducir de forma asexual mediante clamidosporas y esporangios que contienen las zoosporas y de forma sexual mediante la formación de oósporas (López y Vega 2023).

La infección en la mazorca se manifiesta en forma de manchas de color café oscura, que se inicia en el borde donde generalmente se acumula agua, luego invade rápidamente toda su superficie cubriéndola totalmente, en el interior de la mazorca la calidad del grano disminuye o se pierde totalmente en poco tiempo (Bravo 2019).

Parte aérea, plantas afectadas con esta enfermedad presentaron; menor tamaño, amarillamiento de hojas, defoliaciones, decaimiento generalizado, necrosis de ramas apicales, muerte regresiva, hasta el colapso y muerte de la planta (Aguilar *et al.* 2020).

En ramas se observó manchas de aspecto húmedo, necrosis de tejido, cuarteaduras y descortezamiento, además se observó necrosis de frutos infectados adheridas a ramas de la campaña anterior, de menor tamaño, momificado y seco con coloración marrón oscura (Aguilar *et al.* 2020).

En raíces se observó pudrición de raicillas secundarias y terciarias, de coloración marrón oscura. En tallo y corona se observó en la parte externa de tallo y corona manchas de aspecto húmedo, exudaciones de color marrón cuarteaduras y descortezamiento, se realizó raspados de corteza con machete observando tejido cortical necrótico, de coloración marrón clara a marrón oscura en la parte basal del tallo o corona, además, la pudrición en la zona de la corona abarcó todo el diámetro, como síntoma avanzado se observó en ramas secundarias y tallo principal cuarteaduras y descortezamientos (Aguilar *et al.* 2020).

Las mazorcas en la pudrición, el hongo causa lesiones no curables que llega al tronco y a su vez a sus marchites y va desarrollando ciertos aspectos de oscurecimiento en sus tejidos por el exceso de humedad por el hongo. La

enfermedad reacciona rápidamente pudriendo el fruto, la enfermedad avanza interna o externamente a la misma velocidad descomponiéndolas en 3 o 7 días y si está cerca de la madurez, las almendras podrían ser resistente hasta 7 días, la mazorca tiene un olor desagradable que recuerda al pescado de mar, especialmente al abrirla (Acurio y Montes 2020).

P. palmivora puede atacar el tallo por debajo de la superficie del suelo o bien puede atacar primero la raíz principal y producir síntomas semejantes a sequía y marchitamiento general de los órganos aéreos de la planta antes de la presencia de chancros o cualquier tipo de lesión directa por arriba de la superficie del suelo (Aguilar *et al.* 2020).

Los mayores daños causados por *Phytophthora* spp. en cacaotero son las infecciones en los frutos. Uno de los primeros síntomas observados en el campo es aparición de pequeñas manchas oscurecidas en la superficie de la cáscara visible aproximadamente 30 horas después de la infección en frutos en cualquier etapa de desarrollo (Chávez 2020).

Los principales síntomas que manifiesta el cultivo del cacao, una vez infectado por alguno de estos patógenos son: quemaduras en diferentes órganos de la planta, úlceras malignas del tallo y la pudrición negra del fruto. Las mayores pérdidas ocurren cuando la enfermedad afecta al fruto, provocando pudriciones del 30 % de las bellotas y la muerte de hasta el 10 % de las plantas anualmente. La pudrición negra del fruto es comúnmente correlacionada con la presencia de alta humedad relativa y temperaturas templadas. Se plantea que la enfermedad se ve favorecida cuando la humedad relativa es superior al 95 % y las temperaturas se encuentran entre 18 y 24 °C, parámetros que se corresponden con las condiciones tropicales y las óptimas para el crecimiento de este hongo (Acurio y Montes 2020).

La infección puede ocurrir en cualquier parte del fruto y en cualquier etapa de su desarrollo, pero, por lo general, se observa en los extremos de la mazorca, área donde se acumula más agua, y en frutos maduros, que son los más susceptibles (Bravo 2019).

En frutos, la enfermedad manifiesta una pudrición de color marrón chocolate que con el tiempo se necrosa, estos síntomas se inician en la parte basal del fruto avanzando rápidamente hacia el ápice de la mazorca. No obstante, este síntoma puede iniciar desde el ápice hacia la base (Aguilar *et al.* 2020).

2.1.3. Métodos de control de la mancha negra (*Phytophthora spp.*).

Control químico

Para el control de *Phytophthora* se emplean fungicidas a base de cobre en dosis de 500 ml/ha. Este fungicida aumenta el costo de producción a los ingresos por venta de cacao. Aplicaciones continuas de fungicidas a base de sulfato de cobre contribuyen a la contaminación ambiental (suelo y agua). Además, incrementa el grado de tolerancia y su efectividad es variable durante la alta presión de la enfermedad en estación húmeda (Cedeño *et al.* 2020).

“La aplicación de fungicidas sintéticos es el método de control más empleado contra *Phytophthora*. Se utilizan compuestos de cobre, metalaxil y fosfonatos para reducir la incidencia de esta enfermedad” (Vélez y Koch 2021).

Los fungicidas a base de Sulfato de cobre en dosis de 5 ml/ha, son sistémicos de amplio espectro formulado a base de sulfato de cobre pentahidratado de acción preventiva y curativa contra las enfermedades causadas por bacterias y hongos que afecta al tallo la raíz follaje fruto de los cultivos de exportación. Las moléculas de cobres son absorbidas y transportadas en forma sistemática a todas las plantas la cual se rompe en pocos minutos y se movilizan por toda la planta a través de la xilema distribuyéndose a todo el árbol protegiendo de esta manera contra una amplia gama de enfermedad (Acurio y Montes 2020).

En los tiempos actuales, aplicar fungicidas sintéticos, es el método de control más usado y su efectividad está ligada al método de aplicación, modo de acción, dosis y época del año. Para reducir la incidencia del fitopatógeno se han aplicado compuestos de cobre, metalaxil y fosfonatos, solos o combinados con intervalos de tres y cuatro semanas, reduciendo la infestación de esta plaga. Sin embargo,

teniendo en cuenta que, estos fungicidas comerciales son contaminantes del medio ambiente y tienen altos costos, proporcionan una relación costo beneficio que no siempre resulta adecuada para el productor (Orellana 2022).

Control biológico

Alternativas naturales al control de *Phytophthora* se ha empleado extractos naturales de hojas de *Rosmarinus officinalis* (romero) y *Lavandula* (lavanda), que reducen la germinación de las zoosporas de *P. palmivora* y *P. megakarya*. La aplicación de hongos endófitos de *Aspergillus flavipes* disminuye la incidencia de enfermedad por *Phytophthora*. En ensayos *in vitro* con *Trichoderma* se ha verificado la presencia de compuestos orgánicos volátiles que inhiben el desarrollo micelial de *P. infestans*. Estudios de aplicación en campo de *T. asperellum* PR11 determinaron las incidencias de *P. megakarya* del (47,1 %), siendo necesario integrar otros métodos de control (Cedeño *et al.* 2020).

En cuanto al control biológico, este método implica un uso de organismos vivos para reducir el patógeno es por ello que la búsqueda de microorganismos para el control biológico, ha despertado a la gravedad de perdida de producción. Ha hecho un gran impacto ecológico tanto químico y en el agroecosistema. Los tratamientos son de carácter preventivo para evitar que las mazorcas tiernas sean contagiadas naturalmente considera como una simple medida de prevención, en el caso específico de los microorganismos, estos actúan inhibiendo el crecimiento de la enfermedad ya sea mediante la estructura sea orgánica. Los principales efectos de frutos enfermos de la remoción de frutos enfermos es una reducción del número de mazorcas infectadas (Acurio y Montes 2020).

El biocontrol es una alternativa que consiste en utilizar componentes de origen biológico, como hongo, bacterias, o insectos que tienen la capacidad de antagonizar o influir sobre el crecimiento de otros insectos, hongos y bacterias que afectan los cultivos. Esta estrategia es empleada para disminuir pérdidas en los cultivos provenientes del ataque de plagas y enfermedades, con el fin de asegurar una producción agrícola sostenible desde un enfoque agroecológico, es decir, que sea amigable con el ambiente (López y Vega 2023).

Se ha evidenciado que *Trichoderma* sp. inhibe la propagación de *Phytophthora* sp., tanto en condiciones in vitro como in vivo, con resultados similares a los obtenidos con la aplicación de fungicidas (Orellana 2022).

En general los métodos empleados para el biocontrol se relacionan con el uso de aceites esenciales, metabolitos microbianos y herramientas moleculares. Con relación a esto, existen microorganismos que pueden actuar como posibles biocontroladores de patógenos, mediante mecanismo como antagonismo, competencia, parasitismo e inducción a la resistencia. El antagonismo se basa en la interacción entre microorganismos o sustancias que provocan la pérdida de actividad de uno de ellos, los géneros antagonistas más utilizados son *Trichoderma*, *Penicillium*, *Gliocladium*, *Rhodotorula*, *Candida*, *Pseudomonas* y *Bacillus* (López y Vega 2023).

El control biológico, por su parte, involucra el uso de microorganismos y sus subproductos para contrarrestar el crecimiento y establecimiento de fitopatógenos. Se ha demostrado que los hongos antagonistas del género *Trichoderma* pueden actuar frente a una amplia variedad de fitopatógenos, empleando diferentes mecanismos; algunas especies de *Trichoderma* inhiben el crecimiento de *Phytophthora* sp., tanto en condiciones in vitro como in vivo (Vélez y Koch 2021).

“El uso de bacterias antagonistas en el manejo de patógenos de diversos cultivos también está catalogado dentro del control biológico. Algunas cepas de los géneros *Bacillus*” (Vélez y Koch 2021).

Control cultural

Como métodos de control cultural se menciona la regulación de sombramiento mediante podas, control de malezas, técnicas de evacuación de excedentes de agua y la remoción semanal de frutos enfermos, con la finalidad de reducir las fuentes del inóculo de *Phytophthora* sp. Sin embargo, la realización de las prácticas representa un gran esfuerzo por parte del agricultor, por lo que la enfermedad perdura en las fincas, esto hace necesario la búsqueda de estrategias de control biológico con el uso de especies antagónicas aisladas en el hábitat donde

se desarrolla esta enfermedad (Zambrano 2019).

Los métodos culturales tienen como objetivo la manipulación del ambiente, haciéndolo poco favorable para el establecimiento del patógeno. Sin embargo, muchas veces resulta ser una tarea difícil y que involucra un arduo trabajo para los agricultores enfermedad (Vélez y Koch 2021).

2.2. MARCO METODOLÓGICO

Para la elaboración de este documento se recopiló información de textos actualizados, revistas, bibliotecas virtuales y artículos académicos que contribuyan al desarrollo de este instrumento.

La información obtenida fue parafraseada, resumida y analizada a fin de obtener información relevante sobre el efecto de la mancha negra (*Phytophthora* spp.) en el cultivo de Cacao (*Theobroma cacao* L.) en el Ecuador.

2.3. RESULTADOS

Los resultados propuestos son:

- El cacao es un cultivo de importancia a nivel mundial y el rendimiento del cultivo de cacao en Ecuador es bajo debido a la incidencia de enfermedades, entre ellas la mancha negra (*Phytophthora* spp).
- *Phytophthora palmivora*, una de las especies que causa la mancha negra, ataca raíces, hojas, tallos y ramas del cacao. En frutos, la enfermedad manifiesta una pudrición de color marrón chocolate que con el tiempo se necrosa, estos síntomas se inician en la parte basal del fruto avanzando rápidamente hacia el ápice de la mazorca.
- Entre los métodos de control se presenta la poda, control de malezas, la remoción semanal de frutos enfermos y la aplicación de fungicida a base de

Sulfato de cobre, son alternativas eficaces para el control de la enfermedad.

2.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Por lo expuesto se determina que:

El cacao es un cultivo de importancia a nivel mundial, ya que Anzules *et al.* (2019) indica que *Theobroma cacao* L. se cultiva especialmente en países tropicales. Esta especie se desarrolla en diferentes agroecosistemas bajo sombra, mayormente de árboles frutales. De forma general, el cacao que se comercializa es de dos tipos: común u ordinario (Forastero) y el cacao fino y de aroma (Criollo y Trinitario).

El rendimiento del cultivo de cacao en Ecuador es bajo la incidencia de enfermedades, entre ellas *Phytophthora* spp., ya que Anzules *et al.* (2019) demuestra que, a pesar de su importancia económica y social en países de América y África, el rendimiento del cacao es bajo, por ejemplo, en nuestro país el rendimiento promedio es de 250 kg ha⁻¹. Esto es el reflejo de diversos problemas que tiene el cultivo, como los causados por *Moniliophthora roreri* y *Phytophthora* spp. que pueden ocasionar pérdidas hasta del 90 % de la producción; las altas pérdidas causadas por este basidiomiceto lo convierten en una las principales amenazas para la producción de cacao en el mundo

Phytophthora palmivora ataca raíces, hojas, tallos y ramas del cacao, así lo señala Zambrano (2019), que uno de los factores que más limitan la producción de cacao se debe a las enfermedades causadas por hongos y oomicetos, de este último grupo el patógeno *Phytophthora palmivora* es el factor más limitante en el cultivo de cacao en el mundo. Este microorganismo ataca partes de la planta desde etapas de vivero hasta plantas adultas, pero el daño más grave ocurre en las mazorcas, las que pueden ser atacadas en cualquier etapa del desarrollo produciendo una mancha café oscura de márgenes ligeramente irregulares lo cual disminuye drásticamente la producción.

La poda, control de malezas, la remoción semanal de frutos enfermos y la aplicación de fungicida a base de Sulfato de cobre, son alternativas eficaces para el control de la enfermedad, tal como indican Zambrano (2019) y Cedeño *et al.* (2020) que como métodos de control cultural se menciona la regulación de sombramiento mediante podas, control de malezas, técnicas de evacuación de excedentes de agua y la remoción semanal de frutos enfermos, con la finalidad de reducir las fuentes del inóculo de *Phytophthora* sp. y los fungicidas a base de cobre contribuyen a la contaminación ambiental de (suelo y agua). Además, incrementa el grado de tolerancia y su efectividad es variable durante la alta presión de la enfermedad en estación húmeda

3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1. CONCLUSIONES

Las conclusiones expuestas son:

- La llamada “Pepa de oro” es propensa a muchas enfermedades, entre la que se destaca la mancha negra (*Phytophthora* spp.), la que ocasiona pérdidas considerables en el rendimiento.
- La enfermedad ataca a las raíces, tallos, ramas y hojas, causando pérdidas incalculables debido al ataque severo a la plantación cacaotera.
- La infección en la mazorca se manifiesta en forma de manchas de color café oscura, que se inicia en el borde donde generalmente se acumula agua, luego invade rápidamente toda su superficie cubriéndola totalmente, en el interior de la mazorca la calidad del grano disminuye o se pierde totalmente en poco tiempo
- *Phytophthora* spp ataca raíces, hojas, tallos y ramas del cacao, desde etapas de vivero hasta plantas adultas, pero el daño más grave ocurre en las mazorcas, las que pueden ser atacadas en cualquier etapa del desarrollo produciendo una mancha café oscura de márgenes ligeramente irregulares lo cual disminuye drásticamente la producción.
- Los mayores daños causados por *Phytophthora* spp. en cacao son las infecciones en los frutos. Uno de los primeros síntomas observados en el campo es aparición de pequeñas manchas oscurecidas en la superficie de la cáscara visible aproximadamente 30 horas después de la infección en frutos en cualquier etapa de desarrollo.
- Como métodos de control cultural se menciona la regulación de sombramiento, mediante podas, control de malezas, técnicas de evacuación de excedentes de

agua y la remoción semanal de frutos enfermos.

- Como control químico se utilizan fungicidas sintéticos compuestos de cobre, metalaxil y fosfonatos para reducir la incidencia de esta enfermedad.
- Como control biológico, los géneros antagonistas más utilizados son *Trichoderma*, *Penicillium*, *Gliocladium*, *Rhodotorula*, *Candida Pseudomonas* y *Bacillus*.

3.2.RECOMENDACIONES

Las recomendaciones son:

- Efectuar podas fitosanitarias, control de malezas y erradicar frutos infectados en el cultivo de cacao, así como productos a base de *Trichoderma* para controlar la mancha negra (*Phytophthora* spp.).
- Concientizar a los agricultores en cuanto al desarrollo del patógeno para que aplique medidas de control estrictas.
- Capacitar constantemente a los productores cacaoteros en cuanto al manejo de la enfermedad.

4. REFERENCIAS Y ANEXOS

4.1. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

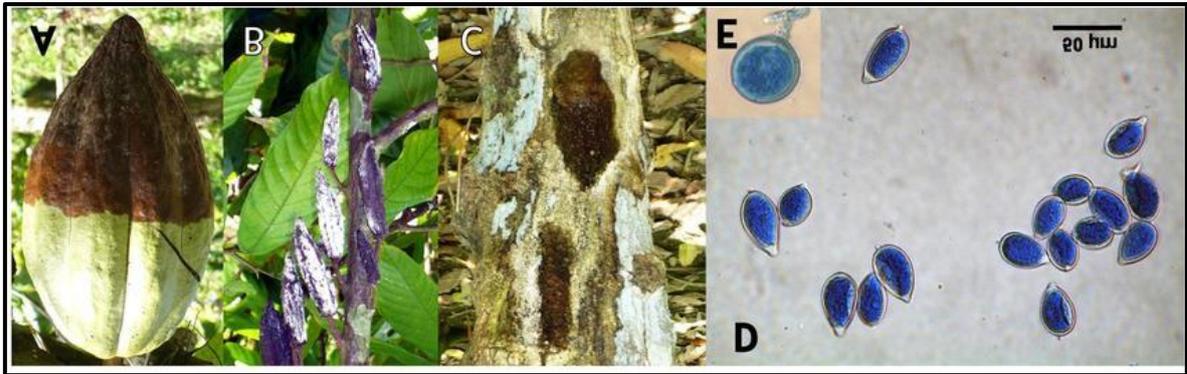
- Acurio Briones, O. K., & Montes Villavicencio, D. J. 2020. “*Aplicación de los biofungicidas orgánicos en el control de la mazorca negra (phytophthora spp.) en cultivo de cacao (theobroma cacao) en el cantón valencia*” (Bachelor's thesis, Ecuador: La Maná: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)). Disponible en <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/6929/1/UTC-PIM-000270.pdf>
- Aguilar-Ancota, R., Carrasco-Espinoza, C., Morales-Pizarro, A., Yovera-Espinoza, F., & Maldonado-Duque, E. 2020. Etiología de la muerte regresiva por *Phytophthora palmivora* en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.). *Manglar*, 17(3), 187-192. Disponible en <https://erp.untumbes.edu.pe/revistas/index.php/manglar/article/view/174/316>
- Anzules Toala, V., Borjas Ventura, R., Alvarado Huamán, L., Castro-Cepero, V., Julca-Otiniano, A. 2019. Control cultural, biológico y químico de *Moniliophthora roreri* y *Phytophthora spp* en *Theobroma cacao* ‘CCN-51’. *Scientia Agropecuaria*, 10(4), 511-520. <https://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.04.08>
- Bravo Menéndez, J. A. 2019. Evaluación in vitro de la actividad biocida de diferentes fungicidas sobre el crecimiento radial de *Moniliophthora roreri*, *Moniliophthora perniciosa* y *Phytophthora palmivora*, agentes causales de enfermedades en cacao. Disponible en <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/8e688241-1a54-4869-b096-9cdc216ac7bd/content>

- Cedeño Moreira, Ángel Virgilio, Romero Meza, Ricardo Fernando, Auhing Arcos, Javier Andrés, Mendoza León, Antonio Francisco, Abasolo Pacheco, Fernando, & Canchignia Martínez, Hayron Fabricio. 2020. Caracterización de *Phytophthora* spp. y aplicación de rizobacterias con potencial en biocontrol de la enfermedad de la mazorca negra en *Theobroma cacao* variedad CCN-51. *Scientia Agropecuaria*, 11(4), 503-512. <https://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.04.05>
- Chávez Betancourt, R. X., Carbo Avellán, S. C., Lombeida García, E., Cobos Mora, F. J. 2019. Estudio socio-económico del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la parroquia Febres Cordero, Cantón Babahoyo Los Ríos-Ecuador. *Observatorio de la Economía Latinoamericana*, (febrero). Disponible en https://www.eumed.net/rev/oel/2019/02/cultivo-cacao-ecuador.html#google_vignette
- Chávez López, J. X. 2020. *Caracterización cultural, patogénica y sensibilidad in vitro de phytophthora spp. asociado a enfermedades de mazorca de cacao (theobroma cacao l)* (Bachelor's thesis, Calceta: ESPAM MFL). Disponible en <https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1337/1/TTA10D.pdf>
- Cruz, R. A., y Cañas, P. C. 2018. La importancia de la exportación del cacao en Colombia y los países en América Latina. *Revista Investigación y Gestión*, 1 (1), 18-27. Disponible en <https://revistas.ufps.edu.co/index.php/ID/article/view/1514/1419>
- González Centeno, F. J., Pineda Báez, B. S. 2021. Adaptabilidad agroclimática del cacao (*Theobroma cacao* L.) en la finca la Sopera, comarca Paz Ali, municipio Puerto Morazán, departamento de Chinandega, Nicaragua, periodo 2019-2021. Disponible en <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/8732/1/245884.pdf>

- Guamán Villa, M. A., Jaramillo Aguilar, E. J., Bernal Morales, J. F. 2022. Control biológico de la mazorca negra (*Phytophthora Palmivora* L.) En el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.). Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas, 5(3), 149-154. Disponible en <http://remca.umet.edu.ec/index.php/REMCA/article/view/539/549>
- López Conejo, A. C., & Vega Peña, L. V. 2023. Evaluación del potencial antagónico de microorganismos benéficos frente a dos patógenos aislados de cultivos de cacao (*Theobroma cacao* L.) en condiciones in vitro. Disponible en <https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/bitstream/handle/20.500.12558/5181/EVALUACION%20DEL%20POTENCIAL%20ANTAGONICO%20DE%20MICROORGANISMOS%20BENEFICOS%20FRENTE%20A%20DOS%20PATOGENOS%20AISLADOS%20DE%20CULTIVOS%20DE%20CACAO%20%28Theobroma%20cacao%20L.%29%20EN%20CONDICIONES%20in%20vitro..pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Marchan Carrillo, B. J. 2022. Control de *Phytophthora* sp., usando sulfato de cobre pentahidratado a la parte aérea y microorganismos benéficos al suelo, en el cultivo de “cacao” *Theobroma cacao* L., en Zarumilla, Tumbes 2019. Disponible en <http://repositorio.untumbes.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12874/63461/TESIS%20-%20MARCHAN%20CARRILLO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Moreira-Morrillo, Anthony A., Cedeño-Moreira, Ángel V., Canchignia-Martínez, Fabricio, Garcés-Fiallos, Felipe R. 2021. *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griffon, Maubl [(syn.) Botryodiplodia theobromae Pat] in the cocoa crop: symptoms, biological cycle, and strategies management. *Scientia Agropecuaria*, 12(4), 653-662. Epub 00 de octubre de 2021. <https://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2021.068>
- Orellana Riofrio, G. 2022. Evaluación de *Trichoderma* sp. en control de *Phytophthora* sp., causante de la enfermedad Mazorca Negra en cacao, a nivel invitro. Disponible en <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/18484/1/TTUACA->

- Palacios Bejarano, Carlos Andrés, Afanador Kafuri, Lucía, & Pardo García, Juan Manuel. 2021. Identificación de aislados de *Phytophthora* spp. obtenidos de cultivos de cacao en Antioquia, Colombia. *Acta Agronómica*, 70(1), 17-26. Epub November 18, 2021. <https://doi.org/10.15446/acag.v70n1.70619>
- Pérez, O. A. V., Cevallos, H. A. V., Campoverde, J. M. Q. 2021. Análisis comparativo del impacto económico del cultivo del cacao en Ecuador del primer semestre 2019 versus el primer semestre 2020. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 4(2), 169-179. Disponible en <http://remca.umet.edu.ec/index.php/REMCA/article/view/390/410>
- Vargas, E. M., Molina, X. C., & Cevallos, E. Z. 2022. Recorrido histórico de la importancia del cacao para la economía de Ecuador. *Sinergias Educativas*. Disponible en <http://www.sinergiaseducativas.mx/index.php/revista/article/view/193/512>
- Vélez Cárdenas, M. S., & Koch Kaiser, A. R. M. 2021. Selección e identificación de microorganismos nativos del suelo de cacao (*Theobroma cacao* L.) con potencial antagónico contra *Phytophthora* sp. a nivel in vitro de la hacienda “La Dolorosa”, provincia de Esmeraldas. Disponible en <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/26578/1/T-ESPE-050873.pdf>
- Zambrano Guerrero, H. E. 2019. *Actividad antagonista de Pseudomonass veronii R4 y Pseudomonass protegens CHA-0 contra Phytophthora palmivora en plántulas de cacao (Theobroma cacao)* (Bachelor's thesis, Quevedo-UTEQ). Disponible en <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/ac666b56-d41c-4606-beed-6c484af5d46d/content>

4.1. ANEXOS



Anexo 1. *Phytophthora palmivora*: A) Pudrición negra de la mazorca; B) frutos momificados con micelio; C) Cancro del tallo; D) esporangios E) clamidospora/*Phytophthora palmivora*.

Martínez, E. 2015. *Phytophthora palmivora* en cacao. Disponible en https://www.researchgate.net/figure/FIGURA-2-Phytophthora-palmivora-A-Pudricion-negra-de-la-mazorca-B-frutos-momificados_fig1_317517859



Anexo 2. Mazorca infectada con la enfermedad.

Fuente: Suárez, 2018. Mazorca negra en cacao. Disponible en <https://juanelagricultor.com/mazorca-negra-en-cacao/>