UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA

CARRERA DE AGROPECUARIA

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR EN OBTENCIÓN DEL TITULO DE INGENIERO AGROPECUARIO

¨REVISIÓN SISTEMÁTICA DE *Colletotrichum gloeosporioides* (PENZ.) PENZ Y SACC, EN EL CULTIVO DE TOMATE DE ÁRBOL Y ESTRATEGIAS DE CONTROL¨

AUTORES:

Jelitza Dayanara Rodríguez Ordoñez

Edwin Rodolfo Salagata Chicaiza

DIRECTOR:

Dra. Karina María Elena Carrera Sánchez, PhD

PASTAZA - ECUADOR

2021

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, Jelitza Dayanara Rodríguez Ordoñez con C.I: 1900766633 y Edwin Rodolfo Salagata Chicaiza con C.I: 1804473054, hace constar que son autores del trabajo de integración curricular titulado: ¨**REVISIÓN SISTEMÁTICA DE *Colletotrichum gloeosporioides* (PENZ.) PENZ Y SACC, EN EL CULTIVO DE TOMATE DE ÁRBOL Y ESTRATEGIAS DE CONTROL¨,** el cual constituye una elaboración personal realizada únicamente con la dirección de la tutora de dicho trabajo, Dra. Karina Carrera Sánchez, PhD. En tal sentido, manifestamos la originalidad de la conceptualización del trabajo como interpretación de datos y elaboración de conclusiones dejando establecido que aquellos aportes conceptuales de otros autores se han referenciado debidamente en el texto de dicho trabajo.

En el cantón Pastaza, a los 06 días del mes Julio del 2021.

Jelitza Dayanara Rodríguez Ordoñez	**Edwin Rodolfo Salagata Chicaiza**
1900766633	**1804473054**

CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR EL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

El tribunal de sustentación del Trabajo de Integración Curricular aprueba el proyecto de Investigación titulado: ¨REVISIÓN SISTEMÁTICA DE *Colletotrichum gloeosporioides* (PENZ.) PENZ Y SACC, EN EL CULTIVO DE TOMATE DE ÁRBOL Y ESTRATEGIAS DE CONTROL¨



SEGUNDO BENEDICTO VALLE RAMIREZ

Dr.C. Segundo Benedicto Valle Ramirez, PhD.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



VERONICA ISOLINA MASSON FIALLOS

Mgs. Masson Fiallos Verónica Isolina

MIEMBRO DEL TRIBUNAL



JORGE ANTONIO FREILE ALMEIDA

MSc. Jorge Antonio Freile Almeida

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND

Certificado No. 139-SAU-UEA-2021

Puyo, 17 de julio de 2021

Por medio del presente **CERTIFICO** que:

El Trabajo de Integración Curricular correspondiente a los estudiantes: Rodríguez Ordoñez Jelitza Dayanara con C.I. 1900766633 y Salagata Chicaiza Edwin Rodolfo con C.I. 1804473054, con el Tema: **"REVISIÓN SISTEMÁTICA DE *Colletotrichum gloeosporioides* (PENZ.) PENZ Y SACC, EN EL CULTIVO DE TOMATE DE ÁRBOL Y ESTRATEGIAS DE CONTROL."**, de la carrera, Ingeniería Agropecuaria. Directora de la investigación Dra. Karina María Elena Carrera Sánchez, PhD, ha sido revisado mediante el sistema antiplagio URKUND, reportando una similitud del 6%, Informe generado con fecha 17 de julio de 2021.

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes

Atentamente,

ITALO
MARCELO

Ing. Italo Marcelo Lara Pilco M.Sc.
ADMINISTRADOR DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND – UEA - .

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi gratitud a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional y sobre todo por continuar dándome la oportunidad de compartir con nuestras familias y seres queridos.

A mis padres por su amor incondicional, esfuerzo y sacrificio en todas las etapas de nuestra vida, por ser además el pilar fundamental de nuestra vida.

De manera muy especial a nuestra directora de proyecto de investigación Dra. Karina Carrera Sánchez PhD, por el apoyo, la paciencia y atención prestada para la revisión del presente trabajo de integración curricular.

Quiero agradecer de todo corazón a los docentes de la Universidad Estatal Amazónica, quienes con sus enseñanzas y sus valiosos conocimientos hicieron que pueda crecer día a día como profesional.

A mis amigos y compañeros de la carrera de Ingeniería Agropecuaria por compartir sus experiencias que me han ayudado a crecer en mi vida profesional, por brindarme su amistad y su absoluto apoyo en el transcurso de la carrera universitaria.

Jelitza Dayanara Rodríguez Ordoñez

AGRADECIMIENTO

Mi más sincero agradecimiento a Dios, por la vida, por mi familia, por las oportunidades que ha puesto en mi camino y por haberme conducido con bien hasta la finalización de esta etapa de mi vida.

A mis padres, por brindarme todo su apoyo a lo largo de mi vida, por impulsarme a dar lo mejor de mí y por motivarme incondicionalmente en mi formación académica y personal.

A nuestra directora de proyecto de investigación Dra. Karina Carrera Sánchez PhD, quien nos brindó todo su apoyo y conocimiento para terminar con éxito el presente trabajo de investigación.

Nuestro agradecimiento a la Universidad Estatal Amazónica, especialmente a la Facultad de Ciencias de la Tierra, por haberme permitido formarme en ella y a todos sus distinguidos docentes, quienes con sus enseñanzas y el aporte de sus valiosos conocimientos hicieron posible que creciéramos como profesionales.

A mis amigos y compañeros por brindarme su amistad, su apoyo durante todos estos años de nuestra formación y por ser parte de nuestras experiencias que me han ayudado a crecer como persona.

Edwin Rodolfo Salagata Chicaiza

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios quien ha sido mi guía, mi fortaleza y su mano de fidelidad en los momentos de mi vida, por demostrarme que tan bella es la vida que no hay imposibilidad con esfuerzo y dedicación todo es posible por derramar su bendición y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación personal.

A mis padres Edilberto Rodríguez y Esmerita Ordoñez por su amor incondicional, su esfuerzo, su confianza, y sacrificio durante estos años de mi formación profesional, por ser el pilar más importante en mi vida, por sus oraciones y sus sabios consejos para alcanzar tan anhelado.

A mis hermanos Efrén, Fabián, Mariela, Liliana y Jessenia por su cariño y apoyo incondicional, por sus concejos durante todo este proceso. A mis abuelitos que desde el cielo me acompañan y cuidan y ser un ejemplo a seguir.

A mis maestros quienes nunca desistieron al enseñarme, aun sin importar que muchas veces no ponía atención en clases, a ellos que continuaron depositando su confianza y esfuerzo en mí.

A mi colega Edwin Salagata por aceptar ser mi compañero de titulación, por su apoyo durante todo este periodo.

Jelitza Dayanara Rodríguez Ordoñez

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo de investigación especialmente a Dios, por darme su bendición, inteligencia, fortaleza y salud, quien ha sido mi guía para demostrar que con esfuerzo y dedicación he podido culminar esta etapa muy importante en mi formación personal.

A mis padres Jorge Salagata y Gladys Chicaiza por demostrarme su amor, su confianza, su sacrificio y apoyo durante todos estos años de estudio, porque siempre estuvieron impulsándome en los momentos más difíciles de mi carrera, sacándome adelante con sus ejemplos dignos de superación y entrega, lo que hicieron posible alcanzar tan anhelado sueño.

A mi abuelito Julio Chicaiza que desde el cielo me seguirá apoyando y derramando infinitamente sus bendiciones y a mi abuelita Julia Rugel, por darme su infinito amor y estar siempre pendiente a través de sus oraciones.

A mis hermanos Jorge, Isabel y Judith por brindarme cariño y su apoyo incondicional. A mis queridas sobrinas Aileen y Leonela por ser la alegría de mis días.

A Jelitza Rodríguez por ser parte y un apoyo fundamental en esta trayectoria de formación y aceptar ser mi compañera de tesis.

Edwin Rodolfo Salagata Chicaiza

RESUMEN

La principal limitante parasítica de la producción de tomate de árbol (*Solanum betaceum*) a nivel mundial es la presencia del hongo fitopatógeno del género *Colletotrichum* sp. especialmente, *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz y Sacc, causante de la antracnosis. El objetivo de este estudio fue analizar la situación actual del conocimiento sobre la antracnosis en el cultivo de tomate de árbol y sus estrategias de manejo. Se llevó a cabo por medio de una búsqueda sistemática de literatura en las bases de datos de acceso abierto: Scielo, Google Académico, EBSCO host, Science Direct, Scielo, Redalyc, Springer Link y Google Académico. Se incluyeron artículos originales de investigación reportados en la literatura científica en los últimos 9 años y se aplicaron criterios de inclusión y exclusión. Se encontró que los años en que más artículos se reportaron sobre el tema fueron entre el 2011 y 2020 en países como Ecuador y Colombia. En esta revisión se recopilan los aspectos biológicos y las estrategias de manejo más relevantes del hongo, entre ellos, origen, ciclo de vida con el fin de entender la genética y evolución de este fitopatógeno conocido como la antracnosis. Aunque no exista una estrategia de manejo que elimine por completo este agente fitopatógeno, se vienen aplicando actualmente el manejo integrado que está básicamente relacionado a las estrategias de manejo: cultural, biológico, genético y químico los cuales mediante diferentes estudios avalan su eficiencia tanto a nivel local como internacional. Se resalta el uso de controladores biológicos tales como *Trichoderma* sp., *Bacillus* sp., *Pseudomonas* sp. y *Nigrospora* sp. además de una adecuada estrategia de manejo cultural, aceites esenciales y fungicidas, la cual frena significativamente la propagación y diseminación del hongo a otras plantas o plantaciones cercanas.

Palabras clave: Tomate de árbol, *Colletotrichum gloeosporioides*, antracnosis, biología, adaptación, daño, estrategias de manejo

ABSTRACT

The main parasitic limitation of tree tomato (Solanum betaceum) production worldwide is the presence of the phytopathogenic fungus of the genus Colletotrichum sp. especially Colletotrichum gloeosporioides (Penz.) Penz and Sacc, which causes anthracnose. The objective of this study was to analyze the current state of knowledge about anthracnose in tree tomato cultivation and its management strategies. It was carried out through a systematic literature search in open access databases: Scielo, Google Scholar, EBSCO host, Science Direct, Scielo, Redalyc, Springer Link and Google Scholar. Original research articles reported in the scientific literature in the last 9 years were included and inclusion and exclusion criteria were applied. It was found that the years in which more articles were reported on the subject were between 2011 and 2020 in countries such as Ecuador and Colombia. In this review, the biological aspects and the most relevant management strategies of the fungus are compiled, including origin, life cycle in order to understand the genetics and evolution of this phytopathogen known as anthracnose. Although there is no management strategy that completely eliminates this phytopathogenic agent, integrated management is currently being applied, which is basically related to management strategies: cultural, biological, genetic and chemical, which through different studies support its efficiency both at the level local and international. The use of biological controllers such as Trichoderma sp., Bacillus sp., Pseudomonas sp. and Nigrospora sp. in addition to an adequate cultural management strategy, essential oils and fungicides, which significantly slows the spread and spread of the fungus to other nearby plants or plantations.

Keywords: Tree tomato, *Colletotrichum gloeosporioides*, anthracnose, biology, adaptation, damage, management strategies

TABLA DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN…….....1
1.1 Justificación……..2
1.2 Planteamiento del Problema…….....4
1.3 Objetivos……..5
1.3.1 Objetivo general:..... ……..5
1.3.2 Objetivos específicos: 5
CAPÍTULO II: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA……..6
2.1 El cultivo de tomate de árbol……6
2.1.1 Origen, Importancia del tomate de árbol . ……..6
2.2 Clasificación taxonómica…….....6
2.3 Descripción Botánica…….....7
2.4 Genotipos y Variedades……...7
2.5 Principales agentes fitopatógenos del cultivo de tomate de árbol:…….....8
2.5.1 Cenicilla o mildiu (*Oidium* sp.) 8
2.5.2 Mancha negra del tronco (*Fusarium* sp. Livix) 8
2.5.3. Muerte descendente (*Fusarium oxysporum* f. sp. dianthi)..... 8
2.5.4. Nudo de la raíz (*Meloidogyne incognita* (Kofoid & White)) . …….9
2.5.5 La antracnosis.. ……9
2.5.5.1 Generalidades…….....9
2.5.5.2 Antracnosis en el cultivo de tomate de árbol……...9
2.5.5.3 Clasificación taxonómica……10
2.5.5.4 *Colletotrichum gloeosporioides*……..10
2.5.5.6 Ciclo de vida del hongo *C. gloeosporioides*……..11
2.5.5.7 Morfología…….....12
2.5.5.8 Genética…….. 12
2.5.5.9 Epidemiología……13
2.5.5.10 Síntomas y signos de la enfermedad……13
2.5.5.12 Condiciones favorables para el desarrollo de *C. gloeosporioides*…….. 14
2.5.5.13 Fuentes de inóculo y dispersión……15
2.5.5.14 Estrategias de manejo de *C. gloeosporioides* en tomate de árbol……16
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN……... 19
3.1. Tipo de Investigación……..... 19

3.2. Métodos de Investigación……..... 19
3.2.1.Método exploratorio…….....19
3.3. Criterios de inclusión de literatura científica……... 20
3.4. Criterios de exclusión de literatura científica…….. 20
3.5. Manejo de la información…… 20
CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS……... 22
4.1 Análisis de la biología, adaptación y daño de *C. gloeosporioides* en tomate de árbol…….....26
4.2 Identificación de las estrategias de manejo usadas en la actualidad para combatir la antracnosis en el cultivo de tomate de árbol……28
4.2.1. Estrategias de manejo cultural . ……28
4.2.2. Estrategias de manejo biológico ..... .30
4.2.3. Estrategias de manejo con Bioaceites esenciales..... 32
4.2.4. Estrategias de manejo genético..... 34
4.2.5. Estrategias de manejo químico 34
4.2.6. Análisis del manejo integrado..... 37
CONCLUSIONES……...40
RECOMENDACIONES…….41
REFERENCIAS……..42

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Artículos científicos revisados sobre C. gloeosporioides y estrategias de manejo…23

Tabla 2. Tesis de pregrado y posgrado con información relevante de *C. gloeosporioides*…..23

Tabla 3. Mecanismo para las estrategias de manejo cultural de *C. gloeosporioides*……..29

Tabla 4. Microorganismos evaluados *in vitro* sobre de *C. gloeosporioides*……..31

Tabla 5. Extractos vegetales usados para las estrategias de manejo de *C. gloeosporioides*….33

Tabla 6. Fungicidas químicos evaluadas en condiciones de campo sobre *C. gloeosporioides*36

Tabla 7. Métodos empleados como estrategias de manejo de *C. gloeosporioides*……..*38*

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Variedades de tomate de árbol a) común, b) redondo y c) mora, Fuente: Ávila (2015)…….. ..7

Figura 2. Proceso infectivo de C. gloeosporioides, Fuente: Tamba (2014)……11

Figura 3. Antracnosis en hojas y frutos, Fuente: (Ríos, 2010)…… 13

Figura 4. Estructura morfológica de C. gloeosporioides Penz que muestran los micelios y conidios del hongo, Fuente: (Ríos, 2010)……14

Figura 5. Patosistema de la antracnosis en tomate de árbol, donde interviene el hongo C. gloeosporioides, Fuente: (Alarcón, 2008)…….. .15

Figura 6. Diagrama de flujo de la información en las diferentes fases de la revisión sistemática, Fuente: Elaboración propia……..22

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

El tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.), es una fruta originaria de la región andina y se cultiva principalmente en regiones de clima frío moderado y subtropicales de países como Ecuador, Perú y Colombia. Ecuador, es considerado como uno de los centros de diversidad en la producción de tomate de árbol, ya que pertenece a la familia de las Solanáceas y se puede cultivar a una altitud de 1500 a 2800 msnm, con una temperatura ideal de 28 °C. Particularmente esta producción está orientada a pequeños y medianos agricultores de la región Sierra y ha presentado una correlación negativa por ser susceptible a plagas y agentes fitopatógenos, lo que ha limitado la producción y las exportaciones de la fruta (Viera et al. 2015).

A nivel mundial una de las causas que afecta y disminuye el rendimiento de la producción del tomate de árbol es la incidencia de hongos fitopatógenos, destacando a la antracnosis como el hongo de más alta agresividad (Ríos, 2010). La mayor incidencia del agente fitopatógeno se presenta en épocas lluviosas y con temperaturas promedio entre 13 a 15 °C y una humedad ambiental del 95 % (Castro et al. 2019).

La antracnosis es causada por el hongo *Colletotrichum gloeosporioides* Penz y Sacc. En la actualidad este agente fitopatógeno se ha convertido en uno de los problemas más importantes del cultivo, por su agresividad y rápida propagación del hongo que afecta a hojas, ramas y frutos, los cuales son afectados en todos los estados vegetativos de la planta. Este hongo puede llegar a ocasionar pérdidas del 50 al 90 % en este cultivo, sin que se cuente con un método adecuado para su manejo (Chacin et al. 2013).

La demanda de alternativas para el manejo de *Colletotrichum* sp. ha creado la necesidad de buscar diferentes métodos de estrategias de manejo que se utilizan actualmente para combatir este patógeno, aplicando controladores biológicos, agroquímicos y manejo cultural. Estas medidas se deben aplicar especialmente en las etapas de floración y fructificación para generar mayor aceptabilidad del producto a través de planes de mejoramiento que representen una solución y que haga posible el desarrollo productivo de este frutal (Viera et al. 2015).

El presente estudio se realizó mediante la búsqueda de información exhaustiva en el análisis de información y resultados del hongo y las estrategias de manejo del agente fitopatógeno.

1.1 Justificación

El tomate de árbol (*S. betaceum*), es originario de América del sur. El origen de esta planta se cree que está ubicado en los bosques de la reserva de Tucumano entre Bolivia y el norte de Argentina, en la cual, se ha encontrado una alta diversidad genética (Ávila, 2015).

Viera et al. (2015) afirman que la antracnosis ocasionada por el hongo *C. gloeosporioides*, es uno de los principales agentes fitopatógenos que causan daño al cultivo. Este patógeno ocasiona una disminución de la producción tomatera, llegando alcanzar pérdidas que superan el 50 %.

En Ecuador se determinó a través de investigaciones que los cultivos de tomate anaranjados y morados son más susceptibles al patógeno, ocasionando pérdidas entre el 60 y 100 % de la producción. Esto determina que los cultivares como el 'Gigante Anaranjado', 'Anaranjado Puntón', 'Morado Gigante' y 'Redondo Anaranjado', tiene poca resistencia genética a este agente fitopatógeno (Castro et al. 2019).

De acuerdo con Tamba (2014) la antracnosis causa perdidas significativas cuando no se aplica medidas de prevención. Debido a esto, ocurre una reducción directa de la cantidad y calidad del producto cosechado. Además, reconoce que este agente fitopatógeno se encuentra en todas las zonas productoras de este cultivo, pero este patógeno es mas agresivo cuando presentan factores que ayudan a su dispersión, en este caso, las precipitaciones frecuentes, humedad relativa de 95 % y temperaturas entre 13 a 15 ºC. Tradicionalmente, muchos aislamientos de *Colletotrichum* sp. se han identificado como *C. gloeosporioides* por lo que existen pocos estudios sobre aspectos clave de su biología.

Según la Corporación Colombiano de Investigación Agropecuaria (Corpoica, 1999) las estrategias de manejo basados estan en la aplicación de fungicidas, han generado cada vez más tolerancia del patógeno y en muchos casos se han vuelto prácticamente ineficientes. Por esta razon, es prioritario y fundamental el desarrollo de algunos estudios para un mejor conocimiento del comportamiento biológico del patógeno, de los procesos de infección y de sus mecanismos de diseminación, dentro de un contexto epidemiológico, en los que se consideren los diferentes sistemas de producción, premisas necesarias para el desarrollo y generación de alternativas más eficientes, estables y económicas para el manejo integral del agente fitopatógeno.

En este contexto se propuso el análisis de la revisión sistemática de uno de los principales problemas fitosanitarios que afecta al cultivo de tomate de árbol, la Antracnosis (*C. gloeosporioides*), mediante información recopilada en artículos y revistas científicas, tesis de pregrado, y posgrado sobre la biología, adaptación, daño y estrategias de manejo de este agente fitopatógeno.

1.2 Planteamiento del Problema

La antracnosis es uno de los agentes fitopatógenos que se considera como el principal problema fitosanitario en el cultivo de tomate de árbol. Este se encuentra distribuido en todas las zonas productoras; la mayor presencia de este hongo ocurre en épocas lluviosas con temperaturas de 13 a 15 °C y humedad ambiental de 95 % (Feicán et al. 2016).

En Ecuador, especialmente en la región Sierra el cultivo de tomate tiene su mayor capacidad adaptativa, sin embargo, es susceptible a la antracnosis (*C. gloeosporioides),* este agente fitopatógeno disminuye la productividad y la calidad del fruto de tomate, afectando negativamente a la economía de los agricultores, ya que, las condiciones ambientales y el desconocimiento de métodos adecuados de prevención hacen que el patógeno se disemine con facilidad (Camacho, 2011).

Existen diversos métodos de estrategias de manejo cultural, biológico, genético y químico para combatir la Antracnosis, no obstante, en las diferentes plantaciones de tomate de árbol se ha implementado estrategias de manejo químico que protegen la producción y conllevan al incremento de los costos, causando una disminución en la rentabilidad a los productores de tomate de árbol.

Frente a este panorama, se ha realizado un análisis de las investigaciones documentadas de diferentes autores sobre este patógeno con la finalidad de identificar su origen, forma de diseminación, diversidad genética, caracterización y estrategias de manejo. Por lo tanto, es necesario documentar el estado actual del conocimiento disponible en base a datos científicos para dar a conocer a la comunidad investigadora, y pueda estar al alcance de los productores esta información actualizada y de esta forma cerrar las brechas del conocimiento que existen en torno a este hongo fitopatógeno.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general:

Analizar la situación actual del conocimiento sobre la antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*) en el cultivo de tomate de árbol y estrategias de manejo.

1.3.2 Objetivos específicos:

- Describir la biología, adaptación y daño de *C. gloeosporioides* en tomate de árbol.
- Identificar las estrategias de manejo usadas en la actualidad para combatir la antracnosis en el cultivo de tomate de árbol.

CAPÍTULO II: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 El cultivo de tomate de árbol

2.1.1 Origen, Importancia del tomate de árbol

Según Buono, Aguirre y Abdo (2018) el tomate de árbol es una especie nativa de los Andes cuya domesticación y cultivo son anteriores al descubrimiento de América. Fue una especie cultivada por los antiguos habitantes del Perú y forma parte de los alimentos que fueron desplazados, luego de la llegada de los españoles. A pesar de su antigüedad, no se conocen nombres en lenguas nativas. El tomate árbol, se utiliza en la actualidad para la alimentación humana en una amplia región del noroeste argentino. Por consiguiente, el estudio de las plantas alimenticias silvestres, en especial los frutales, brindan información valiosa sobre su importancia y potencialidad en la dieta de los pobladores.

En Ecuador se han desarrollado la exportación de frutas andinas dentro de ellos sobresale el tomate de árbol, su demanda ha incrementado desde hace 15 años donde ha motivado para que el cultivo se extienda comercialmente en zonas de producción. El libre comercio a nivel mundial, así como los mercados de Europa han abierto nuevas perspectivas de crecimiento, desarrollo y sobre todo de exportación de frutos andinos, principalmente de tomate de árbol. Un buen porcentaje tiene como destino a países vecinos sobre todo Colombia, aunque últimamente el flujo de tomate de árbol más bien se desplaza desde Colombia a Ecuador (Pinto y Tiaguaro, 2012).

2.2 Clasificación taxonómica

De acuerdo con Buono, Aguirre y Abdo (2018) la clasificación taxonómica del tomate de árbol es la siguiente:

Reino: Plantae

División: Magnoliphyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Asteridae

Orden: Solanales

Familia: Solanaceae

Género: *Solanum*

Especie: *betaceum*

Nombre científico: *Solanum betaceum* Cav.

2.3 Descripción Botánica

Es una planta arbustiva con unos tallos semileñosos, su follaje es grande, que alcanza una altura de 2 a 3 m, sus hojas son cordiformes (en forma de corazón), carnosas, levemente pubescentes y muy grandes. Sus flores son de color rosa y lavanda, agrupadas en racimos terminales, las cuales su floración es de manera escalonada. Sus frutos son solitarios y se encuentran agrupados en racimos, de colores variables, del amarillo al rojo, de forma ovoidal con ápices puntiagudos, contienen muchas semillas pequeñas en cantidades de 120 a 150. La pulpa es de color variable, del amarillo al anaranjado y del anaranjado al rosáceo, cuyo sabor recuerda al tomate (Calvo, 2009).

2.4 Genotipos y Variedades

De acuerdo con Ávila (2015) en el Ecuador no existe una clasificación clara actualmente de los genotipos del tomate de árbol, que son cultivados lo que ha llevado a una grande confusión en su denominación. También se puede señalar que no existen otras variedades a excepción del híbrido Mora introducido desde Nueva Zelanda, con el cual se obtuvo del cruzamiento entre el Rojo Puntón y el Negro Silvestre Lojano. Este híbrido tiene como características de no producir semillas y su propagación es solo por estacas. En la actualidad en Ecuador se producen tres tipos de variedades reconocidas de tomate de árbol, aunque comercialmente no se diferencian (Figura 1). Estas son:

- Tomate común: de forma alargada, color morado y anaranjado.
- Tomate redondo: de color anaranjado rojizo.
- Tomate mora: de forma oblonga y de color morado.

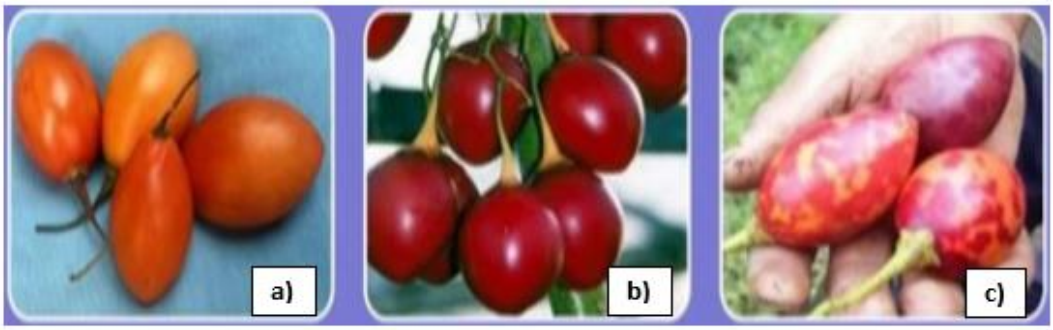

Figura 1. Variedades de tomate de árbol a) común, b) redondo y c) mora. Fuente: Ávila (2015)

2.5 Principales agentes fitopatógenos del cultivo de tomate de árbol

2.5.1 Cenicilla o mildiu (*Oidium* sp.)

Este agente fitopatógeno se presenta principalmente en las zonas donde se cultiva el tomate, con mayor ataque en los meses secos del año y se lo puede observar durante el desarrollo de la planta. Este hongo puede aparecer tanto en el envés como en el haz de las hojas viejas de la planta, se muestra manchas oscuras rodeadas de cenicilla blanquecina hasta cubrir toda la superficie de las hojas provocando la caída de la misma afectando el rendimiento de la planta (Martínez, Hío, Osorio y Torres, 2009).

2.5.2 Mancha negra del tronco (*Fusarium* sp. Livix)

Según Alarcón (2008) es uno de los agentes fitopatógenos que se presenta con mayor frecuencia en las tomateras, su incidencia es mayor en las zonas húmedas y el periodo de lluvia. Bajo estas condiciones el patógeno puede matar a toda la plantación si no se sigue las estrategias de manejo adecuadas contra los agentes fitopatógenos, donde las principales características que se puede visualizar son manchas que se presentan desde el inicio del desarrollo de la planta y van cambiando su apariencia al trascurrir el tiempo.

Teniendo en cuenta que desde el inicio el agente fitopatógeno presenta lesiones necróticas de coloración parda en la corteza del tronco o ramas gruesas y luego con machas extensivas de color negro brillante luego se viene a cubrir de un polvillo alrededor la lesión. Este agente fitopatógeno puede provocar la ruptura del tronco o de las ramas afectadas especialmente cuando el árbol contiene un buen número de frutos. Cuando ataca cerca del cuello, este fitopatógeno avanza hacia la raíz provocando el marchitamiento de la planta. Se disemina con los fuertes vientos, con las salpicaduras de la lluvia, ingresando a la planta por medio de las heridas de los insectos o herramientas (Martínez, Hío, Osorio y Torres, 2009).

2.5.3. Muerte descendente (*Fusarium oxysporum* f. sp. dianthi)

La incidencia de este agente fitopatógeno es esporádica, los principales síntomas se observan en los cultivos de tomate de árbol con problemas muy notorios como es la pudrición de las raíces cuyos síntomas iniciales son flacidez o marchitamiento de las hojas, luego la planta comienza a presentar un amarillamiento foliar y pérdida de vigor. Cuando los agentes fitopatógenos se presentan en las plantas las hojas y ramas se caen, secundariamente presenta la muerte de la planta tomando un color café o castaño oscuro, quedando únicamente los frutos adheridos a la planta. El sistema radical presenta una pudrición seca, los tejidos necrosados son de color café claro luciendo completamente destruidos y despiden un intenso olor a moho. Los patógenos se incrementan después de realizar deshierbes con azadón, en presencia de nematodos por las

heridas ocasionadas a las raíces, esto se puede presentar tanto en plantas jóvenes como en adultas en producción (Bernal, Tamayo y Saldarriaga, 2000).

2.5.4. Nematodo de la raíz (*Meloidogyne incognita* (Kofoid & White))

Dicho con palabras de Cucchi y Becerra (2015) este nematodo se encuentra principalmente en todas las zonas tomateras, ataca todas las variedades de tomate de árbol cultivadas. Las raíces son las principales afectadas llevando a la planta a la muerte, causando pérdidas de 90 % en el rendimiento y 50 % en la vida útil de la planta. Este nematodo daña el sistema radical de la planta, formado abultamiento de diferentes tamaños llamados nudos o agallas que impiden la absorción de agua y nutrientes del suelo. Las plantas afectadas tienen características de ser pequeñas, amarillentas y marchitas. Estos síntomas principalmente se pueden observar desde el estado de plántula en el vivero las mismas que constituyen medio de dispersión.

2.5.5 La antracnosis

2.5.5.1 *Generalidades*

La antracnosis es causada por el hongo del género *Colletotrichum*, es uno de los agentes fitopatógenos más importantes que puede afectar la agricultura mundial, debido a su amplia distribución en todos los continentes y a su diversidad de especies vegetales que pueden ser afectadas por este tipo de hongo, abarca especies perennes y anuales de monocotiledóneas y dicotiledóneas. Desde un punto de vista económico para la agricultura, este hongo es de mayor importancia en el sector agrícola debido a la severidad de los daños que ocasiona a los cultivos, a la magnitud de las pérdidas que genera, tanto en producción como en la calidad de la cosecha y también en la dificultad que se presenta para controlarlo (Alarcón, 2008).

De acuerdo con Femenía (2017) su capacidad para causar infecciones latentes lo ubican dentro de los patógenos de poscosecha más importantes. Se puede observar en zonas templadas y tropicales debido a sus condiciones ambientales de estas regiones, con las temperaturas que van desde medias a altas, lluvias muy frecuentes y una humedad relativa alta.

2.5.5.2 *Antracnosis en el cultivo de tomate de árbol*

Debido a su amplia distribución y a la magnitud de las pérdidas que ocasiona, es considerado como una de las principales afecciones del tomate de árbol en el Ecuador, principalmente en las zonas donde no se cultiva técnicamente esta especie. Además, la antracnosis es un problema en las poblaciones cercanas a las plantaciones de tomate de árbol, ya que es una fuente constante de contaminación ambiental, daños ecológicos y problemas socioeconómicos, debido al uso indiscriminado de fungicidas químicos de alta toxicidad empleados para su

prevención. Los costos para controlar a los agentes fitopatógenos en el tomate de árbol tienen el más elevado porcentaje, obligando a la mayoría de los agricultores al abandono o sustitución del cultivo después de los tres años de producción (Alarcón, 2008).

2.5.5.3 *Clasificación taxonómica*

La clasificación botánica con mayor aceptabilidad para la antracnosis según Garzón (2015) es:

Reino: Fungi

Phylum: Ascomycota

Clase: Sordariomycetes

Subclase: Incertae sedis

Orden: Phyllachorales

Familia: Phyllachoraceae

Género: *Colletotrichum*

Especie: *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz y Sacc

Nombre Común: Antracnosis, ojo de pollo.

2.5.5.4 *Colletotrichum gloeosporioides*

C. gloeosporioides es un microorganismo que vive de la materia orgánica y tiene la capacidad de volverse patógeno, como el agente causal de la antracnosis, prefiriendo atacar tejidos jóvenes y viejos, físicamente débiles. Existen algunos reportes de la patogenicidad de éste, en varias especies frutales como tomate de árbol, aguacate, cítricos, mango, papaya, maracuyá y guayaba (Alarcón, 2008).

Según Femenía (2007) es uno de los hongos con mayor éxito en su estrategia de ataque a los cultivos, debido a que las estrategias físicas y químicas de defensa de las plantas se presentan cuando la infección ha avanzado significativamente y el hongo ha invadido las células casi en su totalidad, lo que demuestra la efectividad del ataque fitoquímico del hongo que prácticamente pasa desapercibido por las plantas.

2.5.5.5 *Características biológicas*

Colletotrichum es un hongo que se encuentra en la natruraleza de manera asexual y en la fase conidial produce una estructura en forma de discos con un diametro de 300 micras en forma subepidérmicas en la lesión que se conoce como acérvulos; estos grupos presentan por lo general varias espinas o setas en cuatro o nueve micras de diametro, las cuales se ubican al borde o en la masa ya sean simples o alargados (Ríos, 2010).

2.5.5.6 *Ciclo de vida del hongo C. gloeosporioides*

El ciclo de vida involucra algunas secuencias de eventos, primero empieza cuando el icono llega al huésped ya sea por medio del agua, por el viento, aquí las esporas se adhieren a la superficie vegetal y germinan entre un periodo de 12 a 24 horas, generan un tubo germinal el cual crece para formar el apresorio terminal, donde penetra la cutícula directamente y se construyen las hifas infectivas que colonizan intracelularmente (Tamba, 2014).

Según Carranza (2017) en las primeras etapas del desarrollo incluyen: deposición de los conidios cobre la superficie del fruto, luego viene lo que es la fijación de los conidios, la geminación de los conidios, la producción de los apresorios, después continua con la penetración de la epidermis de la planta, el crecimiento y con la colonización de los tejidos, por último, tenemos la producción de acérvulos y esporulación en la etapa final (Figura 2).



Figura 2. Ciclo de vida del hongo *C. gloeosporioides*. Fuente: Tamba (2014)

2.5.5.7 *Morfología*

Este hongo presenta un micelio septado de coloración hialina o castaña clara, los acérvulos separados tienen forma de disco o cojín, de textura cerosa y pueden ubicarse en forma subepidermial, epidermial o subcuticular. Los conidióforos son simples, elongados, filiformes y cortos, dispuestos en palizada con numerosas conidias (Lalangui, 2015)**.**

Desde el punto de vista de Barriga (2012) en todos los hospedantes el hongo se reproduce profusamente y forma masas rosadas de conidios sobre los acérvulos. Estos constan de un estroma micelial en forma de cojín de pocas a muchas células de espesor y se forma inmediatamente por debajo de la cutícula de la planta, a la cual rompe al ejercer cierta presión hacia la parte superior de la masa de conidióforos y conidios en proceso de desarrollo. Los conidios se mantienen unidos en una masa viscosa que es firme y dura cuando el clima es seco, pero en climas cálidos húmedos los conidios son liberados en una masa rosácea y pueden ser arrastrados o salpicados por las gotas de lluvia o ser transportados por el viento y por los insectos.

2.5.5.8 *Genética*

El ciclo de vida de las especies de *Colletotrichum* comprende dos etapas que son sexual y asexual. En términos generales, la fase sexual permite la variabilidad genética del hongo y la etapa asexual es responsable principalmente de la dispersión del hongo; la recombinación sexual en la mayoría de especies de *Colletotrichum* es muy rara en la naturaleza, teniendo en cuenta que sólo 11 de las 20 especies de *Colletotrichum* tienen teleomorfos. La fase sexual de *C. gloeosporioides* nunca se ha encontrado en la naturaleza, sin embargo, los estudios han mostrado que existe una amplia diversidad genética y heterogeneidad dentro de esta especie. Una hipótesis para esta diversidad es la aparición de recombinación sexual entre cepas del hongo. Se encontró que *C. gloeosporioides* aislados del mismo huésped eran, en general autoestériles pero que el cruce entre *C. gloeosporioides* aislamientos desde diferentes huéspedes produce fácilmente la teleomorfía (Lalangui, 2015).

Carranza (2017) menciona que otro mecanismo por el que la diversidad genética pueda generarse en poblaciones de *C. gloeosporioides* es a través de la compatibilidad vegetativa. El término compatibilidad vegetativa se refiere a la capacidad de las cepas de hongos a tener anastomosis y formar un complejo hifal mutuo, lo que resulta en células fusionadas viables que contienen núcleos de ambas cepas parentales en un citoplasma común.

2.5.5.9 *Epidemiología*

Palacios et al. (2009) mencionan que los agentes fitopatógenos causado por *Colletotrichum* son transmitidos por conidios que son llevados por el agua, y causan infecciones quiescentes en los periodos de altas precipitaciones y de temprano crecimiento de la fruta. En el campo, la esporulación del hongo en los tejidos infectados sucede durante los períodos de humedad prolongada y los conidios son dispersados por las salpicaduras de lluvia. Posteriormente a la contaminación, el hongo inicia infecciones quiescentes y los síntomas del agente fitopatógeno no se observan hasta que la fruta comienza a podrirse. Las hojas, pedúnculos, ramas jóvenes, racimos, botones florales, sépalos de la flor y los frutos en cualquier estado, son tejidos potencialmente susceptibles al hongo.

2.5.5.10 *Síntomas y signos de la enfermedad*

Según Alarcón (2008) la antracnosis en el tomate de árbol ataca principalmente en las hojas, flores y frutos en toda su etapa de desarrollo. El hongo permanece oculto en las hojas más viejas de la planta, y de ahí infecta secuencialmente las ramas y los frutos. En las hojas se puede observar lesiones localizadas en los márgenes de las hojas más viejas y a lo largo de las nervaduras, presentando unas manchas necróticas de color negro, esto se observa con mayor frecuencia en el envés. Este hongo también afecta los brotes y ramas débiles de la planta, las lesiones se presentan con manchas amarillas y al poco tiempo se extienden a lo largo de la rama, causando una necrosis apical.



Figura 3. Antracnosis en hojas y frutos. Fuente: (Ríos, 2010)

Dicho con palabras de Ríos (2010) los principales síntomas en los frutos se manifiestan con frecuencia en el ápice, debido a que las gotas de agua que caen de la copa se ubican en el ápice, siendo la infección del fruto, y en la zona media, donde varios frutos de un mismo racimo quedan en contacto, lo que ayuda al desarrollo inicial del hongo. En algunas variedades, cuando

el fruto está en su etapa de madurez fisiológica es infectado por el hongo, éste cambia de color amarillo totalmente y sobre la corteza del fruto la lesión clásica del ojo de pollo (Figura 3).

2.5.5.11 *Descripción del cultivo de C. gloeosporioides in vitro*

El fitopatógeno tiene un crecimiento muy lento en medio de cultivo de Agar papa dextrosa (PDA), eso se observa luego de 10 días a una temperatura de 25 °C. La geminación de los conidios de *C. gloeosporioides* es de 82 % en 24 h y 84 % en 48 h. El color de la colonia cambia de clara a oscura con el paso de los días, producen masas mucilaginosas típicamente hundidas con un control irregular en las lesiones necróticas sobre las hojas, frutos y tejidos en el cultivo de tomate de árbol. Se puede observar colores que van desde blanco a amarillo en el anverso y desde rosa a violeta en el reverso. Los conidios son de forma cilíndrica, fusiforme de una sola célula durante toda la germinación. Se clasifican según su forma en tres categorías, a) conidios con los dos extremos redondeados, b) conidios con un extremo redondeado y c) conidios con los dos extremos agudos (Castro et al. 2019).

Desde la posición de Ríos (2010) los conidióforos pueden ser septados y ramificados de color castaño claro, formados en la parte superior de las células del hongo, que pueden ser simples, cortos y erectos con un color castaño pálido que forman los apresorios. Las esporas a menudo son tan numerosas que pueden formarse masas brillantes de color rosa. El micelio tiene una estructura algodonosa y densa en el centro del fruto de tomate de árbol. Se puede registrar la formación de micelio aéreo de tipo escaso-liso en un 60 % de las colonias y 40 % de tipo abundante- algodonoso (Figura 4).

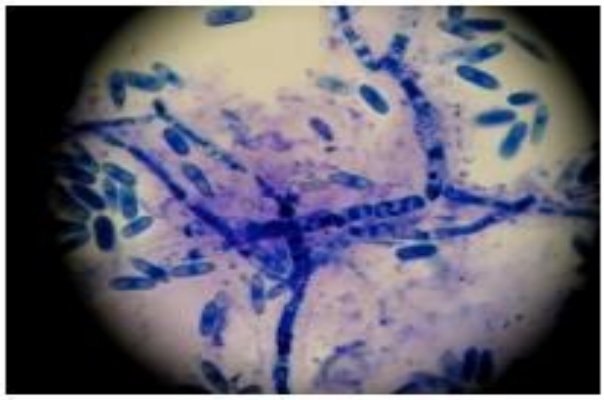

Figura 4. Estructura morfológica de *C. gloeosporioides* que muestran los micelios y esporas del hongo. Fuente: (Ríos, 2010)

2.5.5.12 *Condiciones favorables para el desarrollo de C. gloeosporioides*

Según Alarcón (2008) en los períodos de crecimiento reproductivo, floración y fructificación, es donde la planta es más vulnerable para el ataque de los agentes fitopatógenos, de manera

que el invierno son las condiciones climáticas más favorables para que el patógeno ataque. La infección y propagación del hongo es favorecida por las altas precipitaciones, la alta humedad ambiental y altas temperaturas, al presentarse simultáneamente en niveles óptimos para el patógeno, conducen a agentes fitopatógenos destructivos.

De acuerdo con Carranza (2017) la temperatura óptima para el desarrollo del hongo es de 25 ºC favoreciendo la germinación de conidios y la formación del apresorios, importante en la penetración del hongo. La precipitación aumenta la incidencia y la severidad de los agentes fitopatógenos, tomando en cuenta la cantidad y la intensidad con que llueve cada mes, debido a que se requieren cuatro horas de permanente humedad sobre la superficie del hospedante, para que se desarrollen los patógenos. Una humedad relativa mayor al 90 % permite la germinación de las esporas, formación de apresorios y diseminación del hongo (Figura 5).

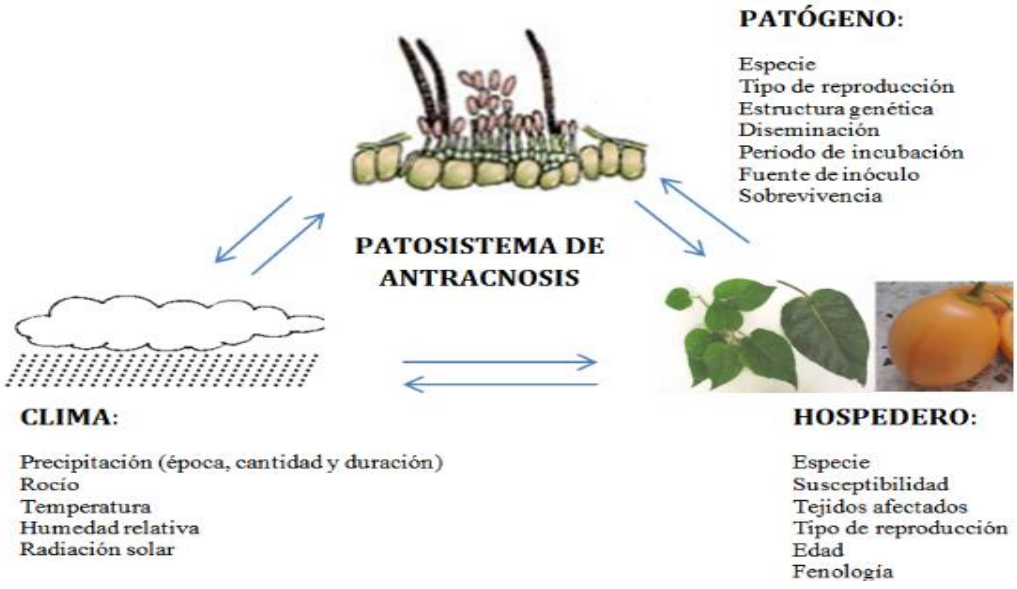

Figura 5. Patosistema de la antracnosis en tomate de árbol, donde interviene el hongo *C. gloeosporioides*. Fuente: (Alarcón, 2008)

2.5.5.13 *Fuentes de inóculo y dispersión*

La principal fuente de inóculo son las esporas del hongo que se encuentran principalmente en las hojas, ramas, inflorescencias, flores y en los frutos, en términos generales en toda la planta de tomate de árbol (Alarcón, 2008). Las esporas se pueden localizar en acérvulos que se distribuyen en formaciones concéntricas bien diferenciadas, y están cubiertas por una sustancia formada por polisacáridos y glicoproteínas, que las protegen de temperaturas extremas, la luz ultravioleta y de los metabolitos tóxicos de las plantas (Barriga, 2012).

2.5.5.14 *Estrategias de manejo de C. gloeosporioides en tomate de árbol*

Según menciona Trapero (2011) en la literatura científica se han descrito varias estrategias de manejo para poder así reducir la agresividad de los agentes fitopatógenos, entre las cuales se destacan a continuación:

Estrategias de manejo cultural

De acuerdo con Revelo et al. (2008) las estrategias de manejo tratan básicamente de evitar la entrada del patógeno en el área y si están presente en el cultivo, evitar que aumente la infección, multiplicación y diseminación. Una de las actividades importantes son las podas de saneamiento, remoción y destrucción de los frutos afectados esto se debe hacer con una frecuencia de cada semana, las cosechas deben ser oportunas de todos los frutos maduros.

Las enmiendas para las estrategias de manejo cultural es que primeramente se debe seleccionar la zona apta para el cultivo, teniendo en cuenta que los suelos deben ser los adecuados y sanos para la productividad. Después de eso se debe utilizar semillas de buena calidad, limpias y provenientes de fuentes seguras, certificadas que garanticen así la inexistencia del hongo. Siempre se debe ampliar la densidad de siembra para facilitar el manejo y la aireación del cultivo, una de las recomendaciones es que sea de cuatro por cuatro metros o tres bolillos (Sandoval y Calispa, 2015).

Como dice Fruquina (2007) la incorporación de materia orgánica periódicamente es muy importante en el cultivo, pero se debe separar del tronco del árbol para evitar daños al cuello que faciliten la entrada de los agentes fitopatógenos y además se debe tener en cuenta la utilización de fertilizantes con altos contenidos de fósforo y elementos menores de acuerdo con los requerimientos propios del cultivo.

Estrategias de manejo biológico

Dicho con palabras de Fruquina (2007) y Ríos (2010) las estrategias de manejo biológico se definen como la reducción de agentes fitopatógenos, por la acción de uno o más microorganismos. Teniendo en cuenta que estos métodos contra la antracnosis tienen ahora gran importancia, debido al uso indiscriminado de productos químicos que han causado serios problemas en el entorno, por ello es necesario integrar las estrategias de manejo biológico con las diferentes técnicas que tiene las estrategias de manejo cultural. Una de las alternativas es partir de microorganismos antagonistas donde se utiliza hongos endófitos para la prevención de los agentes fitopatógenos, con ello destruimos o inhibimos el desarrollo.

Los géneros *Bacillus, Pseudomonas* y *Tríchoderma* han sido involucrados en los estudios de las estrategias de manejo biológico frente a *C. gloeosporioides*, el cual, se recomienda principalmente la aplicación de *Tríchoderma lignorum* var. narcissi y *Tríchoderma viridae* Pers. en dosis de tres gramos de producto comercial por bomba de 20 litros de agua (Guamán 2018).

Estrategias de manejo genético

Según Revelo et al. (2008) la resistencia genética es un mecanismo básico en las estrategias de manejo de los agentes fitopatógenos, teniendo en cuenta con una accesión conocida como *Cyphomandra unilobum* Rusby, con cierta resistencia al patógeno por lo tanto se ha realizado un plan para el mejoramiento genético para ir desarrollando variables que sean resistentes cada día más a los agentes fitopatógenos.

Estrategias de manejo químico

Las enmiendas para las estrategias de manejo químico actúan en contra de la antracnosis teniendo en cuenta el uso de fungicidas con un manejo estricto y cuidadoso en las épocas de mayor floración y cuajamiento de frutos teniendo en cuentas que son las etapas de mayor susceptibilidad de la planta. Los equipos a utilizar deben ser muy bajo volumen de aspersión con ello se busca una mejor cobertura al momento de dispersar los fungicidas, obteniendo una mayor eficiencia del producto y disminuir el uso excesivo de agua (Tamba, 2014).

De acuerdo con Barriga (2012) los fungicidas se deben aplicar con un producto adherente cada ocho días en invierno y cada quince días en verano, considerando la rotación de ingredientes activos curativos y protectantes para evitar el riesgo de que el hongo se vuelva más resistente, haciendo más difícil su prevención. La aplicación de los fungicidas se debe realizar después de las podas sanitarias y de la cosecha, donde se recogen también los frutos enfermos.

Realizar aspersiones foliares de fungicidas sistémicos a base de cobre, como Cuprofix (mancozeb + caldo bordelés) y Score (benomil + difenoconazol), se debe hacer de forma preventiva y rotativa, esto debe ser dirigido al follaje, a los frutos con una frecuencia de ocho días en épocas con mayor frecuencia de lluvia y de quince días en épocas con menos presencia de lluvia (Revelo et al 2008).

Según Ríos (2010) cuando el umbral de infección es alto se deben aplicar productos como Mancozeb (6,5 $mL.L^{-1}$), en rotación con Clorotalonil (6,5 $mL.L^{-1}$). Además de estos productos, se pueden utilizar otros productos tales como Ditane (3–4 $g.L^{-1}$), Bravo 500 (2,5 $mL.L^{-1}$),

Benlate (0,5 $g.L^{-1}$), Antracol (3 $g.L^{-1}$), Ridomil (3 $g.L^{-1}$), Oxicloruro de cobre (1 $kg.ha^{-1}$), Kocide (1 $g.L^{-1}$), Captan, Opera, entre otros.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de Investigación

El presente trabajo está basado en un diseño de investigación de tipo no experimental exploratoria y documental la cual, se realizó mediante una revisión bibliográfica de fuentes primarias como: artículos científicos de investigación, libros y fuentes secundarios como: artículos de revisión bibliográfica, directorios o repositorios de tesis, con literatura publicada en español e inglés, sobre el hongo *C. gloeosporioides* y estrategias de manejo en el cultivo de tomate de árbol.

3.2. Métodos de Investigación

Para este estudio se utilizó el método exploratorio documental. Para ello se desarrolló una búsqueda sistemática, de fuentes de información primaria y secundaria.

Para el cumplimiento del objetivo número uno, se realizó la revisión de estudios que permitió recopilar y sintetizar artículos de investigaciones científicas primarias u originales que incluyeron la descripción biológica, adaptación y daño de *C. gloeosporioides* en tomate de árbol en este sentido las variables que se tomaron en cuenta fueron:

- Variables biológicas: (biología, ciclo de vida)
- Variables adaptación (temperatura, precipitación y altitud)
- Variables daños (signos, síntomas e incidencia)

Para el cumplimiento del objetivo dos, se revisó los métodos de las estrategias de manejo que influyan para prevenir la antracnosis en el cultivo de tomate de árbol, mediante las variables descritas a continuación:

a) Estrategias de manejo cultural
b) Estrategias de manejo biológico
c) Estrategias de manejo genético
d) Estrategias de manejo químico

3.2.1. Método exploratorio.

Es un método muy flexible que se aplica en el problema de investigación con el propósito de destacar aspectos fundamentales de una problemática determinada y encontrar procedimientos adecuados para elaborar determinada investigación. A partir de la investigación exploratoria se obtuvo la información (datos) necesarios para alcanzar los objetivos propuestos.

Para dar cumplimiento a cada uno de los objetivos planteados se realizó una investigación sistemática de literatura científica publicada en los últimos 9 años sobre el hongo *C. gloeosporioides* y estrategias de manejo. Se realizó una búsqueda sistemática de literatura en las siguientes bases de datos (BD): Scielo (FAPESP and BIREME; Brasil), Redalyc (UAEM; México), Google Académico (Google, LLC – Alphabet Inc: USA), EBSCOhost, Redalyc y además se analizó repositorios de tesis de pregrado y posgrado a nivel nacional e internacional relacionados con la temática.

3.3. Criterios de inclusión de literatura científica

Los criterios de inclusión considerados para la búsqueda serán los siguientes:

1. **Palabras clave para la búsqueda de la información:** Todas las palabras clave se escribió en español, finalizando la búsqueda serán traducidas al inglés. Las palabras clave fueron las siguientes: *Solanum betaceum*, *Colletotrichum gloeosporioides*, antracnosis, biología, adaptación, daño, síntomas, estrategias de manejo cultural, biológico, genético y químico.
2. **Año de publicación**: Se analizó estudio de los últimos 9 años.
3. **Número de estudios**: Se obtuvo un total de 70 artículos, entre ellos se seleccionaron al menos 11 artículos científicos y 16 tesis de pregrado y de posgrado según los criterios de inclusión.
4. **Selección de datos**: En el presente estudio se verifico que cumplan los siguientes aspectos importantes.

a. Disponga de todos los parámetros para un citado correcto.
b. Contenga información relacionada con el estudio que se lleve a cabo.
c. Contenga información en relación con las variables antes descritas.

3.4. Criterios de exclusión de literatura científica

Los criterios de exclusión de información fueron los siguientes:

1. Información que no va acorde con el tema de esta investigación.
2. Estudios previos al año 2011.
3. Información que no tenga una fuente oficial confiable o verificable.
4. Estudios que no poseen rigurosidad científica, en el caso de los artículos, aquellos que hayan sido publicados en revistas que no se encuentren indexadas.

3.5. Manejo de la información

Se realizó una lectura de los documentos bibliográficos seleccionados, posteriormente se identificaron y agruparon por separado los documentos que contienen información para el cumplimiento de cada uno de los objetivos.

Se realizó una selección muy detallada de todos los artículos encontrados en la investigación, principalmente que tengan resultados y aspectos de mayor relevancia con el tema de estudio. Una vez seleccionada la información bibliográfica que provengan de fuentes oficiales o verificable, se realizó un análisis de toda la información para luego poderlo plasmar en este documento bajo criterios de rigurosidad científica, es decir todos los artículos que se encuentren publicados en revistas indexadas o información que haya pasado por una revisión por pares académicos o un tribunal que tenga una conveniencia de escala y métodos estandarizados. Por último, se plasmó la información mediante análisis y síntesis sobre la biología, adaptación y daños de *C. gloeosporioides*, además se elaboró tablas en base a las estrategias de manejo con sus respectivos autores y años de publicación.

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS

A partir de la metodología y de la búsqueda bibliográfica descrita inicialmente, se logró obtener un total de 70 artículos, publicados entre 2011 y 2020 (Scielo 20, Google académico 25, EBSCOhost 5, Scopus 10, Redalyc 10).

Los documentos encontrados inicialmente fueron agrupados en temas de interés, se descartaron 44 documentos por no cumplir con los criterios de inclusión determinados de acuerdo con la pregunta de investigación. La implementación del protocolo de búsqueda en las tres bases de datos arrojo un total de 11 artículos y 16 tesis seleccionados según la revisión sistemática facilitando el análisis de la información en las etapas posteriores (Figura 6).

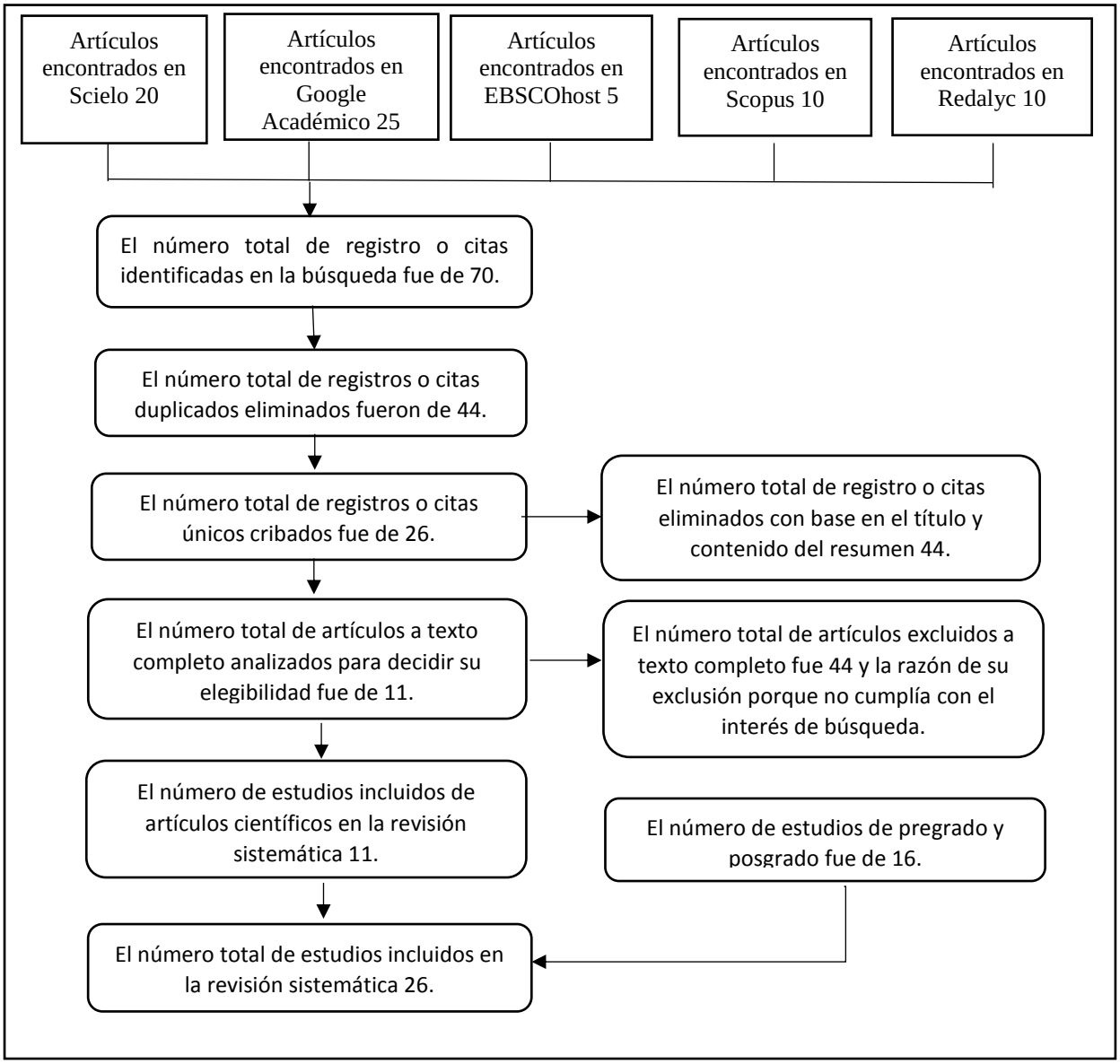

Figura 6. Diagrama de flujo de la información en las diferentes fases de la revisión sistemática.

Se tomó en cuenta 11 artículos científicos y 16 tesis de pregrado y de posgrado indexadas en la base de datos, de acuerdo con los mismos criterios de inclusión y exclusión. Esta literatura fue obtenida mediante la página de búsqueda de Scielo, Google académico, EBSCOhost, Scopus, Redalyc y sitios web (Tabla 1 y Tabla 2).

Tabla 1.

Artículos científicos revisados sobre C. gloeosporioides y estrategias de manejo

AUTOR	AÑO	Título	NOMBRE DE LA REVISTA	PAIS DE ESTUDIO
Castro, P. et al.	2019	Caracterización morfológica y molecular del agente causal de la antracnosis en tomate de árbol en Azuay y Loja	Bosques latitud cero	Ecuador
Castro, P., Palacios, A., y Díaz, L.	2020	Estado actual del uso de marcadores moleculares en el diagnóstico y control genético de enfermedades del tomate de árbol	Bosques Latitud Cero	Ecuador
Chacin, C. et al.	2013	Evaluación a nivel de laboratorio del efecto de 7 extractos vegetales para el control *de Colletotrichum* sp. agente causal de la antracnosis en el cultivo de tomate de árbol	Innovaciencia	Colombia
Gañan, L., Álvarez, E., y Castaño, J.	2015	Identificación genética de aislamientos de *Colletotrichum* spp. causantes de antracnosis en frutos de aguacate, banano, mango y tomate de árbol	Ciencias Exactas, Físicas y Naturales	Colombia
Gaviria, V., Patiño, L., y Saldarriaga, A.	2013	Evaluación *in vitro* de fungicidas comerciales para el control de *Colletotrichum* spp., en mora de castilla	Ciencia y Tecnología Agropecuaria	Colombia
Jílková, B. et al.	2015	Sensitivity of *Colletotrichum acutatum* isolates to selected fungicides	Agricultural Research	Czech Republic

Kongtragoul, P. et al.	2011	Mutation at codon 198 of tub2 gene for carbendazim resistance in *Colletotrichum gloeosporioides* causing mango anthracnose in Thailand	Journal of Plant Protection Research	Thailand
Landero, N. et al.	2016	Alternativas para el control de *Colletotrichum* spp.	Ciencias Agrícolas	México
Lobo, M., Medina, C., y Cardona, M.	2011	Resistencia de campo a la antracnosis de los frutos (*Colletotrichum gloeosporioides*) en tomate de árbol (*Solanum betacea* Cav. Sendt.)	Facultad Nacional de Agronomía Medellín	Colombia
Santamaría, F. et al.	2011	Control de dos especies de *Colletotrichum* causantes de antracnosis en frutos de papaya Maradol	Revista mexicana de ciencias agrícolas	México
Viera, W. et al.	2015	Estimación de parámetros de calidad del fruto para segregantes interespecíficos de tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.) en respuesta de resistencia a la Antracnosis (*Colletotrichum acutatum* J.H. Simmonds)	Acta Agronómica	Ecuador

Tabla 2.

Tesis de pregrado y posgrado con información relevante de C. gloeosporioides

AUTOR	AÑO	Título	PAIS DE ESTUDIO
Barriga Perugachi Liseth Yajaira	2012	Evaluación de la resistencia a *Colletotrichum acutatum* de poblaciones de tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.) en estado de plántula	Ecuador
Carranza Arévalo Galo Eduardo	2017	Evaluación de la actividad antifúngica *in vitro* de cinco extractos vegetales (EV) contra *colletotrichum* spp. aislado de tomate de árbol *(Solanum betaceum)*	Ecuador
Carreño Toala José Ariel y Luis Francisco Sánchez Medranda	2020	Caracterización morfocultural, patogenicidad y sensibilidad *in vitro* de hongos asociados a antracnosis	Ecuador

Contreras León Pablo Yair	2017	Control fitosanitario en el cultivo de cacao CCN 51 con tres grupos de fungicidas sobre los problemas que afectan a su producción, en la zona de San Antonio, Cantón Pueblo-viejo	Ecuador
Echeverría Utrilla Laura del Carmen	2012	Efectividad biológica del fungicida Azoxystrobin en *Alternariaalternata* de tomate (*Solamun lycopersicum* L.) *in vitro*	México
Garzón Chalán Roberto Alexander	2015	Caracterización morfológica de hongos fitopatógenos en el cultivo de tomate de árbol (*Solanum betaceum*) sector Patain-Cotopaxi	Ecuador
Guamán Rodríguez Mayra Alejandra	2018	Caracterización morfológica y molecular y de resistencia a funguicidas de *Colletotrichum* spp, aislados en tomate de árbol (*Solanum betaceum*)	Ecuador
Jiménez Tamayo Jhuliana Maribel	2020	Evaluación de la actividad antifúngica *in vivo* del aceite esencial de tomillo (*Thymus vulgaris*) en diferentes concentraciones contra *Colletotrichum acutatum* en cultivos de tomate de árbol *(Solanum betaceum)*	Ecuador
López Nathali y Jairo Castaño	2013	Etiología de la muerte descendente del tomate de árbol (*Solamun betaceum* (CAV.) SENDT.)	Colombia
Martínez Palomino Sandra Arelis	2019	Tratamientos foliares y edáficos de pyraclostrobin, metiran, metil tiofanato y extracto de quillay en el cultivo de papa	Perú
Miranda Buenaño Oscar Mauricio	2014	Evaluación y selección *in vitro* de materiales promisorios de tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.), resistentes /tolerantes a la antracnosis (*Colletotrichum* spp.)	Ecuador
Rondón José Guillermo	2013	Estudio biológico y epidemiológico de la antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz), en tomate de árbol (*Solanum betaceum* (Cav) Sentd) y generación de alternativas para su manejo integrado en Colombia	Colombia
Silva Barrera Pamela Bedsabeth	2018	Caracterización genotípica y de virulencia de Colletotrichum tamarilloi y Colletotrichum sp. causantes de la antracnosis en tomate de árbol	Ecuador
Solano Gómez Richard José	2019	Desarrollo de un empaque polimérico antimicrobiano para el control de antracnosis en tomate de árbol *(Solanum betaceum)*	Colombia
Tamba Sandoval María Viviana	2014	Selección de los materiales promisorios de tomate de árbol (*Solanum betaceum*) con resistencia a antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*), productividad y calidad del fruto	Ecuador

Vitola Deimer y Jesús Hernández	2015	Evaluación *in vitro* de la eficiencia de aceites esenciales de cuatro plantas aromáticas contra *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. y Sacc. causante de la antracnosis en el cultivo de ñame en el Departamento de Sucre	Colombia

4.1 Análisis de la biología, adaptación y daño de *C. gloeosporioides* en tomate de árbol

BIOLOGÍA DEL AGENTE CAUSAL

Desde el punto de vista de Rondón (2013) existen dos especies que pueden ser capaces de afectar a tomate de árbol y que se diferencian por la forma de los conidios. La primera es *C. gloeosporioides* que produce conidios unicelulares, cilíndricos con ambos lados redondeados, mientras que la segunda *C. acutatum* produce conidios unicelulares, con un lado fusiforme.

De acuerdo con Carranza (2017) los principales agentes fitopatógenos, que está presente en el cultivo del tomate de árbol es *C. gloeosporioides* causando principalmente deformaciones en las superficies de los frutos y las hojas, presentando necrosis.

El ciclo de vida de la antracnosis empieza por la primera etapa de infección, que es el desarrollo de los agentes fitopatógenos, donde incluyen la deposición de los conidios sobre la superficie de los frutos, luego continua con la infección germinando los conidios esto causa la producción de los apresorios, después continua con la penetración en la epidermis de la planta esto causa el crecimiento y colonización de los tejidos del hongo y como etapa final del ciclo de la antracnosis es la producción de acérvulos y esporulación a otros cultivos (Tamba, 2014).

ADAPTACIÓN

La antracnosis tiene mayor incidencia en épocas de lluvia, en condiciones de humedad relativa del 90 %, a una altitud de 2.170 msnm, con una precipitación anual de 1.800 mm y temperaturas de 13 a 15 °C, en la cual las esporas son liberadas de los acérvulos y se dispersan a las plantaciones. Existiendo diferentes formas de transportarse como son: de planta a planta y de cultivo a cultivo por medio de vientos, por la lluvia y por el mismo productor (Garzón, 2015).

Según Silva (2018) el patógeno tiene dos condiciones principales para determinar su desarrollo entre las cuales tenemos: humedad ambiental y la temperatura mínima del mes más frío, estas condiciones permiten tener un ambiente óptimo para su reproducción y

distribución de los agentes fitopatógenos, por el medio, temiendo en cuenta su difícil prevención.

Los signos y síntomas de la antracnosis pueden presentarse en ramas, brotes, hojas, pedúnculos, racimos florales y frutos. En las hojas especialmente en las más viejas se produce en el envés manchas de color oscuro y bordes definidos, también presentan lesiones a lo largo de las nervaduras centrales (Guamán, 2018). En los frutos de cualquier edad presentan una decoloración y pequeñas lesiones de apariencia aceitosa de color negro con bordes bien definidos acompañados con un ligero hundimiento en la zona afectada. Las manchas necróticas aparecen a los 18 días después de la infección, esto aparece principalmente en los frutos por lo general en lesiones causadas por la antracnosis, con manchas hundidas circulares de bordes definidos y consistencia muy seca en el fruto de tomate de árbol, la esporulación se presenta en el centro de la infección germinando en un periodo de 12 a 24 horas (Gañán et al. 2015).

Según Garzón (2015) por lo general los síntomas en tallos, ramas y hojas no son muy reconocidas por el productor, por lo que dificulta controlar a tiempo el agente fitopatógeno conocido como antracnosis. En tallos y ramas presentan quemaduras y muerte descendente del tejido, cuando el patógeno llega al hospedero, por medio de diferentes factores como la lluvia, el viento, el contacto de insectos y herramientas.

DAÑOS

De acuerdo con Rondón (2013) la antracnosis ha causado grandes pérdidas económicas en los países de Ecuador, Colombia y Nueva Zelanda. En Ecuador el área del cultivo ha incrementado gradualmente año tras año, pero el rendimiento ha reducido de 15,3 a 8,1 $t.ha^{-1}$ esto debido a la incidencia de algunos agentes fitopatógenos, que se presentan en el cultivo.

Los daños más notorios son en el fruto causando afecciones en todos sus estados del desarrollo, presentando lesiones de color negro de diferentes tamaños y formas, también presenta en el fruto de tomate de árbol una masa de conidios de color rosa (Castro et al, 2019). Cuando el ataque ocurre en frutos pequeños, estos se momifican y quedan adheridos a la planta, sin embargo, cuando los agentes fitopatógenos, se presenta en los frutos verdes que ya están formados, aparece una coloración amarillenta de maduración prematura con manchas negras en la parte exterior del fruto de tomate de árbol y cuando la antracnosis afecta a los frutos próximos a la recolección, las manchas son pequeñas,

pero el daño se manifiesta principalmente cuando se transporta el producto y al momento del almacenamiento (López y Castaño, 2013).

Según Garzón (2015) el hongo *C. gloeosporioides* causa daños a la producción que alcanzan entre el 60 y 90 %, causando una mayor magnitud en las pérdidas que genera tanto en producción del cultivo como en la calidad de la cosecha y teniendo en cuenta a la dificultad que se presenta para su prevención.

La severidad de la antracnosis está relacionada a las condiciones del medio ambiente, en el cual el hongo se inactiva en condiciones de clima seco, con abundante luz solar y temperaturas extremas dependiendo de la época del año, de la zona e incluso dentro de la misma área; esto más depende de los factores climáticos que se presenta (Gañán et al. 2015).

4.2 Identificación de las estrategias de manejo usadas en la actualidad para combatir la antracnosis en el cultivo de tomate de árbol

4.2.1. Estrategias de manejo cultural

De acuerdo con Jiménez (2020) con las estrategias de manejo cultural se busca evitar de las condiciones favorables que faciliten la entrada y el desarrollo del patógeno dentro de la plantación, además busca descartar fuentes de inóculo, inducir el vigor de los árboles y agregar barreras físicas para impedir el ingreso de los agentes fitopatógenos. Para facilitar el manejo y la correcta aireación del cultivo se debe seleccionar una zona que tenga excelentes condiciones e implementar la siembra con una amplitud adecuada.

La siembra debe ser en arreglos asimétricos con una preferencia de distancia de 3 x 2.5 ó 3 x 3 m para facilitar una correcta aireación dentro del cultivo. Para controlar la presencia de los agentes fitopatógenos, al comienzo de la fructificación, es necesario realizar monitoreos sanitarios cada semana (Tamba, 2014).

Según Barriga (2012) y Viera et al. (2015) con la realización de la poda se obtiene una adecuada arquitectura y plantas de tamaño óptimo, mejorando la producción, facilitando su protección y optimizando su área fotosintética. Las podas sanitarias se deben realizar cada 30 días, descartando residuos de inflorescencia, ramas en mal estado, hojas con síntomas de agentes fitopatógenos y brotes secos, que ayudan a potenciar el crecimiento y desarrollo del patógeno, permitiendo una buena aireación en el cultivo y una excelente visualización para detectar frutos enfermos.

Para las estrategias de manejo en malezas es necesario realizar deshierbas manuales con el objetivo de no afectar a las raíces, evitar ambientes de humedad que favorezcan al desarrollo de los agentes fitopatógenos, manteniendo la vegetación en condiciones bajas dentro del cultivo. Además, se debe aplicar herbicidas en la etapa de producción (Tamba, 2014).

Rondón (2013) menciona que la remoción de frutos con síntomas de antracnosis, reducen la incidencia, pero no es suficiente las estrategias de manejo para combatir a los agentes fitopatógenos, al igual que dejar los frutos enfermos en el suelo o en otras condiciones que afecte con más severidad al cultivo. Este modelo de estrategias de manejo solo responde con el 50 % de efectividad.

Es necesario después de cada cosecha, determinar la cantidad de frutos enfermos, y si sobre pasan el 4 %, es recomendable fortalecer o cambiar las estrategias de manejo. Las prácticas fitosanitarias de recolección y eliminación tienen que ser permanentes, ya que la antracnosis afecta en todos sus tamaños: pequeños, medianos y grandes, siendo principalmente los más afectados los frutos de color verde, ya que sufren un proceso de deterioro por los agentes fitopatógenos, debido a que no maduran y no caen al piso, esto ayuda al incremento de la infección a través de la diseminación de factores como insectos o por el lavado de la lluvia (Barriga, 2012).

Según Tamba (2014) los frutos enfermos al ser recolectados de los árboles y del suelo, se deben enterrar en lugares lejanos al cultivo y en fosas sanitarias cubiertas de capas alternativas de cal viva para facilitar su descomposición. Esto ayuda a disminuir los focos de infección ocasionados por los frutos enfermos en el cual, permanecen los patógenos activados. De esta manera se protege a los frutos morados y maduros que lograron escapar de los agentes fitopatógenos.

A continuación, en la Tabla 3 se muestran algunos de los métodos de las estrategias de manejo cultural, los cuales son efectivos para prevenir la incidencia de la antracnosis.

Tabla 3.

Mecanismo para las estrategias de manejo cultural de C. gloeosporioides

Mecanismos	**Autor**
Podas	Barriga (2012)

Estrategias de manejo de malezas	Tamba (2014)
Remoción y eliminación de frutos enfermos	Rondón (2013)

4.2.2. Estrategias de manejo biológico

De acuerdo con Barriga (2012) las estrategias de manejo biológico tienen la capacidad de disminuir los focos de infeccion del patógeno, por medio de la acción de microorganismos. En la actualidad los métodos biológicos tienen una gran importancia para el manejo de agentes fitopatógenos como la antracnosis, esto debido a los daños que ha causado el uso de productos químicos contra el medio ambiente. Es necesario integrar las estrategias de manejo biológico con las técnicas las estrategias de manejo cultural para obtener un mejor resultado efectivo contra los agentes fitopatógenos. Para las estrategias de manejo de *C. gloeosporioides* ha sido involucrado a un análisis los géneros *Bacillus, Pseudomonas* y *Tríchoderma* como controladores biológicos. Para la aplicación de productos biológicos como *T. lignorum.* y *T. viridae*, es recomendable emplear dosis de tres gramos del producto por cada 20 litros de agua. También se puede usar dosis de 108 UFC.mL-1 de productos a base de *Bacillus subtilis* Ehrenberg.

Para el manejo de fitopatógenos, *Trichoderma* spp. esta entre los controladores biológicos más investigados. El modo de acción de *Trichoderma* spp. contra los patógenos se ve afectado por la competencia de sustrato, parasitismo, antibiosis, desactivación de enzimas del patógeno, penetración y resistencia inducida (Landero et al. 2016).

Según Tamba (2014) los resultados con la utilización de microorganismos como *Bacillus subtilis, Trichoderma* spp. y *Pseudomonas* han sido positivos para las estrategias de manejo contra la antracnosis, sin embargo, por el corto periodo de incubación que tiene el patógeno reduce la efectividad de los antagonistas, permaneciendo *C. gloeosporioides* vulnerable. *T. harzianum* Rifai., *T. lignorum, T. viride, B. subtilis, P. cepacia, P. flurescens* Migula. y *P. maltophilia* Palleroni., en condiciones *in vitro* controlan *Colletotrichum* sp. En cambio, los hongos antagonistas del género *Nigrospora* sp., reducen los síntomas de antracnosis en el cultivo de tomate de árbol.

El porcentaje de inhibición del crecimiento micelial de los productos a base de *T. lignorum* y *T. harzianum* osciló entre el 61 y 65 % para *C. gloeosporioides*, considerados dentro del grupo de los biocontroladores como los más eficientes en las estrategias de manejo *in vitro* de las cepas 52 y 168 de *Colletotrichum* spp. Además, los mismos investigadores obtuvieron resultados eficientes en condiciones de laboratorio con *B. subtilis* en la inhibición del crecimiento micelial de *C. acutatum*, pero en condiciones de campo las estrategias de manejo de los agentes fitopatógenos en flores y frutos fue deficiente. En condiciones de laboratorio la efectividad de *B. subtilis* sobre la inhibición de hongos fitopatógenos depende de la cantidad y la velocidad de propagación de los metabolitos que la bacteria lo produce sobre el medio de cultivo (Gaviria et al. 2013).

En la Tabla 4 se muestran los estudios realizados a diferentes microorganismos que actúan en beneficio al manejo de *C. gloeosporioides* en el cultivo de tomate de árbol.

Tabla 4.

Microorganismos evaluados in vitro sobre de C. gloeosporioides

Microorganismos	**Genero**	**Especie**	**Mecanismo**	**Autor**
Hongos	*Trichoderma*	*T. harzianum*, *T. lignorum*, *T. viride*	Competencia por el sustrato, parasitismo, antibiosis, desactivación de enzimas del patógeno, penetración y resistencia inducida, principalmente	Tamba (2014)
Hongos	*Nigrospora*	*Nigrospora* sp.	Disminuyen significativamente los síntomas	Tamba (2014)
Bacteria	*Bacillus*	*B. subtilis*	Inhibición del crecimiento micelial	Tamba (2014)
Bacteria	*Pseudomonas*	*P. cepacia*, *P. flurescens*, *P. maltophilia*	Disminuyen significativamente los síntomas	Guamán (2018)

4.2.3. Estrategias de manejo con Bioaceites esenciales

Landero et al. (2016) afirman que los productos naturales en la actualidad tienen una gran aceptación y están reemplazando a los productos sintéticos. Esto ha producido un fuerte interés de estudio para la posible utilización de aceites esenciales. La aplicación de biorracionales como estrategias de manejo de patógenos nocivos en la agricultura es una de las alternativas para reemplazar el uso de moléculas químicas sintéticas, ya que, los biorracionales son sustancias producidas por microorganismos, plantas y otros minerales, que ayudan a controlar a los organismos nocivos que afectan a los cultivos.

El modo de acción de los aceites esenciales sobre los microorganismos no esta definitivamente investigados, en algunos estudios realizados mencionan que los aceites esenciales tienen la capacidad de quebrar la membrana célular y alterar los procesos biológicos de las células, hasta causar la muerte de los microorganismos (Solano, 2019).

De acuerdo con Vitola y Hernández (2015) los terpenoides, monoterpenos, sesquiterpenos, fenolesaromaticos, óxidos, esteres y cetonas son fracciones lipídicas de los aceites esenciales, señalan el olor de los aceites y son producto del metabolismo secundario de las plantas. Estos aceites establecen una efectiva barrera en defensa de las plantas contra los agentes fitopatógenos.

Los extractos de chirimoya (*Annona cherimola* Mill.), papaya (*Carica papaya* L.), lima (*Citrus aurantifolia* Christm), eucalipto blanco (*Eucalyptus globulus* Labill), ajo (*Allium sativum* L.), ají (*Capsicum* sp. L.) son aceites esenciales que afectan el desarrollo del hongo C. gloeosporioides en tomate de árbol, tanto en condiciones de laboratorio como en campo, debido a que estos extractos tienen propiedades antimicrobiales (Guamán, 2018).

Chacin et al. (2013) mencionan que de todos los extractos vegetales evaluados en condiciones de laboratorio, para las estrategias de manejo de la antracnosis en tomate de arbol, demostraron un porcentaje de inhibicion de crecimiento sobre el hongo patogeno (antracnosis) del 100 y 80 %, en concentraciones de 25, 50, 75 y 100 % de extracto diluido en agua.

Landero et al. 2016 señalan que se han encontrado propiedades antibacteriales y antifúngicas en el aceite esencial del tomillo (*Thymus vulgaris* L.) y canela (*Cinnamomum verum* J. Presl.) dando un mayor efecto sobre la inhibición micelial y

reduciendo el desarrollo de *C. gloeosporioides* en poscosecha, a medida que aumentaron las concentraciones.

En la Tabla 5 se puede observar los extractos vegetales que son más utilizados para controlar a *Colletotrichum* sp. que afectan a los cultivos de tomate de árbol.

Tabla 5.

Extractos vegetales usados para las estrategias de manejo de C. gloeosporioides

Extractos vegetales	**Género**	**Especie**	**Mecanismos de estrategias de manejo**	**Autor**
Chirimoya	*Annona*	*A. cherimola*	Inhibición de crecimiento	Chacin et al. (2013), Guamán (2018)
Papaya	*Carica*	*C. papaya* L.	Inhibición de crecimiento	Chacin et al. (2013), Guamán (2018)
Lima	*Citrus*	*C. aurantifolia*	Inhibición de crecimiento	Chacin et al. (2013), Guamán (2018)
Eucalipto blanco	*Eucalyptus*	*E. globulus*	Inhibición de crecimiento	Chacin et al. (2013), Guamán, (2018)
Ajo	*Allium*	*A. sativum*	Inhibición de crecimiento	Chacin et al. (2013), Guamán (2018)
Ají	*Capsicum*	*Capsicum. sp*	Inhibición de crecimiento	Chacin et al. (2013), Guamán, (2018)
Canela	*Cinnamomum*	*C. verum*	Inhibición micelial	Landero et al. 2016
Tomillo	*Thymus*	*T. vulgaris L.*	Inhibición micelial	Landero et al. 2016

4.2.4. Estrategias de manejo genético

Viera et al. (2015) mencionan que la búsqueda de alternativas para el manejo de la antracnosis ha obligado aumentar la base genética en tomate de árbol, mediante la hibridación interespecífica, a través de planes que ayudan a dar una solución en el manejo efectivo contra los agentes fitopatógenos.

Desde el punto de vista de Lobo et al. (2011) y Miranda (2014) en Colombia realizaron estudios en la cual, demuestran que no existe ninguna variedad de tomate de árbol que sea resistente a la antracnosis. Sin embargo, han buscado fuentes de resistencia natural para enfrentar a los agentes fitopatógenos, a través de especies parentales silvestres como *S. unilobum* (progenitor donador) sin características agronómicas, pero *S. betaceum* (progenitor recurrente) si las posee, por ello realizaron retrocruzamientos entre estas dos especies para rescatar las características agronómicas y conservar los genes de resistencia.

En Ecuador, se realizó la cruza entre *S. unilobum* y *S. betaceum*, dando resultados de resistencia positiva contra *C. gloeosporioides* en el cultivo de tomate de árbol, pero con un rendimiento negativo en la producción de la planta en comparación con otros híbridos. Sin embargo, el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) realizó la retrocruza entre [(*S. betaceum unilobum* x) x *S. betaceum*] x *S. betaceum* con el objetivo de recuperar las características agronómicas y la calidad del fruto, obteniendo genotipos con frutos de mejores características y diversos niveles de resistentes a la antracnosis (Castro et al. 2020).

Viera et al. (2015) mencionan que se podría seleccionar segregantes de retrocruzas de (*S. betaceum x S. unilobum)* hacia *S. betaceum* para identificar individuos con características deseables, los cuales puedan ser utilizados como padres o como materiales prometedores para la generación de nuevas variedades.

4.2.5. Estrategias de manejo químico

Según Barriga (2012) para las estrategias de manejo de la antracnosis es factible la utilización de fungicidas químicos en especial, en las épocas de floración y cuajamiento del fruto, ya que en estas etapas es donde los agentes fitopatógenos proliferan con mayor agresividad. En invierno los fungicidas se deben aplicar cada ocho días y en verano cada quince días. Además, es recomendable realizar rotaciones de los fungicidas curativos y

protectantes, para que las estrategias de manejo sean más fáciles y evitar que los agentes fitopatógenos vuelvan más agresiva o resistente.

Sin embargo Tamba (2014) y Jílková et al. (2015) mencionan que en Ecuador los fungicidas con ingredientes activos y que tienen autorización para controlar *C. gloeosporioides* son: Difenoconazol, Pyraclostrobin, Carbendazim, Clorotalonil y Azoxystrobin, con estos fungicidas puede reducir significativamente la incidencia y la gravedad de los agentes fitopatógenos, pero no la erradica completamente.

Difenoconazol es un fungicida de amplio espectro, perteneciente al subgrupo de los triazoles del grupo de inhibidores de la biosíntesis del ergosterol (IBE), y posee una actividad sistémica y preventiva (Guamán, 2018). Sin embargo, en dosis 50, 100 y 150 ppm el fungicida Score 250® EC (difenoconazol) inhibieron el 100 % del crecimiento micelial y la producción de la biomasa para las cepas de *C. acutatum* y *C. gloeosporioides*, siendo efectivas en las estrategias de manejo *in vitro* (Gaviria et al. 2013).

De acuedo con Martínez (2019) el Pyraclostrobin es una estrobirulina de última generación y de amplio espectro de estrategias de manejo que actúa en el Complejo III de la cadena respiratoria en la mitocondria, bloqueando el paso de electrones e inhibiendo la formación de ATP. La efectividad de este fungicida en cepas de *C. gloeosporioides* inhibe un porcentaje del 100 % en el crecimiento micelial a los 21 dias de la aplicación *in vitro* (Guamán, 2018).

Kongtragoul et al. (2011) afirman que carbendazim pertenece al grupo de los benzimidazoles, es un fungicida recomendado para las estrategias de manejo de la antracnosis en el cultivo de tomate de árbol, ya que, inhibe el crecimiento micelial con una eficiencia efectiva, debido a su amplio espectro y por poseer una actividad sistémica. Sin embargo, la utilización excesiva de este producto puede originar mutaciones en el producto químico y aumentar la población de aislados resistentes a los fungicidas, causando un grave problema para los agricultores.

Según Gaviria et al. (2013) las tres concentraciones de los fungicidas Benoagro® 50 WP (benomil) y Derosal® 500 SC (Carbendazim), presentan altos porcentajes de inhibición de *C. gloeosporioides*, obteniéndose con el Carbendazim un porcentaje de inhibición de crecimiento micelial (PICM) que osciló de 82 a 98 % y un porcentaje de inhibición de biomasa (PIB) de 85,25 a 85,75 %.

Carreño y Sánchez (2020) y Contreras (2017) el Clorotalonil es un fungicida de amplio espectro que resulta efectiva para las estrategias de manejo de la antracnosis, ya que inhibe la germinación de las esporas causando el retraso del crecimiento del micelio, esto permite no completar el proceso donde la célula muere, todo esto debido a que tiene una actividad por contacto y acción preventiva, producto químico no sistémico, de aplicación foliar y con una limitada capacidad de traslocación local.

El Azoxystrobin actúa como inhibidor de la respiración, interrumpiendo en el ciclo de vida de la germinación, penetración y con menor especificidad en el crecimiento micelial del hongo. El efecto de desempeño de este bioquímico es alto en la etapa de preinfección de los patógenos (Echeverría, 2012).

Santamaría et al. (2011) manifiestan que el Prochloraz actúa inhibiendo la biosíntesis del ergosterol de las células del hongo patógeno, lo que no permite formar la membrana celular y el micelio resulta destruido por lo tanto el hongo muere. Además, la efectividad del fungicida mostró el mejor resultado en el manejo de la antracnosis, al obtener una efectividad del 100 %, tanto en los ensayos *in vitro* como en las evaluaciones con frutos inoculados y en los frutos infestados desde campo.

A continuación, en la Tabla 6 se indican los fungicidas con sus respectivas dosis y que han demostrado tener mayor eficacia para reducir a los agentes fitopatógenos causada por *C. gloeosporioides.*

Tabla 6.

Fungicidas químicos evaluadas en condiciones de campo sobre C. gloeosporioides

Ingrediente activo	**Dosis/ha**	**Número de aplicaciones**	**Mecanismo de acción**	**Modo de acción**	**Autor**
Difenoconazol	250 g/L	2	Inhibición de la biosíntesis del ergosterol.	Sistémico y preventivo	Guamán (2018)
Pyraclostrobin	800 L/ha	2	Inhibición la formación de ATP	Sistémico y preventivo	Martínez (2019)

Carbendazim	500 mL	5	Inhibición de crecimiento micelial y un porcentaje de inhibición de biomasa.	Sistémico	Kongtragoul et al. (2011)
Clorotalonil	2,5 a 3,5 L/ha	3	Inhibición de la respiración de las células del hongo.	Preventivo	Carreño y Sánchez (2020); Contreras (2017)
Azoxystrobin	0,30L/ha	2	Inhibición de la respiración mitocondrial	Sistémico	Echeverría (2012)
Prochloraz	0,5L/ha	3	Inhibición de la biosíntesis	Sistémico	Santamaría (2014)

4.2.6. Análisis del manejo integrado

Según Tamba (2014) las estrategias de manejo para erradicar a los agentes fitopatógenos deben ser preventivo, realizando un manejo integrado mediante la utilización de una serie de prácticas agronómicas y fitosanitarias, que deben ser aplicadas en forma apropiada eficiente y oportuna, que minimice los riesgos económicos, de salud y ambientales.

Carranza (2017) el manejo integrado es una alternativa para mejorar la calidad del cultivo del tomate árbol, esto implica el uso de una o varias combinaciones de las siguientes practicas:

a. Las estrategias de manejo cultural (podas, recolección de frutos enfermos y estrategias de manejo oportuno de malezas).
b. Las estrategias de manejo biológico con agentes antagonistas como *Trichoderma* sp., *Bacillus* sp., *Pseudomonas* sp. y *Nigrosporas* sp.
c. Resistencia genética.
d. Las estrategias de manejo químico con el uso de productos de baja toxicidad.

En la Tabla 7 se muestran algunas estrategias de manejo empleadas y que según literatura encontrada, tienen una alta eficiencia en la reducción de la antracnosis.

Tabla 7.

Métodos empleados como estrategias de manejo de C. gloeosporioides

TIPO DE ESTRATEGIAS DE MANEJO	MECANISMO	GÉNERO	ESPECIE	REFERENCIA
CULTURAL	Prácticas de podas	*	*	Barriga (2012)
	Estrategias de manejo de malezas			Tamba (2014)
	Remoción de frutos enfermos			Rondón (2013)
BIOLÓGICO	Hongos	*Trichoderma*	*T. harzianum, T. lignorum, T. viride*	Tamba (2014), Barriga (2012)
		Nigrospora		
	Bacteria	*Bacillus*	*B. subtilis*	Tamba (2014), Barriga (2012)
		Pseudomonas	*P. cepacia, P. flurescens y P. maltophilia*	Guamán (2018)
BIOACEITES ESENCIALES	Extractos de plantas	*Annona*	*A. cherimola*	Guamán (2018)
		Carica	*C. papaya* L.	Guamán (2018)

		Citrus	*C. aurantifolia*	Guamán (2018)
		Eucalyptus	*E. globulus*	Guamán (2018)
		Allium	*A. sativum*	Guamán (2018)
		Capsicum	*C. sp.*	Guamán (2018)
		Thymus	*T. vulgaris L.*	Landero et al. 2016
GENÉTICO	Variedades de plantas de tomate de árbol mejoradas genéticamente	*	*	Lobo et al. 2011; Miranda (2014)
QUÍMICO	Fungicidas a base de cobre y sistémicos	*	*	Gaviria et al. 2013; Kongtragoul et al. 2011

Es importante mencionar que las revisiones sistemáticas, son investigaciones científicas en las cuales la unidad de análisis son los estudios originales primarios. Se caracterizan por tener y describir el proceso de elaboración transparente y comprensible para recolectar, seleccionar, evaluar críticamente y resumir toda la evidencia disponible. Constituyen como una herramienta fundamental para dar el primer paso en la sugerencia de nuevas líneas de investigación en diferentes campos de las ciencias. En cuanto a este trabajo de investigación de caracterizar la biología, adaptación y daño que ocasiona la antracnosis y a la optimización de las estrategias de manejo de este fitopatógeno en el tomate de árbol determinada por el reconocimiento sistemático ya existente.

CONCLUSIONES

C. gloeosporioides considerado como uno de los principales agentes fitopatógenos que afecta los cultivos de tomate de árbol, han sido descritas dos especies de *C. gloeosporioides* y *C. acutatum*. Se desarrolla en condiciones de humedad ambiental de 90 %, a una altitud de 2.170 msnm, con una precipitación anual de 1.800 mm y temperaturas de 13 a 15 °C, en la cual las esporas son liberadas de los acérvulos y se dispersan a otras plantaciones. Los conidios pueden ser unicelulares, cilíndricos con ambos lados redondeados y pueden medir 500 µm de diámetro. Se destacan por tener un ciclo de vida que inicia con la primera etapa de infección que es la deposición de los conidios sobre la superficie de la planta, fijación y germinación de conidios, producción de apresorios, penetración a la epidermis de la planta, crecimiento de los tejidos y esporulación para luego ser dispersados a otras plantaciones por el viento, la lluvia, los insectos, herramientas y animales.

El manejo integrado es una alternativa para prevenir la antracnosis y mejorar la calidad del cultivo del tomate árbol, utilizando una serie de prácticas agronómicas y fitosanitarias. Esto ha obligado a la búsqueda de alternativas para aumentar la base genética en el tomate de árbol, mediante la hibridación interespecífica. Las estrategias de manejo cultural evitan las condiciones favorables que facilitan la entrada y el desarrollo del patógeno en el cultivo. Estás prácticas se componen de la distancia de siembra, las podas sanitarias, estrategias de manejo de malezas, la recolección y eliminación de frutos con síntomas de antracnosis. Sin embargo, es recomendable la utilización de fungicidas químicos (curativos y protectantes), la cual estos productos deben ser aplicados en forma rotativa, para que las estrategias de manejo sean más fáciles y evitar que los agentes fitopatógenos vuelvan más agresivos o resistente. Para la prevención de la antracnosis ha sido involucrado los géneros *Bacillus*, *Pseudomonas* y *Trichoderma* como controladores biológicos más eficientes.

RECOMENDACIONES

1. Elaborar una ficha técnica con la información de mayor relevancia de los últimos años en la que se describa la etiología, signos, síntomas, incidencia y estrategias de manejo de la antracnosis en el cultivo de tomate de árbol.
2. Se considera fundamental desarrollar nuevas investigaciones de estrategias de manejo biológicas y técnicas moleculares, para determinar las especies de *Colletotrichum* spp., que se encuentran asociadas en los daños causados por la enfermedad en los frutos de tomate de árbol.
3. Evaluar los materiales seleccionados, en otras condiciones edafoclimáticas, donde confluyan las condiciones ambientales favorables para el desarrollo de la antracnosis que implique una mayor presión de selección para obtener cultivares mejorados adaptados a las condiciones socioeconómicas y naturales de las zonas de mayor producción.

REFERENCIAS

Alarcón, J. (2008). Diagnóstico precoz de la antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*) en tomate de árbol mediante el empleo de infecciones quiescentes. Colombia. *Revista Agronomía (Manizales)*, 15(1), 98-102. Recuperado de https://biblat.unam.mx/es/revista/agronomia-manizales/articulo/diagnostico-precoz-de-la-antracnosis-colletotrichum-gloeosporioides-penz-penz-sacc-en-tomate-de-arbol-mediante-el-empleo-de-infecciones-quiescentes

Ávila, E. (2015). Tomate de árbol. Cámara de Comercio de Bogotá. Recuperado de file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Tomate+de+árbol.pdf

Barriga, L. (2012). *Evaluación de la resistencia a Colletotrichum acutatum de poblaciones de tomate de árbol (Solanum betaceum Cav.) en estado de plantula. Cutuglahua – Pichincha.* (Tesis de pre grado). Universidad Politécnica Salesiana, Quito, Ecuador. Recuperado de https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/3752/6/UPS-YT00216.pdf

Bernal, E., Tamayo, M., y Saldarriaga, C. (2000). Reconocimiento y manejo de las enfermedades del cultivo del tomate de árbol en Antioquia. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria AGROSAVIA. Recuperado de https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/1209/42143_45828.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Buono, S., Aguirre, C., y Abdo, G. (2018). Tomate de árbol (*Solanum betaceum*). Recuperado de http://www.procisur.org.uy/adjuntos/01e8c39fb854_e-arbol-PROCISUR.pdf

Calvo, I. (2009). Manejo integrado del cultivo de tomate de árbol Costa Rica. Recuperado de http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/AV-0982.pdf

Camacho, V. (2011). *Influencia del porta-injerto en la calidad del fruto de tomate de árbol y su incidencia comercial*. (Tesis de pre grado). Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador. Recuperado de https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/1777/1/MSc.10.pdf

Carranza, G. (2017). *Evaluación de la actividad antifúngica in vitro de cinco extractos vegetales (EV), contra Colletotrichum spp. Aislado de tomate de árbol (Solanum betaceum), Cevallos, Ecuador*. (Tesis de pre grado). Universidad Técnica de Ambato. Recuperado de https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25210/1/Tesis156%20%20Ingenier%c3%ada%20Agron%c3%b3mica%20-CD%20477.pdf

Carreño, J., y Sánchez L. (2020). *Caracterización morfocultural, patogenicidad y sensibilidad in vitro de hongos asociados a antracnosis.* (Tesis de pre grado). Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Calceta, Ecuador. Recuperado de http://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1318/6/TTA02D.pdf

Castro, P., Bravo, C., Cabrera, A., Quillay, N., Ramón, M., Belesaca, I., y Diaz, L. (2019). Caracterización morfológica y molecular del agente causal de la antracnosis en tomate de árbol en Azuay y Loja. *Bosques Latitud Cero*, *9*(1), 1-15. http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/34170/1/documento.pdf

Castro, P., Palacios, A., y Díaz, L. (2020). Estado actual del uso de marcadores moleculares en el diagnóstico y control genético de enfermedades del tomate de árbol. *Bosques Latitud Cero, 10*(1), 106-119. Recuperado de https://drive.google.com/file/d/1S1xPH8Gpl_udjSywPOPR23iIDkHvIKxG/view

Chacin, C., Blanco, M., Sánchez, S., y Acevedo, C. (2013). Evaluación a nivel de laboratorio del efecto de 7 extractos vegetales para el control *de Colletotrichum* sp. agente causal de la antracnosis en el cultivo de tomate de árbol. *Innovaciencia*, *1*(1). Recuperado de https://revistas.udes.edu.co/innovaciencia/article/view/1833/2000

Contreras., P. (2017). *Control fitosanitario en el cultivo de cacao CCN 51 con tres grupos de fungicidas sobre los problemas que afectan a su producción, en la zona de San Antonio, Cantón Pueblo-viejo.* (Tesis de pre grado). Universidad Técnica de Babahoyo. Recuperado de http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/3099/TE-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000025.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Corpoica, (1999). Estudios biológicos y epidemiológicos de la antracnosis del tomate de árbol y generación de alternativas para su manejo integrado en Colombia. Recuperado de http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/6399/1/2006112710366_Estudios%20epidemiologicos%20antracnosis%20tomate%20de%20arbol.pdf

Cucchi, N., y Becerra, V. (2015). Manual de tratamiento fitosanitario para cultivos de clima templado bajo riego. Sección IV: Olivo. Recuperado de https://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/5620

Delgado, E., y Vásquez, S. (2010). Control biológico de la Antracnosis causada por *Colletotrichum gloeosporioides (*Penz. y Sacc.*)* en Tomate de Árbol *(Solanum betaceum* Cav.*)*

mediante hongos endófitos antagonistas. *La Granja*. 11(1), 36-43. Recuperado de file:///C:/Users/Usuario/Downloads/491-Article%20Text-1447-1-10-20160119.pdf

Echeverría, L. (2012). *Efectividad biológica del fungicida Azoxystrobin en Alternariaalternata de tomate (Solanum lycopersicum L.) in vitro*. (Tesis de pre grado). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Recuperado de http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/4341/T19175%20ECHEVERRIA%20UTRILLA%2C%20LAURA%20DEL%20CARMEN%20%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Feicán, C., Encalada, C., y Becerril, A. (2016). Descripción agronómica del cultivo de tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.). *Revista Agroproductividad*, 9(8), 78-86. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/312938646_DESCRIPCION_AGRONOMICA_DEL_CULTIVO_DE_TOMATE_DE_ARBOL_Solanum_betaceum_Cav

Femenía, M. (2007). *Caracterización química de cepas de hongos del género Colletotrichum: Síntesis de gloeosporiol. Diseño y síntesis de modelo de agentes fungiestáticos*. (Tesis de pre grado). Universidad de Cádiz. Recuperado de http://rodin.uca.es/xmlui/bitstream/handle/10498/15681/EFemeniaRios.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Fruquina. (2007). Manuel fitosanitario para la protección de cultivos de fruta pequeña en clima frio moderado. Corporación PBA, Boletín Técnico. Recuperado de https://cta.org.co//descargables-biblionet/productividad/manual-fitosanitario.pdf

Gañan, L., Álvarez, E., y Castaño. J. (2015). Identificación genética de aislamientos de Colletotrichum spp. causantes de antracnosis en frutos de aguacate, banano, mango y tomate de árbol. *Revista Académica Colombiana Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 39(152), 339-347. Recuperado de https://doi.org/10.18257/raccefyn.192

Garzón, R. (2015). *Caracterización morfológica de hongos fitopatógenos en el cultivo de tomate de árbol (Solanum betaceum)*. (Tesis de pre grado). Universidad técnica de Cotopaxi. Recuperado de http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/2522/1/T-UTC-00058.pdf

Gaviria, V., Patiño, L., y Saldarriaga, A. (2013). Evaluación *in vitro* de fungicidas comerciales para el control de *Colletotrichum* spp., en mora de castilla. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 14(1), 67- 75. Recuperado de https://www.redalyc.org/pdf/4499/449945181008.pdf

Guamán, M. (2018). *Caracterización morfológica y molecular y de resistencia a funguicidas de Colletotrichum spp, aislados en tomate de árbol (Solanum betaceum).* (Tesis de pre grado). Universidad central del Ecuador. Recuperado de http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/15066/1/T-UCE-0004-A73-2018.pdf

Jílková, B., Víchová, J., Pokorný, R., & Vejražka, K. (2015). Sensitivity of *Colletotrichum acutatum* isolates to selected fungicides. *Agricultural Research,* 63(4), 1111–1119. Recuperado de https://acta.mendelu.cz/pdfs/acu/2015/04/04.pdf

Jiménez, J. (2020). *Evaluación de la actividad antifúngica in vivo del aceite esencial de tomillo (Thymus vulgaris) en diferentes concentraciones contra Colletotrichum acutatum en cultivos de tomate de árbol (Solanum betaceum).* (Tesis de pre grado). Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador. Recuperado de https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/18718/1/UPS-CT008762.pdf

Kongtragoul, P., Nalumpang, S., Miyamoto, Y., Izumi, Y., & Akimitsu, K. (2011). Mutation at codon 198 of tub2 gene for carbendazim resistance in *Colletotrichum gloeosporioides* causing mango anthracnose in Thailand. *Journal of Plant Protection Research,* 51(4), 377-384. Recuperado de file:///C:/Users/Usuario/Downloads/MutationatCodon198of1.pdf

Lalangui, K. (2015). *Caracterización morfológica y molecular de Colletotrichum spp. En tomate de árbol (Solanum betaceum) en la Sierra Ecuatoriana, Quito.* (Tesis de pre grado). Universidad Central del Ecuador. Recuperado de http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/7074/1/T-UCE-0004-32.pdf

Landero, N., Lara, F., Andrade, P., Aguilar, L., y Aguado, G. (2016). Alternativas para el control de *Colletotrichum* spp. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas,* 7(5), 1189-1198. Recuperado de http://cienciasagricolas.inifap.gob.mx/editorial/index.php/agricolas/article/view/245/203

Lira, C. (2015). *Colletotrichum gloeosporioides*; características, ciclo de vida y control. Lifeder. Recuperado de https://www.lifeder.com/colletotrichum-gloeosporioides/

Lobo, M., Medina, C., y Cardona, M. (2011). Resistencia de campo a la antracnosis de los frutos (*Colletotrichum gloeosporioides*) en tomate de árbol (*Solanum betacea* Cav. Sendt.). *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín,* 53(2), 1129-1142. Recuperado de https://revistas.unal.edu.co/index.php/refame/article/view/24202

López, N., y Castaño, J. (2013). Etiología de la muerte descendente del tomate de árbol (*Solanum betaceum* (Cav.) Sendt). *Revista agronomía*, 21(1), *8-18.* Recuperado de https://www.doc-developpement-durable.org/file/Culture/ArbresFruitiers/FICHES_ARBRES/Tamarillo_tomate_arbustive/ETIOLOG%C3%8DA%20DE%20LA%20MUERTE%20DESCENDENTE%20DEL%20TOMATE%20DE%20%C3%81RBOL.pdf

Martínez., S. (2019). *Tratamientos foliares y edáficos de pyraclostrobin, metiran, metil tiofanato y extracto de quillay en el cultivo de papa.* (Tesis de pre grado). Universidad Nacional Agraria la Molina. Perú. Recuperado de http://190.119.243.88/bitstream/handle/UNALM/4139/martinez-palomino-sandra-arelis.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Martínez, E., Hío, J., Osorio, J., y Torres, M. (2009). Identificación de las especies de *Colletotrichum* causantes de antracnosis en frutos de aguacate, banano, mango y tomate de árbol. *Agronomía Colombiana*, 27(2), 211-218. Recuperado de https://revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/11196/11861

Miranda, O. (2012). Evaluación y selección *in vitro* de materiales promisorios de tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.), resistentes/tolerantes a la antracnosis (*Colletotrichum* spp). Instituto Nacional Autónomo Investigaciones Agropecuarias. Santa Catalina. Recuperado de https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/998/1/iniapscP.M672e2012.pdf

Palacios, G., Meléndez, F., Benítez, F., y Toledo, J. (2009). Epidemiología de la Antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. y Sacc.) en tomate de árbol (*Solanum Betaceum* Cav.). Chiapas, México. *Revista mexicana de fitopatología*, 27(2). Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-33092009000200002

Pintón, L., Tiaguaro C. (2012). *Caracterización patológica y molecular de la antracnosis del tomate de árbol (Solanum betaceum) y choclo (Lupinus mutabilis).* (Tesis de pre grado). Escuela Politécnica del Ejército. Recuperado de https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/5818/4/T-ESPE-IASA%20I-004595.pdf

Revelo, J., Mora, E., Gallegos, P., y Garcés, S. (2008). Enfermedades, Nematodos e insectos plagas del tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.). Quito. Recuperado de https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/513/5/iniapscbt115.pdf

Ríos, M. (2010). *Control biológico de la antracnosis (Colletotrichum gloeosporioides Penz) en tomate de árbol (Solanum betaceum), en el ecopito: Amarillo puntón, mediante hongos endófitos antagonista*. (Tesis de pre grado). Universidad Politécnica Salesiana. Paute, Azuay. Recuperado de https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/3806/1/UPS-CT001974.pdf

Rondón., J. (2013). *Estudio biológico y epidemiológico de la antracnosis (Colletotrichum Gloeosporioides Penz.) del tomate de árbol (Solanum betaceum Cav. Sendt.) y generación de alternativas para su manejo integrado en Colombia*. (Tesis de pre grado). Recuperado de http://137.117.40.77/bitstream/11348/6396/1/20061127103437_Estudio%20de%20la%20antracnosis%20en%20tomate%20de%20arbol.pdf

Sandoval, C., y Calispa, A. (2015). Guía de buenas prácticas agrícolas para tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.). Recuperado de http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu167501.pdf

Silva., P. (2018). *Caracterización genotípica y de virulencia de Colletotrichum tamarilloi y Colletotrichum sp. causantes de la antracnosis en tomate de árbol.* (Tesis de pre grado). Universidad Central del Ecuador. Recuperado de http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/15051/1/T-UCE-0004-A75-2018.pdf

Solano, R. (2019). *Desarrollo de un empaque polimérico antimicrobiano para el control de antracnosis en tomate de árbol (Solanum betaceum).* (Tesis de pre grado). Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. Recuperado de https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/75629/1065629533.2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Tamba, M. (2014). *Selección de materiales promisorios de tomate de árbol (Solanum betaceum) con resistencia a antracnosis (Colletotrichum gloeosporioides), productividad y calidad del fruto*. (Tesis de pre grado). Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador. Recuperado de file:///C:/Users/Usuario/Downloads/T-UCE-0004-72.pdf

Trapero, A. (2011). Los métodos de control de enfermedades: presente y fruto. Departamento de Agronomía, ETSIAM, Universidad de Córdoba. España. Recuperado de https://www.phytoma.com/images/pdf/233_SEF_control_enfermedades.pdf

Viera, W., Sotomayor, A., Tamba Sandoval, M., Vásquez, W., Martínez, A., Viteri, P., y Ron, L. (2015). Estimación de parámetros de calidad del fruto para segregantes interespecíficos de tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.*)* en respuesta de resistencia a la Antracnosis

(*Colletotrichum acutatum* J.H. Simmonds). *Acta Agronómica*, 65(3), 304-311. Recuperado de http://www.scielo.org.co/pdf/acag/v65n3/v65n3a14.pdf

Vitola, D., y Hernández, J. (2015). *Evaluación in vitro de la eficiencia de aceites esenciales de cuatro plantas aromáticas contra Colletrotrichum gloeosporioides (Penz.) Penz. y Sacc. causante de la antracnosis en el cultivo de ñame en el Departamento de Sucre*. (Tesis de pre grado). Universidad de Sucre, Colombia. Recuperado de https://repositorio.unisucre.edu.co/bitstream/001/526/1/T581.634%20V845%20Ok.pdf

Santamaría, F., Díaz, R., Gutiérrez, O., Santamaría, J., y Larqué, A. (2011). Control de dos especies de *Colletotrichum* causantes de antracnosis en frutos de papaya Maradol. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 2(5), 631-643. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v2n5/v2n5a1.pdf