



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**



**ESCUELA DE AGRICULTURA, SILVICULTURA, PESCA Y  
VETERINARIA**

**CARRERA DE AGRONOMÍA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

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

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**TEMA:**

“Podredumbre de la raíz (*Phytophthora cinnamomi* Rands) en cultivo de  
aguacate (*Persea americana*)”

**AUTOR:**

Elmo Emanuel Leon Placencio

**TUTOR:**

Ing. Darío Javier Dueñas Alvarado, MAE.

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2024

## RESUMEN

El cultivo de aguacate (*Persea americana* Mill) en Ecuador es una actividad agrícola importante, con áreas específicas de producción en provincias como Carchi, Imbabura, Pichincha, Tungurahua, Azuay y Loja, ubicadas entre los 1 800 y 2 600 metros sobre el nivel del mar. Este cultivo enfrenta diversos desafíos, entre ellos, la presencia de enfermedades como la causada por *Phytophthora cinnamomi*, un oomiceto patógeno que ocasiona la muerte regresiva en las plantas de aguacate. Los síntomas de la enfermedad en los cultivos de aguacate son graves e implican una serie de afecciones, como la caída prematura de hojas, flores y frutos, así como la pudrición de raíces y tallos. Estos problemas pueden causar daños importantes en las plantaciones de aguacate, afectando tanto a la cantidad como a la calidad de la fruta. Además, es importante tener en cuenta la epidemiología de la enfermedad, que pone de relieve la capacidad del patógeno para propagarse a través de medios como el agua de riego contaminada, el movimiento de tierra infectada y la actividad humana. Por lo tanto, es fundamental aplicar medidas de control y vigilancia. Se han identificado varios métodos para controlar la propagación de *P. cinnamomi*, desde métodos físicos y biológicos hasta soluciones orgánicas y químicas. Éstas van desde la eliminación de la cubierta vegetal hasta el uso de microorganismos antagonistas, aceites esenciales y biosílíce. Es fundamental comprender la epidemiología de la enfermedad, así como adoptar medidas preventivas, como la desinfección del material vegetal y del suelo, para reducir el riesgo de propagación de la enfermedad.

**Palabras clave:** Aguacate, *P. cinnamomi*, Enfermedad, Síntomas, Epidemiología, Control.

## SUMMARY

The cultivation of avocado (*Persea americana* Mill) in Ecuador is an important agricultural activity, with specific production areas in provinces such as Carchi, Imbabura, Pichincha, Tungurahua, Azuay, and Loja, located between 1800 and 2600 meters above sea level. This crop faces various challenges, among them, the presence of diseases such as that caused by *Phytophthora cinnamomi*, a pathogenic oomycete that causes dieback in avocado plants. Symptoms of the disease in avocado crops are severe and involve a number of conditions, such as premature leaf, flower and fruit drop, as well as root and stem rot. These problems can cause significant damage to avocado plantations, affecting both fruit quantity and quality. In addition, it is important to consider the epidemiology of the disease, which highlights the ability of the pathogen to spread through means such as contaminated irrigation water, movement of infected soil and human activity. Therefore, it is critical to implement control and surveillance measures. Several methods have been identified to control the spread of *P. cinnamomi*, ranging from physical and biological methods to organic and chemical solutions. These range from canopy removal to the use of antagonistic microorganisms, essential oils and biosilica. It is essential to understand the epidemiology of the disease, as well as to adopt preventive measures, such as disinfection of plant material and soil, to reduce the risk of disease spread.

**Key words:** Avocado, *P. cinnamomi*, Disease, Symptoms, Epidemiology, Control.

# ÍNDICE

|  |          |
|--|----------|
| RESUMEN .....  | II       |
| SUMMARY .....  | III      |
| <b>1. CONTEXTUALIZACIÓN .....</b>  | <b>1</b> |
| 1.1. INTRODUCCIÓN.....   | 1        |
| 1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....   | 3        |
| 1.3. JUSTIFICACIÓN.....  | 3        |
| 1.4. OBJETIVOS.....  | 4        |
| 1.4.1. Objetivo general .....  | 4        |
| 1.4.2. Objetivo específico.....  | 4        |
| 1.5. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN .....  | 4        |
| <b>2. DESARROLLO .....</b>   | <b>5</b> |
| 2.1. MARCO CONCEPTUAL .....  | 5        |
| 2.1.1. GENERALIDADES DEL CULTIVO DE AGUACATE .....                           | 5        |
| 2.1.2. DESCRIPCIÓN TAXONÓMICA DEL AGUACATE ( <i>Persea americana</i> ) ..... | 5        |
| 2.1.3. DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA DEL CULTIVO DE AGUACATE .....                 | 5        |
| 2.1.3.1. RAÍZ.....   | 5        |
| 2.1.3.2. TALLO .....   | 6        |
| 2.1.3.3. FLORES Y FRUTOS .....   | 6        |
| 2.1.4. GENERALIDADES DE <i>Phytophthora cinnamomi</i> .....                  | 6        |
| 2.1.4.1. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE <i>P. cinnamomi</i> .....               | 7        |
| 2.1.4.2. DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA DE <i>P. cinnamomi</i> .....                | 7        |
| 2.1.4.3. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE <i>P. cinnamomi</i> .....                | 8        |
| 2.1.5. SINTOMATOLOGÍA Y DAÑOS DE <i>P. cinnamomi</i> .....                   | 8        |
| 2.1.5.1. SÍNTOMAS EN LAS HOJAS .....   | 8        |
| 2.1.5.2. SÍNTOMAS EN LAS RAÍZ.....   | 9        |
| 2.1.5.3. SÍNTOMAS EN EL FRUTO.....   | 9        |
| 2.1.6. EPIDEMIOLOGIA.....  | 9        |
| 2.1.6.1. FACTORES AMBIENTALES .....  | 9        |

|           |  |           |
|-----------|--|-----------|
| 2.1.7.    | MECANISMOS DE CONTROL DE <i>P. cinnamomi</i> ..... | 10        |
| 2.1.7.1.  | CONTROL CULTURAL .....                             | 10        |
| 2.1.7.2.  | CONTROL FISICO.....                                | 11        |
| 2.1.7.3.  | CONTROL BIOLÓGICO .....                            | 11        |
| 2.1.7.4.  | CONTROL ORGÁNICO .....                             | 11        |
| 2.1.7.5.  | CONTROL QUÍMICO.....                               | 12        |
| 2.1.7.6.  | MEDIDAS PREVENTIVAS .....                          | 12        |
| 2.2.      | MARCO METODOLÓGICO .....                           | 13        |
| 2.2.1.    | MÉTODO .....                                       | 13        |
| 2.3.      | RESULTADOS.....                                    | 13        |
| 2.4.      | DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....                       | 14        |
| <b>3.</b> | <b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>         | <b>16</b> |
| 3.1.      | CONCLUSIONES.....                                  | 16        |
| 3.2.      | RECOMENDACIONES .....                              | 16        |
| <b>4.</b> | <b>REFERENCIAS Y ANEXOS .....</b>                  | <b>18</b> |
| 4.1.      | REFERENCIAS .....                                  | 18        |
| 4.2.      | ANEXOS.....  | 23        |

## ÍNDICE DE ANEXOS

|  |    |
|--|----|
| <b>Figura 1.</b> La dispersión mundial de <i>Phytophthora cinnamomi</i> Rands (EPPO 2023).....   | 23 |
| <b>Figura 2.</b> Evolución de la tristeza del aguacatero ( <i>Phytophthora cinnamomi</i> ), desde síntoma inicial (Fig. A) hasta final de observación (Fig. B) (Pliego et al. 2016)..... | 23 |
| <b>Figura 3.</b> Daño en raíz causado por <i>Phytophthora cinnamomi</i> (Pliego et al, 2016).....  | 24 |

# 1. CONTEXTUALIZACIÓN

## 1.1. INTRODUCCIÓN

La industria del cultivo de aguacates (*Persea americana*) desempeña un papel crucial en la economía agrícola, no solo a nivel nacional sino también a escala global. México ha incrementado exponencialmente la plantación, producción y exportación de aguacate en los últimos 60 años; a su vez, es el principal productor y exportador a nivel mundial (Díaz Castellanos 2021). A nivel internacional, la producción interna de aguacate en México durante la temporalidad de julio de 2019 a junio de 2020 alcanzó 2.4 millones de toneladas (INIFAP 2022).

En Ecuador, el cultivo del aguacate ha tenido un importante impacto en la economía agrícola. En 2022, este producto ha representado el 0,46 % del Valor Agregado Bruto (VAB) del sector agrícola y ha aportado el 0,006 % de las exportaciones agrícolas. Asimismo, la producción de aguacate ha generado fuentes de empleo para alrededor de 11 802 personas en todo el territorio nacional. Es relevante señalar que el 84 % de estos empleos corresponde a mano de obra familiar, mientras que el 16 % restante está conformado por trabajadores asalariados, tanto ocasionales como permanentes. El cultivo del aguacate se realiza en 11 de las 24 provincias del Ecuador, concentrándose principalmente en la región Sierra, especialmente en zonas como Carchi, Pichincha, Imbabura y Tungurahua. En la región Costa, en cambio, se encuentra principalmente en Guayas y Santa Elena. La mayor parte de la producción de aguacate se caracteriza por estar constituida por pequeñas Unidades de Producción Agrícola, con una superficie de entre 1 y 5 hectáreas (MAG 2022).

El cultivo del aguacate (*Persea americana* Miller), a pese a ser resistente en su medio natural, se enfrenta a diversos retos fitosanitarios que afectan tanto a viveros como a plantaciones de huertos familiares o comerciales, lo que dificulta su producción. Ante esto, el agricultor necesita implementar algunas estrategias de manejo para controlar las enfermedades y prevenir la aparición de enfermedades nuevas, con el fin de minimizar los impactos económicos negativos (Bartoli 2008).

*Phytophthora cinnamomi* Rands es la principal responsable de la pudrición radicular, una enfermedad de importancia en el cultivo del aguacate (*Persea americana* Mill). Esta afección es significativa ya que conduce a un deterioro gradual que puede llevar al árbol a su fallecimiento (Toapanta Gallegos et al. 2017).

*P. cinnamomi* causa una enfermedad de gran importancia económica para el aguacate y está presente en todas las zonas productoras de aguacate en el mundo. Pese a que este patógeno es uno de los más investigados, las medidas efectivas de control son limitadas, por lo que el enfoque de manejo debe estar dirigido a la prevención de su llegada a lotes nuevos y mitigar su prevalencia integrando varias estrategias de manejo (Guerrero Rojas y Ramos Portilla 2016).

La pudrición de la raíz afecta tanto a las variedades tradicionales de aguacate como a las mejoradas, generando pérdidas considerables en Colombia y muchos países. Estas pérdidas se estiman entre el 30 % y el 50 % de los árboles durante la etapa de vivero y los dos primeros años de establecimiento del cultivo (Bernal y Díaz 2008).

Ante este panorama, el manejo de la podredumbre de la raíz se presenta como una estrategia clave para mitigar los efectos adversos de *P. cinnamomi* en los cultivos de aguacate. El enfoque de Manejo integrado de plagas (MIP) implica una evaluación cuidadosa de todas las técnicas de control de plagas disponibles, seguida de la integración de medidas adecuadas para limitar el desarrollo de las poblaciones de plagas. La MIP abarca estrategias y prácticas culturales específicas, como la gestión biológica, química, física y agrícola, con el objetivo de promover cultivos sanos y reducir al mínimo la necesidad de utilizar plaguicidas. Esto ayuda a mitigar o eliminar los riesgos asociados al uso de estos productos para la salud humana y el medio ambiente (FAO c2024).

En esta investigación, exploraremos las diferentes dimensiones del manejo integrado de la podredumbre de la raíz en cultivos de aguacate, analizando las estrategias existentes. A través de la comprensión profunda de este problema fitopatológico y la aplicación de un enfoque integral, buscamos proporcionar información práctica para los productores de aguacates, contribuyendo así a la preservación y fortalecimiento de esta importante industria agrícola.

## 1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A nivel global, los esfuerzos por controlar la pudrición de la raíz provocada por *Phytophthora cinnamomi* han mostrado una respuesta limitada (Andrade Hoyos 2012). Este hongo ocasiona la pudrición de las raíces, lo que conduce a un deterioro gradual del árbol. Esto se manifiesta a través de síntomas como la presencia de hojas pequeñas, follaje verde amarillento, defoliación, necrosis, un árbol semitransparente, frutos pequeños y manchados por el sol y, finalmente, la muerte de las raíces que conduce a la pérdida de la unidad de producción en casos de infecciones graves. La proliferación de esta infección se ve facilitada por el exceso de humedad del suelo y la presencia de heridas en las raíces (Maldonado I. y Otárola A. 2010).

Estas circunstancias crean un entorno ideal para la propagación y persistencia de la enfermedad en los cultivos de aguacate comprometiendo la producción.

La concentración de la producción en ciertas regiones del Ecuador, como la Sierra y la Costa, aumenta la vulnerabilidad de estos cultivos a los efectos adversos de *P. cinnamomi*. Además, las características de las Unidades Productivas Agropecuarias, con una superficie de 1 a 5 hectáreas, sugieren la necesidad de estrategias específicas para gestionar y prevenir la propagación de la enfermedad en estas unidades.

Por lo tanto, la problemática radica en la necesidad apremiante de desarrollar e implementar un enfoque de manejo integral más efectivo para la podredumbre de la raíz causada por *P. cinnamomi* en los cultivos de aguacate.

## 1.3. JUSTIFICACIÓN

La importancia del cultivo de aguacates en Ecuador es innegable, siendo un pilar en la economía agrícola tanto a nivel nacional como global. Sin embargo, la presencia de la *Phytophthora cinnamomi* Rands, causante de la pudrición radicular, representa una amenaza crítica para la sostenibilidad y el crecimiento continuo de esta industria.

Los datos revelan que el cultivo de aguacate contribuye significativamente al Valor Agregado Bruto (VAB) Agropecuario en Ecuador, así como a las exportaciones agropecuarias y la generación de empleo para miles de personas. La concentración geográfica en regiones

específicas, como la Sierra y la Costa, señala la necesidad de abordar de manera urgente los desafíos fitosanitarios, especialmente la pudrición de raíces asociada con *P. cinnamomi*.

La problemática identificada, donde las estrategias actuales de control tienen limitaciones y las pérdidas causadas por la pudrición de raíces son considerables, subraya la imperiosa necesidad de un enfoque de manejo integral. La investigación y aplicación de técnicas innovadoras, particularmente aquellas de control, se presentan como la clave para abordar la propagación persistente de *P. cinnamomi* y preservar la producción de los cultivos de aguacate.

La justificación de este estudio radica en la urgencia de proporcionar a los productores de aguacates la información necesaria para enfrentar eficazmente la podredumbre de la raíz, minimizando las pérdidas económicas y fortaleciendo la resiliencia de esta importante industria agrícola. La implementación exitosa de un enfoque de manejo integral no solo protegerá la producción y los medios de vida de los agricultores, sino que también contribuirá a la seguridad alimentaria y a la economía nacional.

#### **1.4. OBJETIVOS**

##### **1.4.1. Objetivo general**

- Caracterizar el Manejo integrado de la podredumbre de la raíz (*Phytophthora cinnamomi* Rands) en cultivo de aguacate (*Persea americana*).

##### **1.4.2. Objetivo específico**

- Detallar la sintomatología y daño que causa la podredumbre de la raíz (*Phytophthora cinnamomi* Rands) en cultivo de aguacate (*Persea americana*).
- Describir los métodos de control de la podredumbre de la raíz (*Phytophthora cinnamomi* Rands) en cultivo de aguacate (*Persea americana*).

#### **1.5. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

**Dominio:** Recursos agropecuarios, ambiente, biodiversidad y biotecnología

**Línea:** Desarrollo agropecuario, agroindustrial sustentable y sustentable

**Sublínea:** Agricultura sustentable y sustentable

## 2. DESARROLLO

### 2.1. MARCO CONCEPTUAL

#### 2.1.1. GENERALIDADES DEL CULTIVO DE AGUACATE

El aguacate, llamado científicamente *Persea americana* Mill. es un árbol que tiene su lugar de origen en México y América Central y se encuentra clasificado dentro de la familia de las Lauráceas, en Ecuador, se cultiva principalmente en las provincias de Carchi, Imbabura, Pichincha, Tungurahua, Azuay y Loja, en áreas que oscilan entre los 1 800 y 2 600 metros sobre el nivel del mar. Requiere condiciones específicas de temperatura, con un rango promedio de 16 a 20 °C, y prefiere suelos francos o franco arenosos con buen drenaje y un pH entre 5,5 y 7,5 (Sotomayor et al. 2019).

#### 2.1.2. DESCRIPCIÓN TAXONÓMICA DEL AGUACATE (*Persea americana*)

Taxonomía del aguacate según (Montero 2020).

**Nombre común:** Aguacate, Palta, Avocado

**Clase Orden:** Magnoliopsida

**Familia:** Lauraceae

**Género:** *Persea*

**Especie:** *americana* Mill

#### 2.1.3. DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA DEL CULTIVO DE AGUACATE

El aguacate es una planta de tipo perenne, con hojas alternas de color verde oscuro y brillante en la superficie superior, y blanquecinas por el envés. Su fruto se caracteriza por ser ovalado, una corteza gruesa, quebradiza y con una semilla, la pulpa es cremosa, de excelente sabor y sin fibra (Perea 2021).

##### 2.1.3.1. RAÍZ

Las raíces del aguacate tienden a ser superficiales, con aproximadamente un 80 % situadas en los primeros 30 cm de suelo. Sin embargo, el resto de las raíces puede extenderse

hasta 1,5 metros de profundidad, aunque esto varía según la variedad de portainjertos y la textura del suelo (AguacateSpain c2024).

El aguacate posee una raíz pivotante, es decir, una raíz de fijación, que posee la capacidad de abrir espacio entre las capas del suelo, llegando a alcanzar profundidades que se encuentran entre 1- 3 metros o hasta más dependiendo de la textura del suelo. Su sistema radicular compuesto de pelos absorbentes y raíces secundarias se encuentra en un 80 % en los primeros 30-50 cm del suelo (horizonte 0-A) (Acurio 2022).

#### **2.1.3.2. TALLO**

El aguacate, una especie polimorfa, se caracteriza por su estructura compuesta por ramas bajas, extendidas que adoptan una forma globulosa o de campana, así como ramas gruesas y cilíndricas (Acurio, 2022). Este árbol exhibe un vigor extremadamente alto, con un tallo leñoso y erecto, que se ramifica de manera diversa y puede alcanzar una altura considerable en pocos años, llegando a medir entre 15 y 20 metros en su etapa adulta (Venturo 2021).

#### **2.1.3.3. FLORES Y FRUTOS**

Tiene una floración abundante en racimos y las flores son de ambos sexos, no es frecuente que se auto polinicen debido a que tanto los órganos masculinos como femeninos no llegan a madurar al mismo tiempo. Esto favorece la fecundación cruzada. Cada árbol adulto en huertos comerciales podría producir hasta un millón de flores, sin embargo, el 0,1 % puede convertirse en fruto. Es una dicotiledónea que pertenece a la familia de las Lauráceas, género *Persea*, especie americana (Salinas et al. 2021).

#### **2.1.4. GENERALIDADES DE *Phytophthora cinnamomi***

*Phytophthora cinnamomi* Rands, el agente causal de la enfermedad más perjudicial en los cultivos de aguacate, fue identificado por primera vez en 1922 en Burma, Sumatra. Esta enfermedad representa un desafío significativo para la producción mundial de aguacate, con impactos económicos sustanciales. El hongo oomycete causa pudrición de raíces y cuello, siendo especialmente problemático en suelos húmedos y cálidos. Aunque se emplean medidas preventivas y de control, su erradicación completa sigue siendo difícil debido a su persistencia en el suelo y su rápida propagación en condiciones óptimas (Erwin y Ribeiro 1996).

*P. cinnamomi* tiene la capacidad de persistir en el suelo como saprófito durante períodos prolongados, pero bajo condiciones favorables puede esporular y generar un gran número de zoosporas asexuales y biflageladas. Estas zoosporas son atraídas hacia sitios de infección, donde penetran en la planta y la invaden. En cuestión de días, las hifas se extienden a lo largo de los tejidos de la planta susceptible, formando esporangios en su superficie y generando rápidamente un inóculo de la enfermedad. Este proceso de propagación y ataque de la planta por parte del hongo es similar a cómo un virus se propaga e infecta a través del cuerpo humano, causando daño y enfermedad en el huésped vulnerable (Hardham 2005).

#### **2.1.4.1. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE *P. cinnamomi***

Según Davison (2011) la clasificación taxonómica de *Phytophthora cinnamomi*, es la siguiente:

**Dominio:** Eukaryota

**Reino:** Chromista

**Filo:** Oomicota

**Clase:** Oomicetos

**Orden:** Peronosporales

**Familia:** Peronosporaceae

**Género:** *Phytophthora*

**Especies:** *Phytophthora cinnamomi*

#### **2.1.4.2. DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA DE *P. cinnamomi***

El oomiceto *P. cinnamomi* posee un micelio formado por hifas coraloides, hialinas y aceptadas, aunque, cuando son cultivos antiguos o cuando las hifas separan distintas estructuras, pueden estar septadas. Estas hifas producen grandes y abundantes hinchazones hifales que caracterizan a esta especie. Las hinchazones hifales tienen forma esférica, elipsoidal o angular, aunque también adquieren una forma irregular conocida como hinchazones botriosos, y pueden ser intercalares, terminales o estar aislados, formando cadenas o racimos. Este patógeno es capaz de producir un tipo de hifas especializadas llamadas haustorios, que se encargan de la asimilación de nutrientes de las células del hospedante (Crone et al. 2013).

Los haustorios producen la invaginación de la célula sin destruir la membrana plasmática, de manera que se permite la continua absorción de nutrientes sin destruir las células (Hardham y Blackman 2010). Este tipo de adquisición de nutrientes es típico de organismos biótrofos, y aunque tradicionalmente se ha considerado a *P. cinnamomi* como necrótrofo, en la actualidad se discute la capacidad de este patógeno para pasar de una fase necrótrofa a una fase como biótrofo o endofito, o al contrario, en función de los diferentes condicionantes ambientales (Crone et al. 2013, Hardham y Blackman 2010).

Otro tipo de formaciones son las agregaciones de hifas y de hinchamientos hifales que dan lugar a masas compactas parecidas a los estromas fúngicos (Crone et al. 2013). Se ha observado, que estas agregaciones de hifas, además de hifas sueltas, podrían actuar como estructuras de resistencia a largo plazo cuando se localizaran en el interior de gruesas paredes celulares, papilas y depósitos de lignina de fragmentos de raíces (Jung et al. 2013).

#### **2.1.4.3. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE *P. cinnamomi***

Actualmente, la enfermedad provocada por *Phytophthora cinnamomi* ha recorrido fronteras y continentes. Según información tomada de EPPO (2023) se hace el aporte con la distribución espacial de la enfermedad con brotes epidemiológicos, donde destacan Australia, Nueva Zelandia, África, Israel, España, Marruecos, USA y México.

#### **2.1.5. SINTOMATOLOGÍA Y DAÑOS DE *P. cinnamomi***

La muerte regresiva, una enfermedad ocasionada por el hongo *Phytophthora cinnamomi*, resulta en la marchitez progresiva de la planta, comenzando desde la parte superior del árbol y avanzando gradualmente hacia las hojas inferiores. Además de la marchitez, esta enfermedad también conduce a la caída prematura de hojas, flores y frutos, así como a la pudrición de las raíces, culminando en el secado del tallo de la planta (Molina Rivera 2011).

##### **2.1.5.1. SÍNTOMAS EN LAS HOJAS**

Los síntomas de esta enfermedad comienzan con el marchitamiento gradual de la planta, que eventualmente conduce a su muerte. Los primeros síntomas incluyen la pérdida parcial de hojas y un amarilleamiento generalizado de intensidad leve a moderada (Pliego et al. 2016). Este daño interrumpe el normal crecimiento de la planta y, en consecuencia, disminuye la

producción de frutos, lo que afecta al rendimiento de las cosechas. La muerte de la parte superior del árbol se produce de forma descendente, mientras que en el tallo es de forma ascendente (Toapanta et al. 2017).

#### **2.1.5.2. SÍNTOMAS EN LAS RAÍZ**

Según Tamayo (2018), las raíces secundarias muestran una necrosis parcial. En el entorno de campo, la enfermedad se manifiesta en zonas específicas del campo, especialmente en las más húmedas. Esto puede deberse a la reducción de oxígeno en el suelo en estas zonas, lo que provoca una mayor concentración de exudados en las raíces. Estos exudados actúan como atractivos para las zoosporas del patógeno, contribuyendo así a la propagación de la enfermedad. Los síntomas son visibles en las raíces. En condiciones avanzadas de la enfermedad, las pequeñas raíces alimentadoras de los árboles se necrosan o se vuelven quebradizas, lo que imposibilita la absorción de nutrientes. En el sistema de raíces se evidencia necrosis y pudrición parcial o completa de las raicillas (Toapanta Gallegos et al. 2017).

#### **2.1.5.3. SÍNTOMAS EN EL FRUTO**

Los frutos presentan una abundancia considerable y son de tamaño reducido. Aunque el árbol parece mostrar un marchitamiento leve pero continuo, incluso en condiciones de humedad adecuada, esto se debe a la pudrición de las raíces absorbentes, lo que resulta en una disminución en la absorción de agua y nutrientes (Molano 2007).

### **2.1.6. EPIDEMIOLOGIA**

La presencia del patógeno en el tejido vegetal provoca estrés hídrico, lo que conduce al marchitamiento, la desecación de las estructuras de la planta y, finalmente, la muerte gradual del árbol. Cuando no hay hospedadores disponibles, el microorganismo posee la capacidad de subsistir alimentándose de materia orgánica en descomposición y puede permanecer en el suelo hasta seis años (Osorio et al. 2017).

#### **2.1.6.1. FACTORES AMBIENTALES**

Según Alvarón (2022), la temperatura ideal para el desarrollo de la enfermedad es de 21 a 30 grados centígrados, mientras que un pH del suelo de alrededor de 6,5 favorece su propagación. El exceso de humedad en el suelo también se ha identificado como un factor de

riesgo significativo. Además, se ha observado que la enfermedad puede transmitirse a través de instrumentos de labranza.

## **2.1.7. MECANISMOS DE CONTROL DE *P. cinnamomi***

### **2.1.7.1. CONTROL CULTURAL**

De acuerdo con Sepúlveda et al (2021), una de las medidas importantes de manejo fitosanitario incluye la selección adecuada del lugar de plantación. Es crucial que los árboles de aguacate se establezcan solamente en suelos con buen drenaje, tanto a nivel interno como superficial. Además, se recomienda que los árboles se establezcan en suelos con una profundidad de al menos 1,5 metros, asegurando que el agua pueda filtrarse constantemente a través del suelo.

Los árboles deben ser establecidos sólo en suelos con una profundidad de 1,5 m o mayor, y el agua debe filtrar constantemente. Sepúlveda et al (2021) mencionan que:

- Adquirir las plantas de viveros que estén libres de la enfermedad es crucial.
- Es importante producir patrones que estén libres de la enfermedad en semilleros certificados.
- Evitar que el suelo o el agua de áreas infectadas se desplacen hacia áreas donde haya crecimiento saludable.
- Construir montículos de 0,5 a 1 metro de altura para mejorar el drenaje del suelo y asegurar que las raíces se desarrollen en un suelo suelto y no compacto
- Gestionar el riego de manera óptima para evitar períodos de exceso de humedad.
- Mantener un buen contenido de materia orgánica mediante la aplicación de guano o compost durante el establecimiento del huerto, lo que promueve la supresión microbiológica y la producción de amonio.
- Utilizar patrones que sean resistentes al ataque del hongo.
- Aplicar urea al suelo en ciertas épocas del año para fomentar un crecimiento radicular saludable.

### **2.1.7.2. CONTROL FISICO**

Este método implica la eliminación de la copa del árbol a una altura de 1,5 metros, seguida de la aplicación de una solución de sal, cal y agua en el tronco y las ramas. Se procede a limpiar el área alrededor del tronco y nivelar el suelo en un radio de 4 metros. Luego, se realiza un riego para alcanzar la capacidad de retención de agua del suelo y se cubre la superficie con un plástico negro de 6 x 6 metros, de calibre 150, desde el centro del árbol hacia afuera. Esto eleva la temperatura entre 32°C y 65 °C, creando un efecto invernadero que resulta letal para el patógeno. Además, promueve el crecimiento de microorganismos saprófitos, los cuales compiten por espacio y generan antagonismos contra el fitopatógeno (Flores 2015).

### **2.1.7.3. CONTROL BIOLÓGICO**

Estudios anteriores han señalado que la aplicación de ciertas cepas de microorganismos, como *Pseudomonas*, *Trichoderma* y hongos micorrízicos, ha demostrado tener un impacto positivo en la supresión de *Phytophthora cinnamomi* y en el desarrollo de los árboles de aguacate. Específicamente, se ha observado que *Trichoderma sp.* exhibe propiedades antagonicas frente a varios fitopatógenos del suelo, tales como *Phytophthora sp.*, *Rhizoctonia sp.*, *Sclerotium sp.*, *Pythium sp.* y *Fusarium sp.*, los cuales son conocidos por provocar enfermedades fúngicas.

El mecanismo de acción atribuido a *Trichoderma sp* incluye la competencia directa con los fitopatógenos por recursos como espacio y nutrientes, así como la producción de metabolitos, tanto volátiles como no volátiles, y el parasitismo. Una alternativa adicional para el control de la enfermedad implica el mejoramiento genético para obtener variedades de aguacate que sean tolerantes a *Phytophthora cinnamomi*. Estos materiales genéticamente mejorados pueden ser injertados en variedades nativas como *P. americana* var. *drymifolia*, S. F. Blake, Duke 6, Duke 7 y Thomas, que son reconocidas por su resistencia a enfermedades de la raíz (Agapito Amador et al. 2022).

### **2.1.7.4. CONTROL ORGÁNICO**

En las condiciones de laboratorio, los aceites de tomillo y clavo resultaron eficaces para inhibir el crecimiento del micelio de *Phytophthora cinnamomi*. Dosis de 120 y 300 µL L-1 resultaron eficaces, siendo el aceite de clavo el más potente. Este último fue capaz de inhibir

completamente el crecimiento micelial y la germinación de esporas del patógeno a una dosis de 120  $\mu\text{L L}^{-1}$ , con valores de IC50 de 18,2 y 0,3 mg L<sup>-1</sup> respectivamente. Es importante señalar que, incluso a una concentración relativamente baja de 120  $\mu\text{L L}^{-1}$ , tanto el aceite de clavo como el de tomillo fueron capaces de detener el crecimiento de *P. cinnamomi* (Andrade et al. 2021).

#### **2.1.7.5. CONTROL QUÍMICO**

Según los hallazgos de Pillpe (2022), se observa que la aplicación de una dosis alta de biofílica (450 kg ha<sup>-1</sup>) sin abonamiento en plantas de aguacate infectadas, proporcionó una resistencia significativa contra *Phytophthora cinnamomi*. Esta resistencia se manifestó en términos de inhibición del desarrollo de lesiones y mejora del crecimiento tanto de las raíces como de la parte aérea de las plantas. En comparación con otros niveles evaluados, incluyendo el testigo y la aplicación conjunta con abono, se observó que esta dosis alta de biosílice resultó en una mayor altura de las plantas (19,10 cm), diámetro del tallo (0,45 cm), peso fresco de la parte radicular (10,30 g), peso fresco de la parte aérea (19,20 g), peso seco de la raíz (4,86 g) y peso seco de la parte aérea (7,43 g).

Además, se encontró que una dosis alta de biosílice (450 kg ha<sup>-1</sup>) junto con abonamiento en plantas de aguacate infectadas mostró una menor susceptibilidad a *P. cinnamomi*. en términos de intensidad de la infección, en comparación con el testigo y niveles inferiores de biosílice. Estas plantas desarrollaron una altura de hasta 15,75 cm, un diámetro de tallo de 0,43 cm, un peso fresco de la raíz de 8,97 g, un peso fresco de la parte aérea de 10,83 g, y un peso seco de la raíz y la parte aérea de 4,12 g y 4,23 g respectivamente.

Estos resultados sugieren que la aplicación de una dosis alta de biosílice, ya sea con o sin abonamiento, puede considerarse como un control químico efectivo contra *Phytophthora sp* en plantas de aguacate infectadas.

#### **2.1.7.6. MEDIDAS PREVENTIVAS**

Antes de establecer un cultivo, es aconsejable realizar un análisis completo de las propiedades físicas, químicas y microbiológicas del suelo. Este análisis puede aportar información útil sobre la incidencia y gravedad de diversos agentes causales. Además, es

conveniente asegurarse de que los materiales utilizados como semilla no entren en contacto con el suelo y reciban un tratamiento de desinfección adecuado, ya sea mediante productos químicos o mediante vapor. Además, el material de trasplante debe controlarse cuidadosamente para garantizar que está libre del agente patógeno y evitar así la propagación de la enfermedad (Intagri S.C. c2024).

## **2.2. MARCO METODOLÓGICO**

### **2.2.1. MÉTODO**

Este trabajo de investigación práctica será desarrollado mediante la recopilación exhaustiva de información. Se llevó a cabo una minuciosa investigación en diversas fuentes de libre acceso, incluyendo páginas web, artículos científicos, tesis de grado y documentos bibliográficos disponibles en varias plataformas digitales. Es importante destacar que toda la información obtenida será sometida a un análisis detallado, seguido de un proceso de síntesis y resumen.

### **2.2.2. METODOLOGÍA**

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

## **2.3. RESULTADOS**

La presencia de *Phytophthora cinnamomi*, un oomiceto patógeno, causa la enfermedad conocida como muerte regresiva en el aguacate. Los síntomas incluyen marchitez progresiva de la planta, caída prematura de hojas, flores y frutos, así como pudrición de raíces y tallos, lo que puede provocar daños significativos en los cultivos.

La epidemiología de esta enfermedad revela que el patógeno que está presente en el suelo puede provocar estrés hídrico en los cultivos de aguacate, lo que lleva a su muerte gradual. Los principales medios de propagación son el agua de riego contaminada, el desplazamiento de tierra infectada, el material vegetal infectado, los restos de cultivos y la actividad humana.

Para controlar la propagación de *P. cinnamomi*, se han definido una serie de métodos que van desde los físicos, biológicos y orgánicos hasta los enfoques químicos.

De acuerdo con Sepúlveda et al (2021), una de las medidas importantes de manejo fitosanitario incluye la selección adecuada del lugar de plantación. Se recomienda que los árboles se establezcan en suelos con una profundidad de al menos 1,5 metros, asegurando que el agua pueda filtrarse constantemente a través del suelo.

Sepúlveda et al. (2021) proponen estrategias efectivas para controlar el patógeno: adquirir plantas de viveros que estén libres de la enfermedad y producir patrones libres de la enfermedad en semilleros certificados; evitar el desplazamiento del suelo o agua desde áreas infectadas hacia zonas con crecimiento saludable; construir montículos de 0,5 a 1 metro de altura para mejorar el drenaje del suelo y asegurar un desarrollo radicular adecuado en un suelo suelto y no compacto; gestionar el riego de manera óptima para evitar períodos de exceso de humedad; mantener un adecuado contenido de materia orgánica mediante la aplicación de guano o compost durante el establecimiento del huerto para favorecer la supresión microbiológica y la producción de amonio; utilizar patrones resistentes al ataque del hongo y aplicar urea al suelo en momentos específicos del año para estimular un crecimiento radicular saludable.

Flores (2015), propone un método de control físico que implica la eliminación de la copa del árbol a una altura de 1.5 metros, seguida por la aplicación de una solución compuesta de sal, cal y agua en el tronco y las ramas. Posteriormente, se procede a limpiar el área alrededor del tronco y nivelar el suelo en un radio de 4 metros. A continuación, se realiza un riego para alcanzar la capacidad de retención de agua del suelo y se cubre la superficie con un plástico negro de 6 x 6 metros, con un calibre de 150, partiendo desde el centro del árbol hacia afuera.

Según los hallazgos de Pillpe (2022), se observa que la aplicación de una dosis alta de biofílica (450 kg ha<sup>-1</sup>) sin abonamiento en plantas de aguacate infectadas, proporcionó una resistencia significativa contra *Phytophthora cinnamomi*.

## **2.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

La presencia y los efectos de *Phytophthora cinnamomi* en el cultivo de aguacate son motivo de preocupación, ya que esta enfermedad puede causar daños significativos en las

plantaciones. La completa descripción de los síntomas proporciona una forma de identificar claramente la enfermedad y sus efectos en los plantados, lo que resulta crucial para aplicar medidas de control eficaces en el momento adecuado.

La epidemiología de la enfermedad resalta la relevancia de estudiar cómo se disemina *P. cinnamomi*, así como los factores ambientales que pueden favorecer su desarrollo. Esto permite a los agricultores tomar medidas preventivas para reducir la propagación de la enfermedad y reducir al mínimo su impacto en las plantaciones.

Las estrategias de manejo fitosanitario propuestas por Sepúlveda et al. (2021) y Flores (2015) plantean varios aspectos clave para controlar la propagación de *P. cinnamomi*. Estas estrategias incluyen medidas preventivas, como la selección adecuada del lugar de plantación, la adquisición de plantas libres de la enfermedad y el uso de patrones resistentes al ataque del hongo. Además, se sugieren prácticas de control físico, como la eliminación de la copa del árbol y la aplicación de una solución compuesta de sal, cal y agua, seguido de la cobertura del suelo con plástico negro para crear un efecto invernadero letal para el patógeno.

El estudio de Pillpe (2022) aporta evidencia adicional sobre la eficacia de ciertos tratamientos en el manejo de la enfermedad. Sus hallazgos sugieren que la aplicación de una dosis alta de biofílica sin abonamiento en plantas infectadas proporcionó una resistencia significativa contra *P. cinnamomi*. Esta información destaca la importancia de explorar diferentes enfoques de control y la necesidad de continuar investigando para mejorar las prácticas de manejo fitosanitario.

### **3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **3.1. CONCLUSIONES**

La presencia y los efectos de *Phytophthora cinnamomi* en las plantaciones de aguacate han sido claramente documentados en este estudio. Los síntomas asociados, como el marchitamiento progresivo, la defoliación, la necrosis y la pudrición de raíces y tejidos, reflejan un devastador efecto sobre la calidad sanitaria de los árboles. La presencia del patógeno en el tejido vegetal provoca estrés hídrico, lo que conduce al marchitamiento, la desecación de las estructuras de la planta y, finalmente, la muerte gradual del árbol.

Por ende, se subraya la imperiosa necesidad de aplicar medidas de control eficaces para reducir el impacto de este patógeno. Para controlar su propagación, se establecen estrategias que abarcan desde la selección cuidadosa del lugar de plantación hasta la aplicación de tratamientos físicos, culturales, orgánicos y químicos.

Asimismo, la investigación ha resaltado la importancia de comprender la epidemiología de *P. cinnamomi* para evitar su propagación y gestionar su incidencia. Identificar los medios de dispersión y los factores ambientales que promueven el desarrollo de esta enfermedad proporciona una base sólida para implementar estrategias preventivas y de control más efectivas en los cultivos de aguacate.

#### **3.2. RECOMENDACIONES**

Se recomienda enfáticamente la implementación de programas de educación y capacitación dirigidos a los agricultores para la identificación temprana de enfermedades como *Phytophthora cinnamomi*, así como la aplicación adecuada de medidas de control. Es esencial establecer un sistema de monitoreo continuo en las plantaciones de aguacate para detectar y gestionar rápidamente la presencia de enfermedades.

Se recomienda el uso de prácticas culturales en campo para evitar la propagación en las que se destacan principalmente, adquirir plantas de viveros que estén libres de la enfermedad y producir patrones libres de la enfermedad en semilleros certificados; evitar el desplazamiento del suelo o agua desde áreas infectadas hacia zonas con crecimiento saludable; construir

montículos de 0,5 a 1 metro de altura para mejorar el drenaje del suelo y asegurar un desarrollo radicular adecuado en un suelo suelto y no compacto; gestionar el riego de manera óptima para evitar períodos de exceso de humedad; mantener un adecuado contenido de materia orgánica mediante la aplicación de guano o compost durante el establecimiento del huerto para favorecer la supresión microbiana y la producción de amonio; utilizar patrones resistentes al ataque del hongo y aplicar urea al suelo en momentos específicos del año para estimular un crecimiento radicular saludable.

Asimismo, se recomienda aplicar medidas agronómicas preventivas, como la desinfección del material plantado y del suelo, para reducir el riesgo de propagación de la enfermedad. también es necesario tener un protocolo de monitoreo constante y análisis de suelos. Es importante seguir investigando para elaborar nuevas estrategias de control, incluidos los métodos biológicos y orgánicos, que sean eficaces y sostenibles a largo plazo.

## 4. REFERENCIAS Y ANEXOS

### 4.1. REFERENCIAS

Acurio, J. 2022. Caracterización morfológica de la colección de aguacate (*Persea americana*) de la Estación Experimental Tropical-Pichilingue (EETP). Bachelor's thesis. Quevedo-Ecuador, Estación Experimental Tropical-Pichilingue. .

Agapito Amador, ME; Cibrián-Llenderal, VD; Gutiérrez Rojas, M; Ruiz-Juárez, D; López Corona, BE; Rueda-Puente, EO; Agapito Amador, ME; Cibrián-Llenderal, VD; Gutiérrez Rojas, M; Ruiz-Juárez, D; López Corona, BE; Rueda-Puente, EO. 2022. *Phytophthora cinnamomi* Rands en aguacate. *Revista mexicana de ciencias agrícolas* 13(SPE28):331-341. DOI: <https://doi.org/10.29312/remexca.v13i28.3287>.

AguacateSpain. c2024. Importancia de un buen enraizamiento de nuestra plantación (en línea, sitio web). Consultado 3 mar. 2024. Disponible en <https://goaguacatespain.com/importancia-de-un-buen-enraizamiento-de-nuestra-plantacion/>.

Alvarón, J. 2022. LAS PRINCIPALES ENFERMEDADES DEL CULTIVO DEL PALTO (en línea). Disponible en <https://repositorio.sierraexportadora.gob.pe/bitstream/handle/SSE/518/LAS%20PRINCIPALES%20ENFERMEDADES%20DEL%20CULTIVO%20DEL%20PALTO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Andrade Hoyos, P. 2012. Selección de portainjertos de aguacate para tolerancia-resistencia a *Phytophthora cinnamomi* (Rands) (en línea) (En accepted: 2013-01-19t02:03:15z). . Consultado 21 ene. 2024. Disponible en <http://colposdigital.colpos.mx:8080/xmlui/handle/10521/1769>.

Andrade, P; Urrieta, J; Landero, N; Reyes, H; Sampayo, S; Luna, A. 2021. Potencial de los aceites esenciales en el control de *Phytophthora cinnamomi* Rands y *Fusarium* sp. in vitro en *Cinnamomum verum* (en línea). (2021). Disponible en <https://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v40/2395-8030-tl-40-e1004.pdf>.

Bartoli, J. 2008. Manual técnico del cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* L.). (en línea). La Lima . Disponible en Internet en: <http://www.hondurasag.org> (con acceso 27/10/2013).

Bernal, E; Díaz, D. (2008). Tecnología para el cultivo del aguacate. Antioquia. Colombia, CORPOICA Centro de Investigación La Selva. Rionegro. Manual Técnico 5.

Crone, M; McComb, J; O'Brien, P; Hardy, G. 2013. Survival of *Phytophthora cinnamomi* as oospores, stromata and thick walled chlamydospores in roots of symptomatic and asymptomatic annual and herbaceous perennial plant species. *Fungal Biology*. .

Davison, E. 2011. *Phytophthora cinnamomi* (*Phytophthora dieback*). CABI Compendium CABI Compendium:40957. DOI: <https://doi.org/10.1079/cabicompendium.40957>.

Díaz Castellanos, R. 2021. El mercado mundial de aguacate: 60 años del liderazgo de México y su impacto en la próxima década. *The Anáhuac journal* 21(2):12-49. DOI: <https://doi.org/10.36105/theanahuacjour.2021v21n2.01>.

EPPO. 2023. *Phytophthora cinnamomi* (PHYTCN)[World distribution]| EPPO Global Database (en línea, sitio web). Consultado 29 feb. 2024. Disponible en <https://gd.eppo.int/taxon/PHYTCN/distribution>.

ERWIN, D; RIBEIRO, O. 1996. *Phytophthora cinnamomi* var. *cinnamomi*. *Phytophthora Diseases Worldwide*. Minesota, USA. The American Phytopathological Society. s.l., s.e.

FAO. (c2024). Gestión de plagas | Manejo integrado de plagas y plaguicidas | Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura | IPM and Pesticide Risk Reduction | Food and Agriculture Organization of the United Nations (en línea). s.l., Food and Agriculture Organization of the United Nations. Consultado 21 ene. 2024. Disponible en <https://www.fao.org/pest-and-pesticide-management/ipm/integrated-pest-management/es/>.

Flores, C. 2015. Evaluación de la tasa de crecimiento de *Phytophthora cinnamomi* Rands en medios Alternativos (en línea). s.l., Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 54 p. Disponible en <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/7753>.

Guerrero Rojas, M; Ramos Portilla, A. 2016. Prevenga y maneje la pudrición radical del aguacate causada por el Oomycete *Phytophthora cinnamomi* Rands. 2016 ed. s.l., s.e., (00.02.124.16).

Hardham, A. 2005. *Phytophthora cinnamomi* Molecular Plant Pathology. Plant Cell Biology Group. 6 (6). Canberra (en línea). s.l., s.e. 589 – 604 p. Disponible en <https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/5190516a-2856-4079-940f-b71f8e61c339/content>.

Hardham, A; Blackman, L. 2010. Molecular cytology of *Phytophthora*-plant interactions. *Australasian Plant Pathology*. :29-35.

INIFAP. (2022). Competitividad de las exportaciones de aguacate Hass de México en el mercado mundial | *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* (en línea). s.l., Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Consultado 22 ene. 2024. Disponible en <https://cienciasagricolas.inifap.gob.mx/index.php/agricolas/article/view/2885>.

Intagri S.C. c2024. Control de la Pudrición de Raíz en Aguacate | (en línea, sitio web). Consultado 29 feb. 2024. Disponible en <https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/control-de-la-pudricion-de-raiz-en-aguacate>.

Jung, T; Colquhoun, I; Hardy, G. 2013. New insights into the survival strategy of the invasive soilborne pathogen *Phytophthora cinnamomi* in different natural ecosystems in Western Australia. *Forest Pathology*. :266-288.

MAG, M de A y G. (2022). BOLETIN SITUACIONAL cultivo de Aguacate (en línea). s.l., Ministerio de Agricultura y Ganadería. Disponible en <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/situacionales-agricolas/situacional-aguacate>.

Maldonado I., I; Otárola A., J. 2010. Tristeza del palto, una enfermedad importante (en línea) (En accepted: 2020-12-14t22:07:02z). . Consultado 21 ene. 2024. Disponible en <https://biblioteca.inia.cl/handle/20.500.14001/4364>.

Molano, P. 2007. Enfermedades del Aguacate. (4):51-70.

Molina Rivera, G. 2011. Control de la muerte regresiva en aguacate. *PlantwisePlus Knowledge Bank Factsheets for Farmers:20117800139*. DOI: <https://doi.org/10.1079/pwkb.20117800139>.

Montero, K. 2020. Respuesta al fertirriego nitrogenado y potásico en parámetros de crecimiento del cultivo de aguacate (*Persea americana* var. Hass) durante fase vegetativa. Bachelor's thesis. s.l., UCE, Universidad Central del Ecuador. .

Osorio, A; Burbano, F; Arcila, C; Vázquez, B; Carrascal, P; Romero, F. 2017. Distribución espacial del riesgo potencial de marchitamiento del aguacate causado por *Phytophthora cinnamomi* en la subregión de Montes de María, Colombia. 11:273-285.

Pillpe, L. 2022. Dosis de biosílice en la tolerancia a *Phytophthora cinnamomi* de plantones de palto con y sin abonamiento. Ayacucho. 2021 (en línea). Ayacucho – Perú, UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA. . Disponible en [https://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/UNSCH/5526/1/TESIS%20AG1303\\_Pil.pdf](https://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/UNSCH/5526/1/TESIS%20AG1303_Pil.pdf).

Pliego, C; Zumaquero, E; Martínez, F; López, H. (2016). Principales Podredumbres Radiculares del Aguacate. ESPAÑA, Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural, Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera. 11 p.

Salinas, D; Cruz, A; Peraza, A; Valenzuela, B; Calderón, C; Sandoval, E; Martínez, J; Cuadras, C; Romero, J; Castro, M; Magallanes, M. 2021. MANUAL PARA EL ESTABLECIMIENTO DEL CULTIVO DE AGUACATE (en línea). (1). Disponible en [https://codesin.mx/file/4/128\\_Manual%20del%20Aguacate%20-%202017%2011%202021%20.pdf\\_1637099646.pdf](https://codesin.mx/file/4/128_Manual%20del%20Aguacate%20-%202017%2011%202021%20.pdf_1637099646.pdf).

Sepúlveda, P; Rebufel, P; Sepúlveda, G; Bilbao, C. 2021. TRISTEZA DEL AGUACATE ( *PHYTOPHTHORA CINNAMOMI* RANDES), UNA ENFERMEDAD IMPORTANTE (en línea, sitio web). Consultado 3 mar. 2024. Disponible en <https://agroislas.com/tristeza-del-aguacate-phytophthora-cinnamomi-rands-una-enfermedad-importante/>.

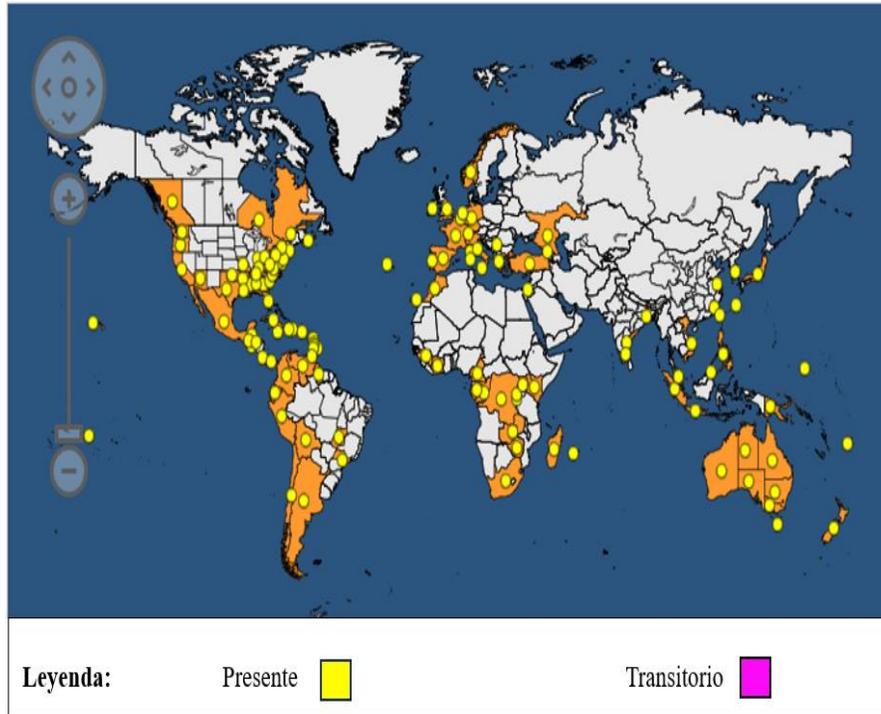
Sotomayor, A; Viera, W; Viteri, P; Posso, M; Racines, M; González, A; Jin Cho, K; Villavicencio, A. (2019). Manual técnico para la producción de plantas injertadas de aguacate (*Persea americana* Mill.) de alta calidad. s.l., Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.

Tamayo, P. 2018. Tecnología para el cultivo del aguacate: enfermedades y desórdenes abióticos. Corpoica :Promedios, pp. 155-194.

Toapanta Gallegos, DE; Morillo, E; Viera, W. 2017. Diagnóstico molecular de *Phytophthora cinnamomi* asociado a la pudrición radicular en zonas productoras de aguacate en Ecuador (en línea) (En accepted: 2017-05-11t14:32:02z). . Consultado 21 ene. 2024. Disponible en <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/4326>.

Venturo, K. 2021. Materia seca como indicador de cosecha en frutos de palto (*Persea americana* Mill) variedad Hass cultivada en condiciones de la localidad de Virú, la Libertad. s.l., s.e. .

## 4.2. ANEXOS



**Figura 1.** La dispersión mundial de *Phytophthora cinnamomi* Rands (EPPO 2023).



**Figura 2.** Evolución de la tristeza del aguacatero (*Phytophthora cinnamomi*), desde síntoma inicial (Fig. A) hasta final de observación (Fig. B) (Pliego et al. 2016).



**Figura 3.** Daño en raíz causado por *Phytophthora cinnamomi* (Pliego et al, 2016).