UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

FACULTAD CIENCIAS DE LA TIERRA

CARRERA DE INGENIERIA AGROPECUARIA

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR EN LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AGROPECUARIO

"REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DE USOS DE *Trichoderma* spp. COMO CONTROLADOR BIOLÓGICO DE *Phytophthora capsici* EN AJÍ TABASCO"

AUTOR:

Cerda Licuy Soraya Lucia

Verdesoto Guamán Johanna Aracely

DIRECTOR:

Ing. Sandra Luisa Soria Re, M.Sc.

PASTAZA – ECUADOR
2021

DECLARATORIA DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Quien/es suscribe/n Cerda Licuy Soraya Lucia con C.I. 1501250359 y Verdesoto Guamán Johanna Aracely con C.I. 1500961451, hace constar que es autor/a del Proyecto de Investigación/Trabajo de Integración Curricular titulado: Revisión bibliográfica del uso de *Trichoderma* spp. como controlador biológico de *Phytophthora capsici* en ají tabasco, el cual constituye una elaboración personal realizada únicamente con la dirección del Tutor de dicho trabajo, Dr/Msc. Sandra Luisa Soria Re. En tal sentido, manifiesto la originalidad de la conceptualización del trabajo como interpretación de datos y elaboración de conclusiones dejando establecido que aquellos aportes intelectuales de otros autores se han referenciado debidamente en el texto de dicho trabajo.

En el cantón Pastaza, a los 18 días del mes de febrero del 2021.

Cerda Licuy Soraya Lucia	Verdesoto Guamán Johanna Aracely
CI: 1501250359	C.I. 1500961451

CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR EL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

El tribunal de sustentación del proyecto de investigación y desarrollo aprueba el proyecto de Investigación/Trabajo de Integración Curricular titulado: “Revisión bibliográfica del uso de *Trichoderma* spp. como controlador biológico de *Phytophthora capsici* en ají tabasco”.



Firmado electrónicamente por:
YOEL
RODRIGUEZ

Dr/Msc. Yoel Rodríguez Guerra

Presidente del Tribunal



Firmado electrónicamente por:
MARIA ADELA
VALDES SAENZ

Dr/Msc. María Adela Valdés Saenz

Miembro del Tribunal

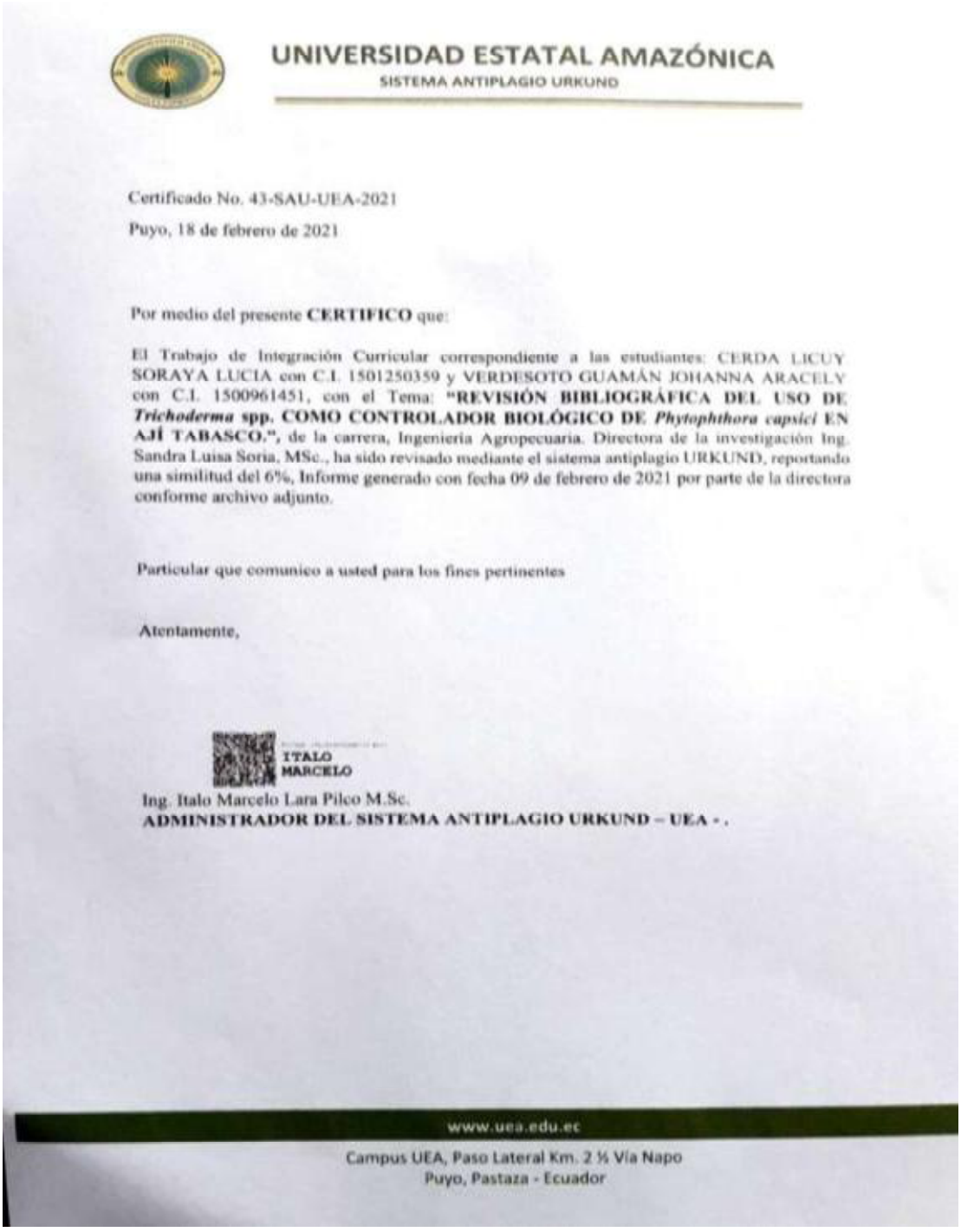


Firmado electrónicamente por:
PATRICIO FABIAN
NARANJO DELGADO

Msc. Patricio Fabian Naranjo Delgado

Miembro del Tribunal

CERTIFICADO DE PORCENTAJE DE SIMILITUD OBTENIDO EN EL SISTEMA ANTI-PLAGIO



UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND

Certificado No. 43-SAU-UEA-2021

Puyo, 18 de febrero de 2021

Por medio del presente **CERTIFICO** que:

El Trabajo de Integración Curricular correspondiente a las estudiantes: CERDA LICUY SORAYA LUCIA con C.I. 1501250359 y VERDESOTO GUAMÁN JOHANNA ARACELY con C.I. 1500961451, con el Tema: **"REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DEL USO DE *Trichoderma* spp. COMO CONTROLADOR BIOLÓGICO DE *Phytophthora capsici* EN AJÍ TABASCO."**, de la carrera, Ingeniería Agropecuaria. Directora de la investigación Ing. Sandra Luisa Soria, MSc., ha sido revisado mediante el sistema antiplagio URKUND, reportando una similitud del 6%, Informe generado con fecha 09 de febrero de 2021 por parte de la directora conforme archivo adjunto.

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 - .

www.uea.edu.ec
Campus UEA, Paso Lateral Km. 2 ½ Vía Napo
Puyo, Pastaza - Ecuador

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primera instancia a Dios por permitirme la existencia, a la Universidad Estatal Amazónica, a mis apreciados maestros que desempeñaron un rol fundamental durante mi formación académica profesional impartiendo valiosos conocimientos, En el departamento Ciencias de la Tierra de la Carrea Ingeniería Agropecuaria. Y de manera especial extiendo un grato agradecimiento a la Ing. Sandra Luisa Soria Re, M.Sc. por su apoyo y dedicación como directora de este trabajo de integración curricular.

A los miembros del tribunal: Dra. María Adela Valdes Saenz, Dr. Yoel Rodríguez Guerra y al Ing. Patricio Fabian Naranjo Delgado, por su colaboración en la revisión del presente trabajo, ya que sus observaciones han sido muy útiles para culminar con éxito el proyecto de integración curricular.

Por último, expreso mi agradecimiento a todas las personas que de una forma u otra han estado implicadas en el desarrollo de este trabajo, por su orientación y apoyo.

Johanna Verdesoto

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis Padres en especial a mi madre Delida Nolberta Guamán Toalombo (+), por su ejemplo de honradez, dedicación y constancia. A mi hermana Norma Cecybel Verdesoto Guamán que ha sido como una segunda madre. A mi hija adorada Arelis Jeyssel Chafla Verdesoto, el pilar fundamental de mi vida ya que en ella encontré los motivos y la fuerza necesaria para seguir con los estudios universitarios de tercer nivel y culminar mi meta propuesta.

Johanna Verdesoto

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por bendecirme la vida, por guiarme y por el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad. Igualmente, a mis padres por su esfuerzo y dedicación brindado y a mi hijo por ser pilar fundamental en mi vida y ayudar a culminar mi carrera universitaria.

Asimismo, agradezco infinitamente a mis Hermanos /as por todos los consejos brindados que con sus palabras me hacían sentir orgullosa de lo que soy.

De igual manera a mis amigos (Johanna, Alfredo, Nervo, Keyla y Lesly) gracias por todo el apoyo que me brindaron durante la trayectoria universitaria.

A la Universidad Estatal Amazónica por haberme abierto las puertas y por ofrecer la posibilidad estudiar mi carrera, así como también a los diferentes docentes que brindaron su apoyo y sus conocimientos día a día. De manera especial a mi tutora Ms. C. Sandra Soria Re por guiarnos en todo este proceso de titulación, de igual manera a la Dra. María Adela Valdés Saenz, Dr. Yoel Rodríguez Guerra y al Ing. Patricio Fabian Naranjo Delgado por haber aceptado ser miembro del tribunal y por la paciencia brindada en todo este período de Trabajo de Titulación, igualmente a un distinguido maestro Ms C. Jorge Luis Alba Rojas por haberme brindado su apoyo en los momentos más difíciles.

Soraya Cerda

DEDICATORIA

Dedico a toda mi familia, de manera especial a mis padres Miguel Jorge Cerda Tepuy y Zoila María Licuy Vargas que, con su amor, trabajo y sacrificio brindado incondicionalmente en todos estos años, me han permitido cumplir un sueño más, gracias también por ser los mejores padres para mí y para mis hermanos. De la misma manera dedico a mi querido hijo Steven Josué Jiménez Cerda, porque eres lo más importante en mi vida y el motor fundamental para seguir adelante ya que gracias a ti he decidido subir un escalón más y culminar mi carrera profesional.

Soraya Cerda

Resumen

El ají tabasco (*Capsicum frutescens*), es un producto de alta demanda en los mercados nacionales e internacionales, debido a su uso culinario y farmacéutico. Ecuador es uno de los principales productores de ají tabasco, lo que ha permitido un aumento en su economía, no obstante, en la Provincia de Pastaza en los últimos años la producción de ají tabasco se ha reducido debido a problemas fitosanitarios generando un gran impacto económico. Siendo la marchitez una de las principales enfermedades causadas por *Phythoptora capcisi*, que en su mayoría son controladas con productos agroquímicos. Por tal razón el uso de antagonistas es una alternativa ecológica de control. Por lo tanto, se pretende analizar bibliográficamente el uso de *Trichoderma* spp. como controlador biológico de *Phytophthora capsici*, mediante un diseño de investigación no experimental, de tipo documental, donde se recopiló información de estudios ya realizados sobre el uso de *Trichoderma* spp. como controlador biológico, se encontró que *T. harzianum* en concentraciones de 2,5 g/l en una densidad poblacional de 1m X 1m obtuvo el mayor número de frutos, es decir no hubo presencia del patógeno. La revisión bibliográfica resultó ser una herramienta clave para analizar información científica sobre el control biológico de *P. capcisi.*

Palabras Clave: análisis, control biológico, *Trichoderma* spp, *Phythoptora capcisi, Capsicum frutescens*

Abstract

The tabasco pepper (Capsicum frutescens) is a product in high demand in national and international markets, due to its culinary and pharmaceutical use. Ecuador is one of the main producers of tabasco pepper, which has allowed a better income for the farmes, however, in the Province of Pastaza in recent years the production of tabasco pepper has been reduced country due to phytosanitary problems generated a great economic impact. Being wilt one of the main diseases caused by Phythoptora capcisi, which are mostly controlled with agrochemicals. For this reason, the use of antagonists is an ecological control alternative. Therefore, it is intended to analyze bibliographically the use of Trichoderma spp. as a biological controller of Phytophthora capsici, through a non-experimental, documentary research design, where information was collected from studies already carried out on the use of Trichoderma spp. As a biological controller, it was found that T. harzianum in concentrations of 2,5 g / l in a population density of 1m X 1m obtained the highest number of fruits, that is, there was no presence of the pathogen. The bibliographic review turned out to be a key tool to analyze scientific information on the biological control of P. capcisi.

key words: analysis, biological control, *Trichoderma spp, Phythoptora capcisi, Capsicum frutescens*

TABLA DE CONTENIDO

CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN 11

1.1. Planteamiento del problema 12

1.2. Objetivos 13

1.2.1. Objetivo general 13

1.2.2. Objetivos específicos 13

1.3. Justificación 14

CAPITULO 2: FUNDAMENTACION TEORICA 16

2.1. Origen del cultivo de ají 16

2.2. Importancia 16

2.3. Descripción botánica del ají 17

2.4. Clasificación Taxonómica 18

2.5. Principales variedades de ají 19

2.5.1. Habanero 19

2.5.2. Jalapeño 20

2.5.3. Tabasco 21

2.6. Principales enfermedades fúngicas del cultivo 21

2.6.1. Antracnosis 21

2.6.2. Moho blanco. 22

2.6.3. Tristeza del chile. 23

2.6.4. *Phytopthora capsici* 23

2.7. Estrategias de control para el cultivo de ají tabasco 27

2.7.1. Control cultural.....27

2.7.2. Control genético 27

2.7.3. Control químico 28

2.7.4. Control biológico.....28

2.8. *Trichoderma spp.* 28

2.9. Generalidades de *Trichoderma* spp. 29

2.9.1. Taxonomía de *Trichoderma* spp. 29

2.9.2. Ciclo de vida de *Trichoderma* spp.....30

2.9.3. Mecanismos de acción de *Trichoderma* spp.....30

CAPITULO 3: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 33

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN 33

3.2. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN 33

CAPITULO 4: RESULTADOS 35

CONCLUSIONES.....50

RECOMENDACIONES.....51

Referencias 52

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía de ají tabasco 19

Tabla: 2. Clasificación taxonómica de P. capsici 24

Tabla 3. Taxonomía de Trichoderma spp 30

Tabla 4. Características morfológicas y biológicas de P. capsici 36

Tabla 5. Daños de P. capsici en el ají tabasco 38

Tabla 6. Rangos de temperatura de Trichoderma spp. 39

Tabla 7. Tratamientos con Trichoderma spp según Concentración, Dosis y Número de aplicaciones luego de inoculación de P. capsici Leo en plántulas de Capsicum annuum L. 41

Tabla 8. Plan de manejo de plántulas en fase de vivero. 46

Tabla 9. Tratamientos de la investigación. 47

Tabla 10. Variables cuantificadas.....48

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo de vida de *Trichoderma* spp. 30

Figura 2. Años de publicación.....33

Figura 3. Aplicación de *Trichoderma* spp según tratamiento y la incidencia (%) de *Phythoptora capsisi* L. sobre *Capsicum annuum* "ají paprika" var. *PAPRI KING* a os 16 días después de inoculado el fitopatógeno en condiciones de vivero. 43

Figura 4. Análisis macroscópico de la interacción entre colonias y mecanismos de antagonismo 44

CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN

El ají es una planta nativa de América Latina, correspondiente al género *Capsicum* con 27 especies desde las variedades dulces hasta las más picantes, su fruto es picante de variados colores, diversos sabores y tamaños (Nuñez, 2013). Las especies de mayor distribución geográfica son *Capsicum annuum, Capsicum frutescens, Capsicum chinense, Capsicum baccatum y Capsicum pubescesns*. El cultivo se adapta a alturas entre 0 y 2000 m.s.n.m. y regiones donde la precipitación varía entre 600 y 1250 mm anuales (Flor, Ruiz, Tobar, Gallo, & Rengifo, 2007).

El ají en Ecuador es una de las hortalizas más importantes en la industria de conservas, tradicionalmente, la producción ha sido destinada al consumo interno, como materia prima en la elaboración de diversos productos, asimismo, este cultivo es una excelente alternativa de diversificación debido al alto potencial de exportación que presentan los productos elaborados (Nuñez, 2013).

Capsicum frutescens, es una especie agrícola que se cultiva en casi todas las regiones del mundo. En la actualidad también Ecuador se ha convertido en uno de los principales productores de ají tabasco de Latinoamérica, ya que este tipo de producción forma parte importante del crecimiento económico del país. El ají tabasco está destinada para el mercado internacional, debido a que el consumo interno es mínimo y muchos de los productores nacionales se centran en el cultivo de otros tipos de ají (Torres, 2014).

El cultivo de ají en la provincia de Pastaza ha generado desinterés por los productores, debido a que en el manejo se presentan una serie de problemas fitosanitarios y el agricultor no cuenta con una asistencia técnica, por lo que el rendimiento se ve afectado. Uno de los problemas es que el ají tabasco es afectado por el pseudohongo *Phytopthora capsici* L. el cual minimiza la productividad, por ello es importante la implementación de nuevas alternativas de control

biológico mediante organismos antagónicos como el hongo *Trichoderma* spp el cual ayudará a mejorar la producción.

Mediante el manejo integral de los cultivos de ají, el desarrollo de sus plantaciones y la tecnificación post cosecha, los pequeños productores de la costa ecuatoriana han demostrado que tiene la capacidad de incrementar la producción que es comercializada en los mercados nacionales e internacionales siendo un producto muy apetecido por los diferentes países.

1.1. Planteamiento del problema

El ají constituye uno de los productos hortícolas con potencial de demanda, puesto que en el mercado nacional e internacional requiere un producto de calidad y con mayor productividad, aunque no todas las variedades son de fácil comercialización. Las principales provincias productoras de ají tabasco en Ecuador son: Esmeraldas, Manabí, Los Ríos y Santo Domingo de los Tsáchilas, destacándose Esmeraldas como la provincia de mayor producción (Díaz, 2016).

La provincia de Pastaza también tuvo una alta producción de ají tabasco. El mismo que es muy susceptible a plagas y enfermedades, las cuales inciden en la producción del fruto, generando pérdidas significativas para los pequeños productores (Borda & Choquehuayta, 2010). Los principales problemas fitosanitarios del cultivo de ají son las enfermedades causadas por hongos patógenos, siendo la marchitez una de las enfermedades más representativas, sobre todo en zonas que presentan alta humedad relativa como la provincia de Pastaza.

El ají tabasco es muy susceptible a plagas y enfermedades, las cuales inciden en la produccion del fruto, generando pérdidas significativas para los pequeños productores (Borda & Choquehuayta, 2010). El principal problema fitosanitario del cultivo de ají es la presencia de hongos patógenos, por

lo tanto, se pretende con esta investigación analizar la utilización de hongos antagónicos (*Trichoderma*) como controlador biológico para contrarrestar la presencia de *Phytophthora capsic*i en el cultivo de ají tabasco.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

- Analizar bibliográficamente el uso de *Trichoderma* spp. como controlador biológico de *Phytophthora capsici* en ají tabasco.

1.2.2. Objetivos específicos

- Describir las características morfológicas, biológicas y daños del patosistema de *P. capsici* en el ají tabasco.
- Identificar los principales resultados sobre el uso de *Trichoderma* spp. como controlador biológico de *P. capsici* en ají tabasco en investigaciones realizadas que permitan la selección del mejor procedimiento para las condiciones de la provincia de Pastaza.

1.3. Justificación

En la actualidad el Ecuador se ha convertido en uno de los principales productores de ají tabasco de Latinoamérica, este tipo de producción forma parte importante del crecimiento económico del país (Torres, 2014).

El cultivo de ají tabasco en la provincia de Pastaza, va tomando fuerza entre los agro-productores de la provincia. La principal producción de ají tabasco en Pastaza se encuentra en las parroquias Veracruz, teniente Hugo Ortiz, Fátima, Diez de Agosto y El Triunfo, y en la actualidad existe un centro de acopio ubicado en la parroquia rural de Veracruz. Según el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG, 2018), la adaptabilidad y la asesoría técnica han permitido obtener buenos resultados en el cultivo de este arbusto que se perfila como una alternativa rentable que diversifica la oferta productiva.

Almeida y Vásquez (2011), afirman que Proaji Cia. Ltda. es una empresa ecuatoriana dedicada a la producción y procesamiento de ají. En diferentes presentaciones, mediante convenios con el MAG, los pequeños productores de ají de la provincia de Pastaza comercializan su producto directamente con la empresa Proaji. Sus principales variedades son: ají tabasco, habanero, y jalapeño. La planta de producción se establece en Santo Domingo de los Tsáchilas desde donde se logra comercializar sus productos a nivel nacional e internacional.

Se sabe que en la actualidad la salud humana y el ambiente, se ve afectado por el uso excesivo de plaguicidas, por ello es necesario prevenir, proteger y garantizar la eficacia biológica de los productos, así como orientar su uso y manejo adecuado mediante las buenas prácticas agrícolas en todas las actividades del ciclo de vida de los plaguicidas (Benites, 2015).

Existe una gama de tipos de control de la pudrición en *C. frutescens* como el manejo cultural, genético, químico y el empleo de agentes biológicos. El control biológico mediante organismos

antagónicos *Trichoderma* spp representa una valiosa herramienta no química para la protección de los cultivos contra hongos fitopatógenos. El mismo que permite establecer un producto sano y libre de agroquímicos para un mercado exigente; además de proteger al suelo evitando el daño a su microbiota y la persistencia del accionar de los agroquímicos (Vinale et al., 2008).

Se realizará la investigación a través de revisión bibliográfica en la cual se puede obtener información de diversas fuentes como: libros, artículos científicos, tesis de pregrado, posgrado grado y otros trabajos académicos.

Con esta investigación se pretende analizar la información bibliográfica existente en fuentes primarias y secundarias, las mismas que permitirán establecer una alternativa de manejo para controlar la incidencia del patógeno *Phytopthora capsici* L. responsable de la pudrición del fruto en *Capsicum frutescens* L. mediante la utilización de agentes de control biológico *Trichoderma* spp.

CAPITULO 2: FUNDAMENTACIÓN TEORICA

2.1. Origen del cultivo de ají

Varios estudios afirman que el ají es originario y domesticado en América, teniendo su mayor área de diversidad en la región Andina y Amazónica de América del Sur, pero también fue importante el ají en lo que hoy es el actual México (Arellano, 2017).

En Ecuador, existen nueve especies (*Capsicum annuum* L, *Capsicum baccatum* L, *Capsicum chinense* Jacq., *Capsicum dimorphum* (Miers) Kuntze*, Capsicum galapagoense* Hunze*, Capsicum hookerianum* Kuntze*, Capsicum lycianthoides* Bitter*, Capsicum pubescens* Ruiz y Pav. *y Capsicum rhomboideum* (Dunal) Kuntze.) y más de 60 variedades tradicionales en cultivo. Cinco especies tienen un rango de distribución entre los 0 a 3000 msnm (*C. annuum, C. lycianthoides, C. pubescens, C. rhomboideum*), las colecciones botánicas provienen de las provincias de Azuay, Chimborazo, Cotopaxi, Imbabura, Loja y Pichincha (Mejía, 2013).

2.2. Importancia

El ají constituye uno de los productos hortícolas con potencial de demanda, aunque no todas las variedades de ají son de fácil comercialización. La hortaliza se comercializa en estado verde o seco, para consumo en fresco y como especias, respectivamente (Toledo, 2015).

Es un alimento básico en las cocinas ya sea en su versión dulce o picante. Una de las propiedades del ají es su sabor fuerte y picante, por lo que es conocido a nivel mundial. Posee un sabor único que despierta el sentido del gusto, diferenciado de lo ácido, dulce, amargo o salado. Utilizado en muchos platos, así como también en varios lugares del mundo, el picante es muy

apetecido ya que realza los sabores insípidos de los alimentos básicos. Por lo que cuenta con un alto valor nutritivo, con un alto contenido de vitamina C, A y B (Agrotendencia, 2020).

2.3. Descripción botánica del ají

El ají es un cultivo anual que pertenece al género *Capsicum* el mismo que abarca un conjunto de plantas semi arbustivas perennes. Como afirma Pardey (2008) "el nombre *Capsicum* se deriva de: Kapso: que significa picar; Kapsakes: cápsula; Capsa: caja por la forma del fruto; Capto: por su picante; alcanza entre 0,3 y 1,5 m de altura, es una variedad de plantas de origen americano que mayormente crece en zonas tropicales y húmedas; herbácea que pertenece a la familia de las Solanáceas cuyo fruto es una baya de sabor picante; su uso es muy común en países como México y el cinturón andino, se la emplea como especia y/o condimento. Las características botánicas para *C. frutescens,* se describen a continuación:

Raíz: El ají se caracteriza por poseer una raíz primaria corta y ramificada. Las raíces secundarias pueden extenderse hasta 1,20 m de diámetro y la mayoría de las raíces se localizan entre 5 y 40 cm de profundidad.

Tallo: El ají es considerado como una planta herbácea, presenta una particularidad de que su parte interior sea leñosa. Puede tener forma cilíndrica o prismática angular, glabro, erecto y con altura variable (mayormente de 0,30 – 1,2m).

Hojas: Las hojas son ovoides, lisas de color verde claro y unos 8 cm de largo. Es habitualmente bianual, ya puede sobrevivir hasta tres años, la producción de hojas disminuye de acuerdo a la edad.

Flores: Las flores están ubicadas de forma vertical mostrándose individualmente. La corona es lisa de color blanquecino o verdoso. Presenta flores hermafroditas con seis sépalos, seis pétalos, seis estambres, estigmas atrás de las anteras y ovario súpero, el estigma en la mayoría de los casos está a nivel de las anteras, lo que proporciona la autopolinización, por ende, predomina la fecundación autógama.

Frutos: Existen una alta diversidad de formas y tamaños en los frutos, pero generalmente se agrupan de forma redondeados y alargados, con peso variado, con una vaya hueca, de color variado y con 2 a 4 lóculos, los mismos que forman cavidades inferiores con divisiones visibles.

Particularmente el ají tabasco presenta frutos con vayas de color amarillas o verdes, tornándose de color rojo en su estado maduro, el cual mide entre 2 y 6 cm de largo, los mismos que se desprenden fácilmente del pedúnculo para facilitar su dispersión.

Semillas: son pequeñas, reniformes, lisas y de coloración amarillenta o blanco-amarillenta, no presenta dormancia, por lo que para germinar solo necesita agua, oxígeno y temperaturas adecuadas. El porcentaje de germinación generalmente es alto (95-98%), con una longitud viable entre 3 y 5 milímetros.

2.4. Clasificación Taxonómica

El género Capsicum pertenece a la familia Solanaceae el mismo que abarca entre 20 a 30 especies las cuales son originarias de los trópicos y subtrópicos del Continente Americano (Tabla 1). Muchas de ellas se conocen desde los tiempos de Colon, aunque la mayoría de estos son silvestres o

se encuentran en estado semi cultivado. En la actualidad se reconocen cinco especies domesticadas (Dominguez, 2001)

Tabla 1. Taxonomía de ají tabasco

CLASIFICACIÓN	TAXONOMÍA
División	**Tracheophyta**
Clase	**Magnoliopsida**
Orden	**Solanales**
Familia	**Solanacea**
Genero	***Capsicum***
Especies	***C. annuum, C. chinense, C. frutescens, C. baccatum, C. pubescens***

Fuente: (Saltos, 2018).

2.5. Principales variedades de ají

Los ajíes pequeños generalmente pertenecen a la especie *Capsicum annum* (actualmente es clasificado en Capsicum *frutescens*, el mismo que anteriormente fue identificado como una especie independiente), originaria de Mesoamérica y de la Amazonía. Los rocotos pertenecen a *Capsicum pubescens*, originarios de los Andes centrales, Los pequeños y cortos son considerados los más picantes pertenecientes a *Capsicum chinense*, originarios de la Amazonía. Los ajíes grandes y alargados pertenecen a la especie *Capsicum baccatum* L. originaria de la región Andina (MCP 2016).

2.5.1. Habanero

El chile habanero es una de las variedades que presenta la mayor intensidad de sabor picante en todo el género *Capsicum*. En la actualidad en diversos países se han obtenido múltiples

hibridaciones de las cuales se han obtenido chiles menos picantes, de igual forma en los campos yucatecos la polinización realizada por diversos insectos en arbustos de diversas especies de chile ha dado como resultado que en la actualidad los habaneros sean los menos picantes y con aspectos semejantes a otras variedades.

El fruto es muy picante y aromático, su color antes de alcanzar la madurez generalmente es verde; sin embargo, cuando madura puede presentar variantes de color amarillo, naranja, rojo, morado o café. Un habanero maduro es típicamente de 2-6 cm de largo. Las paredes que dividen el interior del fruto son incompletas y en el extremo inferior se unen para formar unas estructuras membranosas que comúnmente denominamos venas, las cuales se insertan en la placenta que es de color blanco amarillento y de apariencia esponjosa. La placenta es el lugar donde se sintetizan los capsaicinoides (son los alcaloides responsables del sabor picante de todo), principalmente la capsaicina y la dihidrocapsaicina (Núñez, 2013).

2.5.2. Jalapeño

El chile jalapeño tiene origen en la ciudad mexicana de Xalapa, en Estado de Veracruz o chile cuaresmeño es una de las hortalizas más picantes de *Capsicum annuum* más extensamente cultivadas y consumidas en América. Sólo en México se dedican más de 6000 hectáreas a su producción, principalmente en la región de la cuenca del río Papaloapan, al sur del Puerto de Veracruz en el Estado de Veracruz, y en la zona de Delicias, en Chihuahua; en menor escala, se lo cultiva también en Jalisco, Nayarit, Sonora, Sinaloa y Chiapas.

El fruto del jalapeño es carnoso y alargado, alcanzando los 7 cm de largo y alrededor de 3 cm de ancho en la base. Se emplea tanto antes como después de la maduración; una parte importante de la producción total se destina al secado, proceso tras el cual se lo conoce como chile

chipotle (del náhuatl *chilpoctli*, que significa "chile ahumado"). Es una variedad de fruta medianamente picante, entre 2500 y 8000 puntos en la escala Scoville, aunque la intensidad del sabor depende en gran medida de las características del terreno y de la variedad de semilla;

El jalapeño es un chile de frutos firmes, aromáticos, de buen sabor y de aspecto atractivo por lo cual tienen muy buena aceptación en el mercado, tanto nacional como extranjero. El fruto es de tamaño y forma regular, de color rojo cuando alcanza su maduración completa. Presenta semillas redondas y reniformes de 3-5 mm. de longitud de color amarillo pálido. Es una planta de ciclo intermedio donde su estado de floración se da a los 50 días después que la planta haya sido llevada a campo. Para el consumo en verde es de 100 a 120 días Barreto (2006).

2.5.3. Tabasco

El ají tabasco es un cultivar de *Capsicum frutescens* un arbusto que llega a los 2 m de altura de la familia de las Solanáceas originario del estado mexicano de Tabasco. Posee frutos pequeños aproximada mente de 5cm, son erectos de forma oblonga, moderadamente picante, alcanza entre 30.000 y 50.000 unidades en la escala Scoville de unidades de picante.

2.6. Principales enfermedades fúngicas del cultivo

2.6.1. Antracnosis

La antracnosis es una enfermedad causada por el hongo *Colletotrichum capsici*, la misma que produce manchas circulares en los frutos. Pero las más comunes e importantes son *C. capsici* y *C. gloeosporioides*, porque reducen significativamente la producción de frutos comerciales en los trópicos y subtrópicos húmedos y calientes. En el cultivo de ají tabasco (*C. frutescens* L.), la antracnosis se inicia como pequeñas lesiones de aspecto húmedo y arrugado, que en clima favorable se expanden rápidamente. Las lesiones Viejas son hundidas, circulares de diámetro

variable, presentan el aspecto de anillos concéntricos y sus límites o contornos son bien definidos. En condiciones de alta humedad, sobre las lesiones aparecen masas de color rosado a anaranjado compuestas por los conidios producidos en los acérvulos (Cedeño, 2018).

Se introduce en el campo mediante trasplantes infectados o por supervivencia entre temporadas de restos de plantas o malezas hospedadoras, entre ellas incluyen plantas de la familia de las solanáceas, La infección tiene lugar durante periodos de riego excesivo o lluvia en frutos inmaduros, aunque los síntomas no se manifiestan hasta que el fruto madura, la temperatura óptima para el desarrollo de la enfermedad es de 27ºC, pero la infección ocurre tanto en temperaturas superiores como inferiores (Productores y Hortalizas, 2014).

2.6.2. Moho blanco.

El hongo *Botrytis cinerea* penetra generalmente a través de las heridas. Las esporas de *B. cinerea* sobreviven en los tejidos muertos de cultivos, los cubren como terciopelo gris y conducen a la subsiguiente infección del fruto. El hongo polífago *Sclerotinia scierotiorum* ataca a la mayoría de los cultivos hortícolas, y produce "damping-off" en plántulas. La enfermedad comienza a partir de esclerocios del suelo procedentes de infecciones anteriores, que se desarrollan en condiciones de humedad alta.

Los síntomas de *B. cinerea* incluyen lesiones del tallo en las plántulas a nivel del suelo o por debajo. Las infecciones se extienden desde flores y frutos hacia el tallo; éste se vuelve de marrón a blancuzco y desarrolla una llaga. El fruto inmaduro adopta un color ligeramente marrón a blanco. Posteriormente, se desarrolla una pelusa fungosa y se puede formar una esclerocia negra en la superficie hospedera o debajo de ella (Productores, 2014).

2.6.3. Tristeza del chile.

Tristeza del chile es una de las enfermedades de gran importancia dentro de la familia solanáceas. Según Palazón y Palazón (1989), afirman que tiene una mayor relevancia económica en el cultivo de esta especie hortícola en los países latinos. Estas enfermedades producidas por el hongo (*Phytopthora capsici* L), presentes en el suelo, desarrolla con facilidad en climas húmedos y templados. Lo síntomas característicos que presenta son pérdida de turgencia de los tejidos, lo que produce marchitamiento parcial o total, perdida del color verde e los órganos aéreos y el menor desarrollo de la planta provocando un desequilibrio hídrico (Inifap, 2008).

2.6.4. *Phytopthora capsici*

Iribarren (2015), describió que *P. capsici* es una de las amenazas más importantes en todo el mundo para el cultivo de especies de la familia Solanáceas y Cucurbitáceas.

P. capsici fue descrita por primera vez en pimiento por Leonian (1992), en Nuevo México, Estados Unidos. Tan solo diez años después de la primera descripción a nivel mundial por Frezzi en 1950, el que la incluyó en su amplio trabajo sobre el género, a partir de aislamientos provenientes de Córdoba. Las citas para esta especie incluyen hospedantes de la familia Solanáceas y Cucurbitáceas, con aislamientos provenientes de pimiento, se ha realizado un estudio en la región centro-oeste para determinar la variedad genética del patógeno.

2.6.4.1. Taxonomía de *P. capsici*

Según Romero en el 2008 menciona la clasificación de *P. capsici* de la siguiente manera.

Tabla: 2. Clasificación taxonómica de P. capsici

CLASIFICACIÓN	TAXONOMÍA
Reino:	Chromista
Phyllum:	Oomycota
Clase:	Oomycetos
Orden:	Peronosporales
Familia:	Peronosporaceae
Género:	Phytophthora
Especie:	*Capsici* Leonian

FUENTE: Romero (2018)

2.6.4.2. Características morfológicas de *P. capsici*

Según Iribarren (2015) planteo que los caracteres morfológicos que definen a las especies de *Phytophthora* no varían con el medio de cultivo empleado. A pesar de esto, como el agar V8 (AV8) es el medio agarizado de uso más frecuente para el crecimiento de *Phytophthora* y de otros hongos, constituye el medio de referencia. El mismo fue descrito por primera vez por Diener en 1955 y fue modificado por Miller en el mismo año (Aristizábal y Torres, 2015).

Existe una descripción realizada por Blackwell (1949), donde menciona que el talo del hongo es llamado micelio, el cual consiste en un largo número de ramificaciones, estructuras tubulares, denominadas hifas. Estos filamentos tubulares varían en diámetros de entre 5 y 8 micras, pudiendo observarse mediante un microscopio óptico de baja potencia. Cuando el micelio está puro en un medio conveniente y crece en la zona exterior del tejido bajo condiciones de humedad, no presenta pigmentación. Cuando se observa en un microscopio a 100 aumentos, el micelio joven es hialino y cenocítico, aunque a lo largo de los días puede aparecer algún tabique. La hifa puede ser lisa, hinchada, nodulosa o tuberculada y el crecimiento se inicia en las puntas de cada hifa.

Phytophthora produce esporas asexuales en condiciones favorables, y exhiben una transición de un crecimiento vegetativo rápido a temperaturas óptimas y en medios relativamente ricos, para reducir su crecimiento bajo condiciones de nutrientes limitadas (Doñas, 2014).

2.6.4.3. Características fisiológicas de *P. capsici*

Las características fisiológicas más destacadas de las especies de *Phytophthora* son: las temperaturas cardinales de crecimiento, la abundancia de esporulación en medios líquidos, el aspecto de las colonias en medios de cultivo y los engrosamientos hifales. Las colonias se caracterizan de acuerdo con el patrón que presentan, debido a la ramificación de las hifas; pueden tener un patrón petaloide, estrellado, en roseta, irregular, concéntrico y con un micelio aéreo ralo, 34 harinoso o algodonoso (Iribarren , 2015).

2.6.4.4. Ciclo de vida de *Phytophthora capsici*

Según Romero (2018) manifiesta que *P. capsici* produce esporangios de forma elipsoidal en cuyo interior se diferencian varias esporas biflageladas o zoosporas. Las oosporas o esporas de origen sexual son esféricas o subesfericas. *P. capsici* también forma clamidosporas o esporas de resistencia a las condiciones adversas, también de forma esféricas (Nuez et al., 2003). La patógena inverna en forma de oosporas, clamidosporas o micelio en el suelo o en las raíces que ha infectado. En la primavera, las oosporas y clamidosporas germinan en forma de zoosporas; mientras que el micelio prosigue su desarrollo y/o produce zoosporangios que liberan zoosporas. Estas últimas nadan en torno al agua del suelo e infectan las raíces de las plantas susceptibles al entrar en contacto con ellas. El patógeno forma más micelio y zoosporas durante los climas húmedos y moderadamente fríos y lleva la enfermedad a otras plantas (Aristizábal y Torres, 2015).

2.6.4.5. Etiología de *P. capsici*

Los estudios etiológicos realizados por Palazón (1988) han permitido determinar al patógeno *P. capsici* L. el mismo que produce pudrición radicular y del cuello en la planta, causando susceptibilidad a la marchitez vascular, pudiendo ocasionar la muerte de toda una plantación.

2.6.4.6. Epidemiologia de *P. capsici*

En todo estudio epidemiológico existen una serie de puntos comunes que deben ser abordados de una manera global en mayor o menor profundidad. Estos puntos comunes para cada patógeno son: el hábitat, la conservación en ausencia del cultivo huésped, la diseminación de los propágulos del hongo.

2.6.4.7. Signos y síntomas de la enfermedad

Síntomas: *P. capsici* afecta principalmente al cuello de la raíz produciendo podredumbre de igual manera al tallo en la parte basal y en el fruto.

Produce la deshidratación y muerte de la corteza, sin que ocurra la exudación de goma. La lesión frecuentemente es visible junto a la superficie del suelo, pudiéndose observar a unos centímetros por debajo de este que la corteza aparece podrida igual que la de las raíces principales. Cuando las afectaciones en la base del tallo son considerables las plantas enfermas comienzan a mostrar en su parte aérea los efectos de la alteración. Se observan hojas de color verde pálido, encontrándose a menudo los nervios con una coloración amarillenta; las brotaciones son escasas, con los limbos de las hojas reducidos confiriéndole a la planta un aspecto general de tristeza foliar. La producción de frutos también se ve afectada, siendo escasa y con frutos de menor tamaño que lo normal.

2.7. Estrategias de control para el cultivo de ají tabasco

2.7.1. Control cultural

El control cultural se lo realiza durante todo el ciclo productivo, realizando actividades culturales como es eliminación de residuos de cosechas anteriores, evitar el exceso de humedad al pie de la planta, aporques periódicos para el riego indirecto, eliminación de flores y frutos afectados para evitar el reciclaje del inoculo (Vásquez, et al.,2009).

2.7.2. Control genético

Existe en el mundo la necesidad urgente de producir plantas que sean resistentes al ataque de insectos plaga con el fin de reducir las pérdidas en los cultivos, las cuales se estiman alrededor de 20-30% de la producción total; además de disminuir la aplicación anual de insecticidas químicos al año reduciéndose la contaminación ambiental y los riesgos en la salud y alimentación. La principal alternativa de control siempre ha sido el uso de insecticidas químicos. La resistencia varietal, es una estrategia de manejo integrado de plagas (MIP) la cual ha sido considerada como otra alternativa que puede ser ecológica ya que puede reducir la dependencia del uso de insecticida sintético y compatible con otros métodos de control (Vallejo y Estrada, 2002).

Los biopesticidas lo conforman microorganismos o minerales que son utilizados como una alternativa de control biológico contra plagas y enfermedades en los cultivos, el mismo que no genera al humano ni al medio que nos rodea. Nuevos avances en la investigación han permitido el desarrollo práctico en campo con el fin de disminuir la contaminación provocada por el uso indiscriminado de plaguicidas químicos promoviendo al desarrollo de una agricultura sustentable donde disminuya considerablemente el uso de plaguicidas químicos. Nava, Garcia, Camacho, y Vázquez, (2012).

2.7.3. Control químico

Usar fungicidas de contacto que son preventivos como: azufre, el mismo que mata a ácaros y sirve como nutriente. No es recomendable aplicar a temperaturas superiores a los 33ºC ya que se puede producir quemaduras en la planta.

2.7.4. Control biológico

Es el conjunto de recursos biológicos para la prevención, reducción o eliminación de plagas (insectos, ácaros y enfermedades en las plantas). Es un importante componente de los programas de producción integrada.

La lucha biológica es una técnica de control de plagas que consiste en el uso de organismos vivos para disminuir la densidad de población o el impacto de un organismo plaga y reducir los efectos nocivos que produce. Los enemigos naturales o agentes de control biológico incluyen depredadores, parasitoides, patógenos y feromonas. En el caso de los agentes contra las enfermedades de las plantas se les conoce como antagonistas, existen tres estrategias de control biológico la conservación, control clásico y aumentación (Bioacció, 2010).

2.8. Trichoderma spp.

Uno de los organismos biocontroladores más exitosos para el control de enfermedades por patógenos del suelo ha sido el hongo micoparásito *Trichoderma* spp. Hace 72 años Weindling (1932), vislumbró el potencial para el uso de *Trichoderma* como agente de control biológico. Este investigador, es el primero en demostrar que había actividad micoparasítica de hongos de este género hacia patógenos como *Rhizoctonia solani*. Varias especies de *Trichoderma* spp han sido probadas como agentes de biocontrol. Entre ellas *Trichoderma* spp. Han sido las más efectivas en

controlar diversas especies de hongos fitopatógenos de suelo que son de importancia agrícola y económica (Infante, B, Gonzales, & Reyes, 2009).

Diversas especies de *Trichoderma* spp. se han asociado con un antagonismo de la fase vegetativa de *Phytophthora* (Harman et al. 2000, citado por Guijón y Gonzáles, 2004). El proceso se lleva a cabo mediante metabolitos volátiles o solubles, los cuales reducen el crecimiento del patógeno, seguido por una vacuolación del contenido celular que eventualmente resulta en lisis de las hifas. *Trichoderma* spp. eventualmente sobrecrece a *Phytophthora* y parasita sus hifas, la producción de antibióticos puede influir fuertemente en el proceso de antagonismo (Malajczuck, 1983).

2.9. Generalidades de *Trichoderma* spp.

Las especies pertenecientes al género *Trichoderma* spp. se caracterizan por ser hongos saprófitos, que sobreviven en suelos con diferentes cantidades de materia orgánica, los cuales son capaces de descomponerla y en determinadas condiciones pueden ser anaerobios facultativos, lo que les permite mostrar una mayor plasticidad ecológica. Las especies de *Trichoderma* spp. se encuentran presentes en todas las latitudes, desde las zonas polares hasta la ecuatorial. Esta distribución tan amplia y su plasticidad ecológica están estrechamente relacionadas con la alta capacidad enzimática que poseen para degradar sustratos, un metabolismo versátil y resistencia a inhibidores microbianos. No obstante, se han realizado pocos estudios acerca de la sobrevivencia, establecimiento y proliferación de este antagonista en la rizosfera de la planta (Infante, Gonzales, y Reyes, 2009).

2.9.1. Taxonomía de Trichoderma spp.

Según, Infante (2009) refiere que. El género *Trichoderma* es un excelente modelo para ser estudiado debido a su fácil aislamiento y cultivo, rápido desarrollo en varios sustratos y por su

condición de controlador biológico de una amplia gama de fitopatógenos. En la tabla 3, se describe la taxonomía de ***Trichoderma spp*** de la siguiente manera

Tabla 3. Taxonomía de Trichoderma spp

CLASIFICACIÓN	**TAXONOMÍA**
Reino	*Fungi*
División	*Mycota*
Subdivisión	*Eumycota*
Clase	*Hyphomycetes*
Orden	*Moniliales*
Familia	*Moniliaceae*
Género	*Trichoderma*

2.9.2. Ciclo de vida de *Trichoderma* spp.

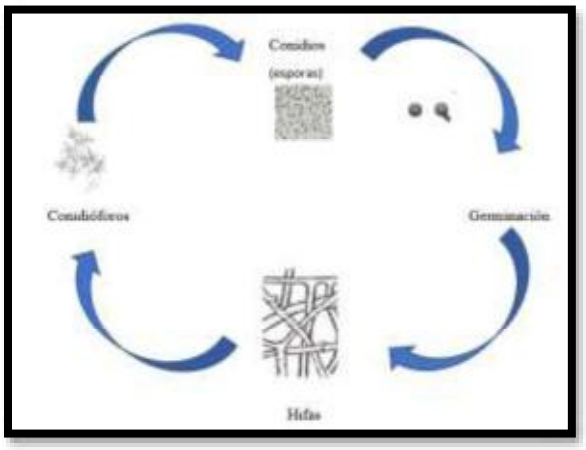


Figura 1. *Ciclo de vida de Trichoderma spp.*
Fuente: *(Biosiembra, 2014)*

2.9.3. Mecanismos de acción de *Trichoderma spp.*

En la acción biocontroladora de *Trichoderma* spp. se han descrito diferentes mecanismos de acción que regulan el desarrollo de los hongos fitopatógenos dianas. Entre estos, los principales son la competencia por espacio y nutrientes, el micoparasitismo y la antibiosis, los que tienen una acción directa frente al hongo fitopatógeno. Estos mecanismos se ven favorecidos por la habilidad de los aislamientos de *Trichoderma* spp. para colonizar la rizosfera de las plantas. Además, se conoce que *Trichoderma* spp. presenta otros mecanismos, cuya acción biorreguladora es de forma indirecta. Entre estos se pueden mencionar los que inducen mecanismos de defensa fisiológicos y bioquímicos como es la activación en la planta de compuestos relacionados con la resistencia (Inducción de Resistencia), con la detoxificación de toxinas excretadas por patógenos y la desactivación de enzimas de estos durante el proceso de infección; la solubilización de elementos nutritivos, que en su forma original no son accesibles para las plantas (Infante, B, Gonzales, & Reyes, 2009).

Competencia: La competencia constituye un mecanismo de antagonismo muy importante. Se define como el comportamiento desigual de dos o más organismos ante un mismo requerimiento (sustrato, nutrientes), siempre y cuando la utilización de este por uno de los organismos reduzca la cantidad o espacio disponible para los demás (Velasquez, 2013).

Micoparasitismo: El micoparasitismo es definido como una simbiosis antagónica entre organismos, en el que generalmente están implicadas enzimas extracelulares tales como quitinasas, celulasas, y que se corresponden con la composición y estructura de las paredes celulares de los hongos parasitados.

Las especies de *Trichoderma* durante el proceso de micoparasitismo crecen quimiotrópicamente hacia el hospedante, se adhieren a las hifas de este, se enrollan en ellas frecuentemente y las penetran en ocasiones. La degradación de las paredes celulares del hospedante

se observa en los estados tardíos del car de la pared del antagonista con una lectina presente en la pared del patógeno.

Crecimiento quimio trófico: El quimiotropismo positivo es el crecimiento directo hacia un estímulo. En la etapa de localización del hospedante, se ha demostrado que *Trichoderma* puede detectarlo a distancia y sus hifas crecen en dirección al patógeno como respuesta a un estímulo químico.

Reconocimiento: Estudios realizados muestran un número considerable de cepas de *Trichoderma* y de especies de hongos fitopatógenos han demostrado que estas son efectivas sólo contra patógenos específicos. El conocimiento de esta especificidad condujo a la idea de que el reconocimiento molecular entre *Trichoderma* y el hospedante es el evento esencial que precede al proceso antagonista. Esto es un elemento a tener en cuenta para la aplicación práctica de este hongo, y para la búsqueda de nuevos aislamientos más adaptados y eficaces como un proceso continuo.

Adhesión y enrollamiento: Cuando la respuesta de reconocimiento es positiva, las hifas de *Trichoderma* se adhieren a las del hospedante mediante la formación de estructuras parecidas a ganchos y apresorios, se enrollan alrededor de estas, todo esto está mediado por procesos enzimáticos. Según Chet y Elad (1983). La adherencia de las hifas de *Trichoderma* ocurre gracias a la asociación de un azúcar de la pared del antagonista con una lectina presente en la pared del patógeno.

Actividad lítica: En esta etapa ocurre la producción de enzimas líticas extracelulares, fundamentalmente quitinasas, glucanasas y proteasas, que degradan las paredes celulares del hospedante y posibilitan la penetración de las hifas del antagonista. Por los puntos de contacto donde se produce la lisis y aparecen los orificios, penetra la hifa del mico parásito en las del hongo hospedante.

CAPITULO 3: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El presente trabajo de investigación se desarrolló con un diseño ex post facto exploratoria y documental sobre el uso de *Trichoderma* spp. como controlador biológico de *P. capsici* en ají tabasco. Debido a que no se trabajó en campo ni se manipuló variables.

3.2. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

La clasificación del método de indagación depende del área y tipo para llevar a cabo la investigación. Para la realización del presente proyecto se ha utilizado una revisión documental, para lo cual se consultó en artículos científicos, libros, tesis de pregrado y posgrado grado y otros documentos, relacionados con el uso de *Trichoderma* spp. como controlador biológico de *P. capsici* en ají tabasco en los sistemas de información científica y/o bases de datos bibliográficas, así como bibliotecas digitales, tales como: Latindex, Scielo, Redalyc, Google Académico.

Se utilizaron estudios publicados en idiomas como el español e inglés, así como también se tomó en cuenta el año de publicación, en donde el 91% de la información científica corresponde a investigaciones publicadas a partir del 2010, como se resume en la figura 2.

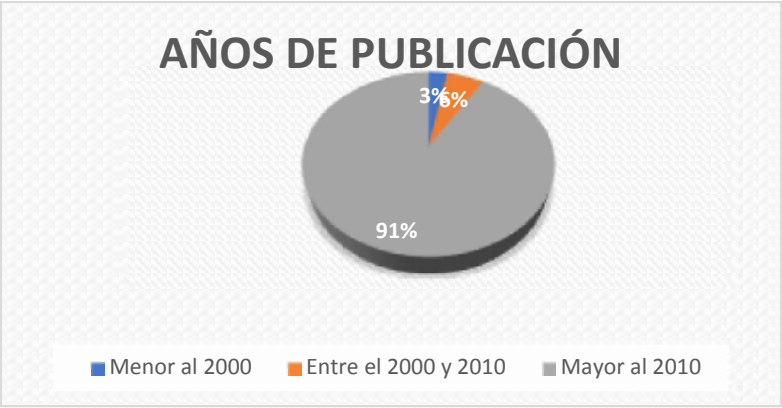


Figura 2. *Resumen de la proporción de documentos por años de publicación*
Fuente. Elaboración propia

Para dar cumplimiento a los objetivos específicos, se realizó la búsqueda de información en todos los artículos relevantes, antes mencionados. Para ello los términos de búsqueda fueron: ají tabasco (*Capsicum frutescens*), clasificación taxonómica, importancia, principales variedades, principales enfermedades fúngicas. *Phytopthora capsici* características morfológicas, fisiológicas, taxonomía, ciclo de vida, sintomatología, etiología y epidemiologia

Trichoderma spp, taxonomía de *Trichoderma* spp, generalidades de *Trichoderma* spp, mecanismos de acción de *Trichoderma* spp, ciclo de vida de *Trichoderma* spp, características morfológicas y culturales de *Trichoderma* spp. Estrategias de control para *Phytopthora capsici* en el cultivo de ají tabasco.

Una vez concluida la búsqueda se procedió a analizar los temas de importancia y descartar aquellos que no cumplan con los parámetros establecidos, tales como:

- Información no relevante
- Artículos que no cuenten con una fuente verificable
- Documentos ajenos al tema de investigación.

CAPITULO 4: RESULTADOS

Phytopthora capsici

P. capsici es un patógeno altamente invasivo y destructivo responsable de limitar la producción con mayor importancia a nivel mundial, debido a que afecta al menos 50 especies de plantas cultivables y causa importantes pérdidas de producción. La enfermedad se distingue porque aparece una mancha oscura en el cuello de la raíz, provocando que la planta se marchite y muera, en las hojas también aparecen lesiones y el fruto se queda adherido a la planta. Las plántulas pueden ahogarse y pudrirse cuando la infección ocurre en los semilleros. Sin embargo, el principal daño ocurre en la etapa de floración, pues el daño afecta a raíces y tallo, después, la planta rápidamente se marchita y se seca. Este patógeno requiere una temperatura óptima de 28 ºC, no se producen zoosporangios a 18 ºC o a temperaturas más bajas, ni a temperaturas de 35 ºC o superiores a esta (Huallanca y Cadenas, 2013).

Morfología

Saltos (2018), relata que el talo del hongo es llamado micelio, el cual está compuesto de hifas con paredes delgadas, tubular, transparente y cenocítica cuyo contenido es protoplasmático. Estos filamentos tubulares varían en diámetros de entre 5 y 8 micras, pudiendo observarse mediante un microscopio óptico de baja potencia. Cuando el micelio está puro en un medio conveniente y crece en la zona exterior del tejido bajo condiciones de humedad, no presenta pigmentación. Cuando se observa en un microscopio a 100 aumentos, el micelio joven es hialino (casi trasparente) y cenocítico, aunque a lo largo de los días puede aparecer algún tabique. La hifa puede ser lisa, hinchada, nodulosa o tuberculada. El crecimiento se inicia en las puntas de cada hifa. *Phytophthora* produce esporas asexuales en condiciones favorables, y exhiben una transición

de un crecimiento vegetativo rápido a temperaturas óptimas y en medios relativamente ricos, para reducir su crecimiento bajo condiciones de nutrientes limitadas (Doñas, 2014). Están comprendidas por anteridio (gametangio masculino) y oogonio (gametangio femenino) las mismas que son paragino y globoso, respectivamente. La espora sexual producto de la conjugación del anteridio y oogonio es llamada oóspora y sirve como estructura de hibernación por un periodo de tiempo relativamente Iribarren (2015). En la tabla 4 se resumen las Características morfológicas y biológicas de *P. capsici*

Tabla 4. *Características morfológicas y biológicas de P. capsici*

Indicadores	Descripción	Referencias
Características morfológicas	– Micelio: Presenta ramificaciones, grosor variable, hialino, cenocítico, al envejecer pierde el contenido citoplasmático. - Zoosporangióforos: Pueden presentarse en simpodios simples o compuestos, en umbelas o con ramificación irregular. Los zoosporangios pueden ser caducos, dependiendo de su longitud pueden ser cortos, medianos o largos. – Caracteres sexuales: – Anteridio – Oogonio	(Iribarren, 2015). (Doñas, 2014). (Saltos, 2018).
Características biológicas	– Especie heterotálica – Los gametangios son producidos por los aislamientos parentales. – Produce clamidosporas con poca frecuencia.	(Hausbeck & Lamour, 2007).

Fuente. Elaboración propia

Aspectos biológicos

P. capsici, como todas las especies de *Phytophthora*, es heterotálica, requiere la presencia de los dos tipos de apareamiento para reproducirse en forma sexual y generar las oosporas como resultado del contacto gametangial. Cuando tenemos tipo A1 y A2 pueden cruzarse, pudiendo aparecer en este caso nuevos biotipos (Hausbeck & Lamour, 2007). Por esta razón, cuando coexistan ambas cepas en la naturaleza, la recombinación genética puede dar lugar a nuevos biotipos más o menos virulentos que los existentes. Los gametangios son producidos por los aislamientos parentales una vez que se inicia el estadío sexual. *P. capsici* es la única especie heterotálica del género que ha mostrado completar regularmente este estadío a diferencia de otras especies *y* raramente produce clamidosporas por lo que las oosporas, cuando se producen, son las únicas estructuras de supervivencia y se cree que son la fuente del inóculo inicial en el campo en climas templados donde ambos tipos de apareamiento se encuentran presentes Doñas (2014).

Daños de *P. capsici* en ají tabasco

Según Márquez (2020), el hongo *Phytophthora capsici* causa el tizón y marchitez en cultivares de ají, en regiones de clima templado en todo el mundo. Este patógeno afecta gravemente a la raíz, tallos, hojas y frutos en diferentes períodos de desarrollo de la planta como se aprecia en la Tabla 5. principalmente el daño ocurre en la etapa de floración, afectando a las raíces y tallo, se distingue porque aparece una mancha oscura en el cuello de la raíz, y pudrición en el tallo, la misma que provoca que la planta se marchite y muera. En las hojas también aparecen lesiones y el fruto se queda adherido a la planta. En las etapas iniciales de infección la planta no refleja síntomas es decir son biotróficas, dependiendo de la temperatura existe un periodo de

incubación de 24 horas antes de que las primeras lesiones necróticas sean visibles (Aristizábal y Torres, 2015).

Tabla 5. *Daños de P. capsici en el ají tabasco*

Descripción	Causas	Efectos	Referencia
Hojas	Manchas negras en los ápices y en los foliolos,	Los Tejidos se necrosan y las hojas se caen	(Aristizábal y Torres, 2015).
Flores	Tizón foliar	Caída de flores, impide a fecundación	
Frutos	Putrefacción	Caída de frutos, encogimiento, tamaño irregular	(Márquez, 2020)
Tallos	Putrefacción	Marchitez	(Seminis, 2017).
Raíz	Manchas oscuras en el cuello de a raíz	Ahogamiento Marchitez Muerte	

Fuente. Elaboración propia

Las esporas son la única fuente de inoculación primaria, y éstas pueden sobrevivir en el suelo por más de dos años. La principal fuente secundaria, son los micelios, la alta humedad del suelo y las temperaturas frescas, generalmente durante el temporal de lluvias, favorecen el desarrollo del hongo. El patógeno inicia su desarrollo y los esporangios pueden infectar, a través

del suelo, del agua de riego y del aire, las raíces, los tallos y el follaje sanos. El patógeno se incrementa en las plantas infectadas, luego invade plantas del mismo campo y posteriormente, constituye un foco de infección para otros campos (Seminis, 2017).

***Trichoderma* spp.**

Todas las especies del género *Trichoderma* spp. poseen buenas cualidades para el control de enfermedades en plantas, causadas por patógenos fúngicos del suelo, principalmente de los géneros *Phytophthora, Rhizoctonia, Sclerotium, Pythium* y *Fusarium*. Las especies de *Trichoderma* actúan como hiperparásitos competitivos por lo que producen metabolitos antifúngicos y enzimas hidrolíticas a los que se les atribuyen los cambios estructurales a nivel celular, tales como: vacuolización, granulación, desintegración del citoplasma y lisis celular, encontrados en los organismos con los que interactúa (Ezziyyani, Pérez, Sid, Requena, y Candela, 2013).

La capacidad de producir diversos metabolitos y adaptación a diversas condiciones ambientales y sustratos otorga a Trichoderma la posibilidad de ser utilizado en la industria biotecnológica (Martínez, Infante, y Reyes, 2013).

***Tabla 6*.** Rangos de temperatura de *Trichoderma spp.*

Variedades	Características	Temperatura	pH	Autor
T. pseudokoningii	El color del micelio es blanco y eventualmente desarrolla un color verde oscuro después de la esporulación.	40° - 41°C		(Romero, Huerta, Huato, Domínguez, y Arellano, 2009)
T. saturnisporum	Crecen de manera saprofita. Brinda protección al suelo de agentes patógenos			
T. koningii	Hongo cosmopolita.			
T. hamatum	Crecen y maduran rápidamente a los cinco días de incubación en medio de cultivo agar de dextrosa y papa (PDA)	35 °C		
T. viride	Son ampliamente conocidos por su producción de toxinas y antibióticos	10-15 °C	De 5,5 a 8,5, aunque los valores óptimos se encuentran entre 5,5-6,5	(Hernández, Ferrera, y Alarcón, 2019)
T. polysporum	Es un hongo metabólicamente versátil	31°C		(Guilcapi, 2009)
T. harzianum	Se le puede encontrar en diferentes materiales orgánicos y suelos, están adaptados a diferentes condiciones ambientales lo que facilita su amplia distribución.	20 -30 °C		(Martínez, Infante, y Reyes, 2013)

Fuente. Elaboración propia

Estudios relacionados con el uso de *Trichoderma spp.* como controlador biológico

1. Aplicación de *Trichoderma* spp. como controlador de *Phytophthora capsici* Leo. en *Capsicum annuum* L. "ají páprika" var. Papri King, bajo condiciones de vivero

En la Tabla 7 se reporta los tratamientos evaluados por Rojas (2019), para verificar la eficiencia de la aplicación de *Trichoderma* spp. como controlador de *Phytophthora capsici* Leo. en *Capsicum annuum* L. "ají páprika" var. *Papri king*, bajo condiciones de vivero, combinando la concentración de *Trichoderma* con la dosis por planta y el número de aplicaciones, para luego describir las técnicas de recolección de datos y las técnicas para el procesamiento de la información.

Tabla 7. *Tratamientos con Trichoderma spp según el Número de aplicaciones, Concentración y Dosis, luego de inoculación de P. capsici Leo en plántulas de Capsicum annuum L.*

Tratamientos	N.º Aplicaciones	Concentración *Trichoderma* spp. (g/planta)	Dosis (ml/planta)
T1	1		
T2	2	0,2	10
T3	3		
T4	1		
T5	2	0,4	20
T6	3		
T7	1		
T8	2	0,8	40
T9	3		
T Positivo*			
T negativo			

*Testigo Positivo: con 5 ml de inóculo de *P. capsici*
Fuente: (Rojas, 2019)

Técnicas para el procesamiento de la información

En la investigación desarrollada por Rojas (2019) utilizó un diseño estadístico de Bloques Completos al Azar (DBCA), con 9 tratamientos y 6 repeticiones. Asimismo, 2 tratamientos como testigos de comparación, uno con *Trichoderma* spp. y sin aplicación de patógeno (Testigo Negativo) y otro solo con el patógeno (Testigo Positivo). Como se aprecia en la Figura 2, fue a los 16 días luego de la primera aplicación de los diferentes tratamientos, que el Tratamiento T1 (*Trichoderma* spp. = 0,2 g/planta) muestra el mayor porcentaje de incidencia, con el 100% de plantas atacadas por el fitopatógeno. Con excepción de los Tratamientos T6 (*Trichoderma* spp. = 0,4 g/planta) y T8 (*Trichoderma* spp. = 0,8 g/planta), que reportaron un porcentaje de incidencia inferior al 20%, todos los demás presentaron más del 50% de incidencia de la enfermedad. No obstante, las plantas solo presentaron clorosis y solo dos llegaron al grado de severidad 5. Estos resultados quieren decir que todavía hay que afinar la dosis puntual pues fluctúa entre 0,4 y 0,8 g/planta, pero al final la dosis de 0,8 g/planta aplicada en 40 litros resultaría en una proporción o concentración similar al aplicar una dosis de 0,4 g/planta disuelta en 20 litros, pero además el trabajo con biocontroladores es una herramienta agroecológica que determina la adaptación del biocontrolador al microambiente donde se lo libera, el posterior crecimiento y desarrollo del biocontrolador en el suelo donde está establecido el cultivo para una permanencia a largo plazo.

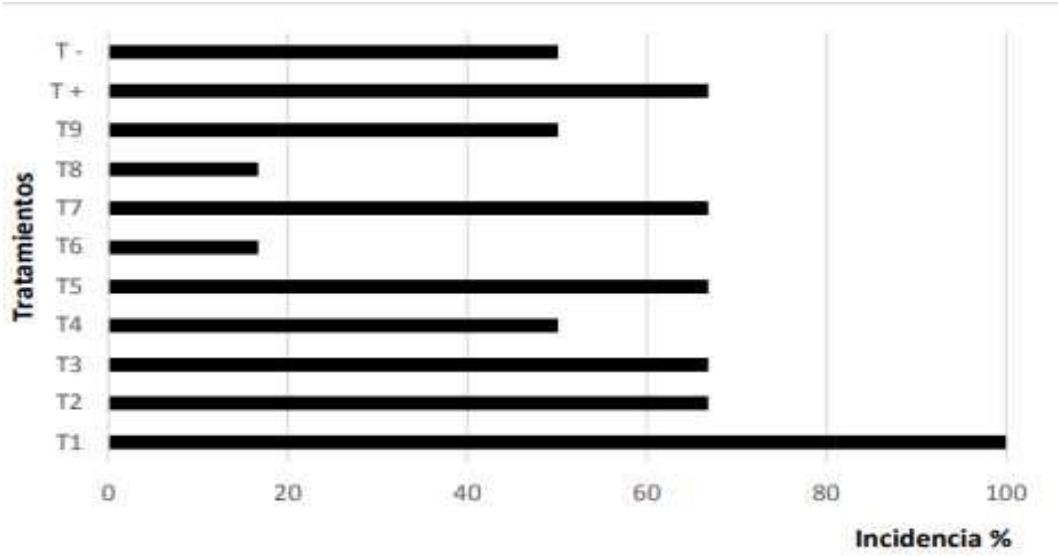


Figura 3. *Aplicación de Trichoderma spp según tratamiento y la incidencia (%) de Phythoptora capsici L. sobre Capsicum annuum "ají paprika" var. PAPRI KING a os 16 días después de inoculado el fitopatógeno en condiciones de vivero.*

Fuente: Rojas, 2019

2. Análisis macroscópico de la interacción entre colonias y mecanismos de antagonismo

Para el proceso de selección de los antagonistas utilizaron cepas de *T. harzianum, T. koningiopsis y T. asperellum. involucrando* dos cepas de *P. capsici (RDP1 Y RS)* mediante colectas de plantas de chile que presentaban sintomatología típica de la "marchitez" para el aislamiento de *P. capsici* en medio V8-A. Se observaron las características de las colonias en el medio V8-A y la morfología microscópica de propágulos.

Para ello tomaron discos de 5 mm de las colonias activas, colocaron en cajas Petri, inundaron con agua destilada estéril y se incubaron por 48 h a 28 ºC, con la finalidad de inducir la formación de esporangios y la libertad de zoosporas (Ramírez, 2015).

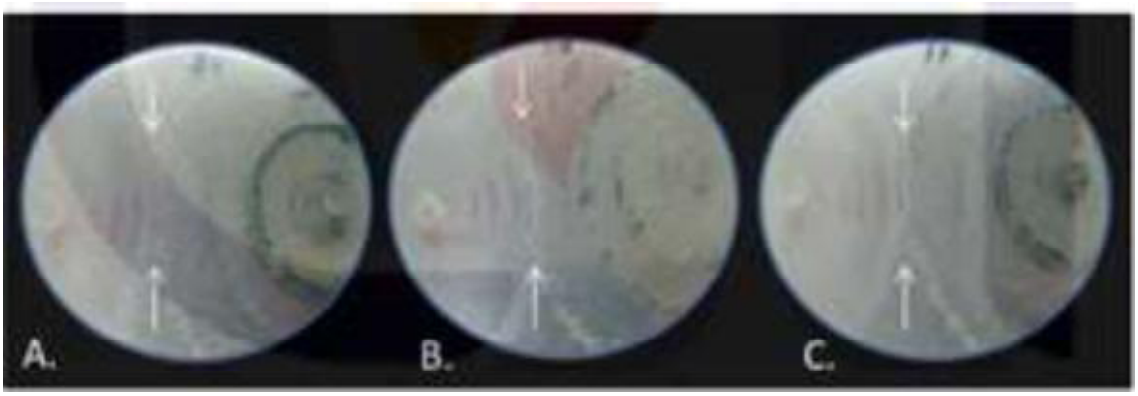


Figura 4. *Análisis macroscópico de la interacción entre colonias y mecanismos de antagonismo*

Cultivos duales de T. harzianum (derecha) y P. capsici (izquierda). ***A y C*** *muestran confrontaciones de T. harzianum contra la cepa RES de P. capsici.* ***B****. confrontación de T. harzianum* contra RDP1. *Las flechas señalan zonas de contacto entre micelio donde se formó una barrera*.

Fuente: *Ramírez, 2015.*

Se observaron diferentes mecanismos de acción y efectos por *Trichoderma* contra el fitopatógeno, entre ellos un rápido establecimiento en el medio, competencia por el espacio e hiperparasitismo. A las 60h *T. harzianum, T. koningiopsis y T. asperellum.* fueron capaces de detener el crecimiento de *P. capsici* evitando su desarrollo. Además, deteniendo el crecimiento de las cepas del fitopatógeno fueron capaces de crecer sobre las colonias de RDP1 Y RES creando un grado de invasión o parasitismos de *T. asperellum* y *T. koningiopsis* sobre las dos cepas de fitopatógeno (Ramírez, 2015), pero también hay que considerar que *T. harzianum,* es más eficiente bajo condiciones tropicales que en zonas templadas como lo reporta Vinale et al. (2008), en cuyo caso se ha indicado la necesidad de aplicar *T. viride*. Además de la necesidad de aislar y caracterizar cepas de *Trichoderma,* muy comunes en los suelos de la Amazonía para mantenerlos en ceparios y poder probarlos en los cultivos cuando las condiciones de emergencia sanitaria concluyan.

3. Densidades de siembra en la producción de ají variedad tabasco (*Capsicum frutescens*) para el mejoramiento en el manejo del cultivo.

Preparación del terreno

Se ha escogido un lote que no presenta antecedentes con respecto a presencia de enfermedades de cultivos relacionados a la misma especie del ají: libre de inundación y con muy buena infiltración para épocas lluviosas, con disponibilidad del recurso hídrico, y que tuviese cerca de vías de acceso que permita la facilidad del transporte de insumos y producción. El cual fue delimitado y cercado con alambre de púas para evitar el ingreso de animales que puedan causar daño al cultivo.

La preparación del terreno se ha realizado con labranza cero con el fin de proteger y conservar el suelo. Se inicia limpiando con el machete y eliminando el rastrojo que presentaba mayor tamaño, luego de esto se recurre nuevamente a otra limpieza del lote con moto guadaña en la cual se elimina las arvenses de menor tamaño y 20 días después del control mecánico se realizaron una aplicación del herbicida Glifosato con el fin de eliminar las malezas post emergentes al control, la dosis de la aplicación fue de 7,5 ml/L de agua.

Después se realiza el trazado de los surcos para los cuales se utilizó la densidad de siembra de 1 m entre surcos y 0.8m entre plantas, luego se realizó el ahoyado en el cual se hicieron 6.250 huecos de 20 cm x 20 cm x 20 cm a los cuales ocho días antes de la siembra se aplicó el hongo antagonista *Trichoderma harzianum* con una dosis de 2,5 g/L de agua.

Construcción del vivero y siembra

Se procedido a realizar el llenado de bolsas para las cuales se ha utilizó un dimensión de 4 x 6, el sustrato utilizado fue de proporción 2:1 (tierra negra de bosque y cascarilla de arroz respectivamente), después el sustrato fue humedecido a capacidad de campo y se hizo la

desinfección del mismo con agua caliente y posteriormente se procede a la siembre de 2 semillas por bolsa, las cuales se encontraban en proceso de imbibición por 24 horas para que entrará en latencia, cada una de las semillas fueron desinfectadas con el fungicida Carboxin con una dosis de 4g/kg de semilla con el fin de prevenir y controlar algunas enfermedades como el complejo Damping off que pueden afectar la misma se consideró que el tiempo que tardan las semillas en germinar y emerger fue el suficiente para que el producto químico no inhiba el desarrollo de *Trichoderma,* en la fase experimental como se aprecia en la Tabla 8.

Tabla 8. *Plan de manejo de plántulas en fase de vivero*.

Semana	Actividad	Producto	Dosis	Forma de aplicación
1	(Desinfección de semillas)	Carboxin	4 g/kg de semilla	Cubriendo la semilla con el fungicida en polvo.
5 días después de la germinación. (DDG)	Inoculación	*Trichoderma harzianum*	50 g/bomba 20L 4g/bolsa	Aplicado en drench para prevenir pudrición radicular y daños por nematodos.
10 DDG	Aplicación foliar	Nutrifoliar completo	2,5 mL/L	Complemento a la nutrición de las plántulas.
25 DDG	Aplicación de insecticida.	Dimetoato	2,5 mL/L	Aplicación foliar con bomba de 20L; para *Diabrotica* sp.
30 DDG	Fertilización fosfatada.	(DAP) Fosfato diamónico	2,0 g/planta	Aplicación edáfica sólida, estimular el desarrollo radicular.

Fuente: *Zúñiga, 2017.*

Fertilización

Se aplicó 4 fertilizaciones, 20 días después del trasplante, durante su crecimiento, al inicio de la floración y la fructificación, se han realizado también fertilizaciones foliares con el producto comercialmente conocido como nutrifoliar completo el cual se aplica como un complemento a la fertilización edáfica sólida.

En la tabla 9 se resume los tratamientos de la investigación en los que se ha evaluado en cuatro densidades de siembra sobre el rendimiento del cultivo de ají para lo cual se utilizó diseños de bloques completamente al azar, con cuatro repeticiones, donde la unidad experimental estaba constituida por tres surcos de cinco metros de largo, distanciados a un metro, cada bloque tenia los siguientes cuatro tratamientos propuestos al azar, el bloque tiene 75 m^2, y se tomará 5 plantas por cada tratamiento del surco de la mitad descartando los dos de los lados por efecto borde (Zúñiga, 2017).

Tabla 9*. Tratamientos de la investigación.*

Tratamiento	Distancia poblacional	N°. de plantas por ha.
Tratamiento 1 (T1)	1m x 0,4m	25.000
Tratamiento 2 (T2)	1m x 0,6m	16.666
Tratamiento 3 (T3) testigo	1m x 0,8m	12.500
Tratamiento 4 (T1)	1m x 1m	10.000

Fuente: *Zúñiga, 2017.*

Cuando las plántulas poseían de 6 a 8 hojas verdaderas y después del proceso de aclimatación 8 días antes, fueron llevadas a campo; en campo se realizó el estaquillado y ahoyado

teniendo en cuenta cada una de las distancias de siembra que se van a manejar, en cada hueco se realizó una inoculación de hongo *Trichoderma harzianum* con una dosis de 2,5 g/L, después de eso se hizo la siembra de las plantas en donde se marcó cada bloque y cada uno de los tratamientos utilizados para la investigación, el plan de fertilización utilizado fue de 4 fertilizaciones:20 días después del trasplante durante su crecimiento.

Variables cuantificadas

Dentro de las variables que se encuentra en la tabla 10, se mostró que el (T4) fue el mejor resultado en comparación del T1, teniendo en cuenta que los T2 y T3 no tuvieron ninguna diferencia significativa.

Tabla 10. *Variables cuantificadas*

Variables	**T1**	**T4**
Días de floración	51	54
Número de frutos por planta	236	289
Peso fresco de frutos	207g	256 g
Peso total de frutos frescos por tratamiento	12.422 g	15.599 g

Fuente: *Zúñiga, 2017.*

Análisis

Después de una búsqueda documentada en diferentes sitos relacionados con el uso de *Trichoderma* spp. se seleccionó tres estudios donde se enfocó en dos de ellos.

En los tratamientos (T6 y T8), descritos por Rojas (2019), utilizaron concentraciones de 0,4 g/planta y 0,8 g/planta, donde obtuvieron resultados favorables alcanzando un porcentaje de incidencia inferior al 20%. Este estudio se realizó bajo condiciones de vivero, por lo que no se recomienda utilizar sus dosificaciones en campo, debido a que las condiciones medio ambientales son diferentes a las de un vivero.

En cuanto al mejor tratamiento para contrarrestar la presencia de *P. capsici* en el cultivo de ají tabasco en la provincia de Pastaza fue el estudio realizado por Zúñiga (2017), Establecimiento de 5000 m^2 de ají variedad tabasco (*Capsicum frutescens*) para la comercialización en seco en el municipio Valle del Guamuez en el departamento del Putumayo, en el cual se considera que el tratamiento (T4) fue el que mostró mejores resultados en cada una de las variables, cabe recalcar que el ensayo realizado en el área de estudio se basó en encontrar la distancia optima de siembra en las plantaciones de ají tabasco, que al aplicar *T .harzianum* se obtenga una mínima afectación por *P. capsici* de esta manera alcanzar índices de producción aceptables. Por lo cual evaluaron variables tales como; días a floración, número de frutos por planta, peso total de frutos por planta, peso total de frutos por tratamiento en comparación con los demás tratamientos, por ende, es viable utilizar una densidad de siembra de 1m x 1m como lo menciona Zúñiga, esto conlleva a obtener un resultado eficiente en cuanto a la producción, adquiriendo un menor número de plantas lo cual es directamente proporcional con los costos que genera, ya que a mayor número de plantas mayor serán los costos. Por lo tanto, la zona presenta condiciones climáticas similares a las de la Provincia de Pastaza por tal razón resulta eficaz aplicar *Trichoderma harzianum* en las plantaciones de ají tabasco para así obtener una producción rentable para los productores.

CONCLUSIONES

- La revisión bibliografía resultó ser una herramienta útil para ordenar información científica relacionada con el uso de *Trichoderma* spp. como control biológico de *P. capsici* en ají tabasco. Las características morfológicas y biológicas han permitido entender los procesos reproductivos de *P. capsici.* Así como también conocer los principales daños ocasionados por el fitopatógeno.

- El uso de hongos antagónicos en la actualidad se ha convertido en una alternativa viable para contrarrestar daños ocasionados por fitopatógenos. Siendo *T. harzianum* una de las especies con alto efecto antagónico y mayor efectividad contra *P. capcisi* en ají tabasco. El estudio realizado por *Zúñiga, (2017),* en Putumayo, muestra que al utilizar una dosis de 2,5 g/L de *T. harzianum* con cuatro repeticiones, en una distancia de siembra de 1m X 1m, obtuvieron mayores resultados en todas las variables aplicadas (días a floración, número de frutos por planta, peso total de frutos por planta, peso total de frutos por tratamiento). Por lo que, *T. harzianum* ha demostrado desarrollarse de mejor manera en condiciones cálido-húmedo similar a las que presenta la provincia de Pastaza.

RECOMENDACIONES

- Actualmente en la provincia de Pastaza no se han registrado investigaciones en campo relacionadas con el uso de antagonistas para el control de fitopatógenos en ají tabasco, por lo que se recomienda la utilización de aislados nativos de *Trichoderma* spp. en futuras investigaciones experimentales.
- Aplicar el tratamiento descrito por Zúñiga*, (2017)*, en campo para analizar el porcentaje de efectividad de *T. harzianum* en condiciones edafoclimáticos de la provincia de Pastaza.

REFERENCIAS

Agro tendencia. (2020). Cultivo de ají. Obtenido de: https://agrotendencia.tv/agropedia/el-cultivo-de-aji-o-pimiento-tambien-conocido-como-chile/

Almeida, M., y Vásquez, R. (2011). Estudio de factibilidad para la creación de un centro de acopio e industrialización de ají en el Valle del Chota. (Tesis de pregrado). Universidad Técnica del Norte. Ibarra. Obtenido de: http://repositorio.utn.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/1412/1/02%20ICA%20197%20TESIS.pdf

Arellano, S. (junio de 2017). El ají patrimonio alimentario de América y universalidad de su uso. (Tesis de maestría). Universitat de Girona. Obtenido de: https://dugi-doc.udg.edu/bitstream/handle/10256/14781/ArellanoGuerronSoniaLorena_Treball.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Aristizábal, N., & Torres, C. (2015). Morphological and Molecular Characterization of *Phytophthora* in Pepper (*Capsicum frutescens var*. tabasco), Valle del Cauca. Revista de Ciencias.19(2): 71-89

Barreto, A. (2006). Estudio de algunos Componentes del comportamiento Reproductivo en Chile Jalapeño (*Capsicum annuum* L). Tesis pregrado. Universidad Autónoma Agraria de Antonio Narro. México. Obtenido de: http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1353/ESTUDIO%20DE%20ALGUNOS%20COMPONENTES%20DEL%20COMPORTAMIENTO%20REPRODU

CTOVO%20EN%20CHILE%20JALAPE%D1O%20(Capsicum%20annuum%20L.
)..pdf?sequence=1

Benites, J. (29 de enero de 2015). Reglamento del Sistema Nacional de plaguicidas de uso agrícola. Obtenido de: http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/per144126.pdf

Bioacció. (2010). Control biológico de plagas y enfermedades. Obtenido de: http://bioaccio.com/es/servicios/control-plagas-enfermedades-plantas/#:~:text=%C2%BFQue%20es%20el%20control%20biol%C3%B3gico,los%20efectos%20nocivos%20que%20produce.

Biosiembra. (2014). Ciclo de vida de *Trichoderma.* Obtenido de: http://www.biosiembra.com/Folleto/folletoBIOSIEMBRA2014.html

Borda, E., & Choquehuayta, G. (2010). La cadena productiva del ají páprika y la Asociatividad. Perú. (Informe final). Obtenido de: https://www.cies.org.pe/sites/default/files/investigaciones/la_cadena_productiva_del_aji_paprika_y_la_asociatividad.pdf

Cedeño, L. (diciembre de 2018). Antracnosis en frutos de Pimentón. Obtenido de: https://www.researchgate.net/publication/329845086_ANTRACNOSIS_EN_FRUTOS_DE_PIMENTON

Díaz, R. (2016). Plan de negocios para la creación de una empresa dedicada a la elaboración y comercialización en Quito de las salsas de ají típicas del Ecuador. (Trabajo de pregrado). UDLA. Quito. Obtenido de: http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/6016/1/UDLA-EC-TIC-2016-67.pdf

Domínguez, C. (2001). Caracterización morfométrica, bioquímica y molecular del chile xalapeño (*Capsicum annuum* L, Solanaceae) en el norte del Estado de Veracruz. (Tesis doctoral)

Universidad Veracruzana. Córdoba. Obtenido de: https://cdigital.uv.mx/bitstream/handle/123456789/1389/Completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Doñas, F. (Julio de 2014). Búsqueda de resistencia a *Phytophthora capsici* y *Phytophthora parasítica* en cultivares comerciales de pimiento. (Tesis pregrado). Universidad de Almería. Almería. Obtenido de: http://repositorio.ual.es/bitstream/handle/10835/3230/Trabajo211.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Ezziyyani, M., Pérez, C., Sid, A., Requena, M., & Candela, M. (2013). *Trichoderma harzianum* como biofungicida para el biocontrol de Phytophthora capsici en plantas de pimiento (*Capsicum annuum* L.). *Anales de Biología 26: 35-45*. Obtenido de https://revistas.um.es/analesbio/article/view/30441/29631

Flor, C., Ruiz, W., Tobar, J., Gallo, J., & Rengifo, E. (2007). Evaluación agronómica de ocho variedades de ají en la vereda Villanueva municipio de Popayán. Facultad de Ciencias Agropecuarias. 5(2). Obtenido de: file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Dialnet-EvaluacionAgronomicaDeOchoVariedadesDeAjiEnLaVered-6117952.pdf

Guilcapi, E. (2009). Efecto de *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma viride,* en la produccion de plantas de cafe (*coffea arabbica*) variedad caturra a nivel de vivero.*(Tesis de Posgrado). Escuela Superior Politecnica de Chimborazo. Riobamba.* Obtenido de http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/334/1/13T0627%20.pdf

Gutiérrez, J. (2011). Estudio orientado a la ejecución de alianzas para el desarrollo de agro cadenas de valor en la producción y comercialización de pasta de ají tabasco en el mercado internacional. (Trabajo de investigación). ESUMER. Colombia. Obtenido de: http://repositorio.esumer.edu.co/bitstream/esumer/1272/2/Esumer_agrocadena.pdf

Hausbeck, M., & Lamour, K. (2004). *Phytophthora capsici* on Vegetable Crops: Research Progress and Management Challenges. Plant Disease. 88(12):1294

Hernández, J., Ferrera, R., & Alarcón, A. (2019). *Trichoderma*: importancia agrícola, biotecnológica, y sistemas de fermentación para producir biomasa y enzimas de interés industrial. *Chilean J. Agric. Anim. Sci., ex Agro-Ciencia, 35*(1), 98-112. Obtenido de https://scielo.conicyt.cl/pdf/chjaasc/v35n1/0719-3890-chjaasc-00205.pdf

Huallanca, C., y Cadenas, C. (2013). Control de *Phytophthora capsici* Leonian en *Capsicum annuum* cv. Papri king con fungicidas, fertilizantes y biocontroladores. *Anales Científicos, 75* (1): 130 - 137. Obtenido de file:///C:/Users/DELL/Downloads/DialnetControlDePhytophthoraCapsiciLeonianEnCapsicumAnnuu-7003398%20(4).pdf

Infante, D., B, M., Gonzales, N., y Reyes, Y. (2009). Mecanismos de acción de *Trichoderma* frente a hongos fitopatógenos. Rev. Protección Veg., 24(1):14-21

Inifap. (2008). Principales enfermedades del chile (*Capsicum annuum* L.). México. Obtenido de https://www.compucampo.com/tecnicos/principalesenfermedades-chile.pdf

Iribarren, M. (2015). Caracterización de *Phytophthora capsici* como patógeno de especies hortícolas presentes en la zona noreste de la provincia de Buenos Aires. (Tesis doctoral). Universidad Nacional de la Plata. Obtenido de: https://core.ac.uk/download/pdf/78485513.pdf

Márquez, S. (2020). Manejo integrado de Damping off, en el cultivo de ají Jalapeño *Capsicum annuum*. (Tesis pregrado) Universidad Técnica de Babahoyo. Babahoyo. Obtenido de: http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/8204/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000230.pdf?sequence=1

Martínez, B., Infante, D., & Reyes, Y. (2013). *Trichoderma* spp. y su función en el control de plagas en los cultivos. *Rev. Protección Veg., 28*(2), 1-11. Obtenido de http://scielo.sld.cu/pdf/rpv/v28n1/rpv01113.pdf

Mejía, F. (2013). Aislamiento y Caracterización Fisicoquímica de la Capsaicina de Tres Variedades de ají. (Tesis pregrado). Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito. Obtenido de: http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/5728/T-PUCE-5882.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ministerio de Agricultura y Ganadería. (5 de febrero de 2018). Productores de Pastaza inician cosecha de ají tabasco. Obtenido de: https://www.agricultura.gob.ec/productores-de-pastaza-inician-cosecha-de-aji-tabasco/

Nava, E., García, C., Camacho, J., & Vázquez, E. (2012). Bioplaguicida: Una Opción para el control biológico de plagas. Ra Ximhai, 8(3), 17-29. Obtenido de: https://www.redalyc.org/pdf/461/46125177003.pdf

Núñez, M. (2013). Efecto de tres dosis de estiércol de bovinos en tres especies de ají: tabasco (*Capsicum frutescens*) Habanero (*Capsicum chinense*) y Jalapeño (*Capsicum annuum*) bajo las condiciones agroclimáticas de la parroquia matriz del cantón la Maná, provincia de Cotopaxi. (Tesis pregrado). Universidad Técnica de Cotopaxi. La Mana. Obtenido de: http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/1580/1/T-UTC-2132.pdf

Palazón, C., y Palazón, I. (1989). Estudios epidemiológicos sobre la tristeza del pimiento en la zona del Valle Medio del Ebro. Bol.San. Veg. Obtenido de: https://www.miteco.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/plagas/BSVP-15-03-233-262.pdf

Productores y Hortalizas. (marzo de 2014). Obtenido de: file:///C:/Users/USUARIO/Desktop/UEA%20NOVENO%20AGR/I.%20FORMAIVA/aji1.pdf

Ramírez, E. (noviembre de 2015). Evaluación del control biológico de *Phytophthora capsici* en chile (*Capsicum annuum* L.) por *Trichoderma* spp. (Tesis de postgrado) Universidad autónoma de Aguascalientes. Aguascalientes. Obtenido de: http://bdigital.dgse.uaa.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/11317/435/406776.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Rojas, C. (2019). Aplicación de *Trichoderma* spp. como controlador de *Phytophthora capsici* Leo. en *Capsicum annuum* L. "ají páprika" var. Papri king, bajo condiciones de vivero. (Tesis de postgrado). Universidad Nacional José Fausto Sánchez Carrión. Huacho. Obtenido de: http://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/UNJFSC/3388/Carmen%20Eufemia%20Rojas%20Zenoza%C3%ADn.pdf?sequence=1

Romero, O., Huerta, M., Huato, M. A., Domínguez, F., & Arellano, D. (2009). Características de *Trichoderma harzianum*, como agente limitante en el cultivo de hongos comestibles. *Revista Colombiana de Biotecnología, 11*(2), 143-151. Obtenido de https://www.redalyc.org/pdf/776/77613172015.pdf

Romero, V. (2018). Eficiencia de *Trichoderma viride* como un biocontrolador para *Phytophthora capsici* en el cultivo de pimiento (*capsicum annuum* L.). (Tesis pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. Obtenido de:

http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3554/romero-ugaz-virginia-graciela.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Saltos, L. (2018). Reacción de genotipos de *Capsicum* spp. a *Phytophthora capsici* Leonian. Tesis de pregrado. Universidad Técnica de Manabí. Santa Ana. Obtenido de: http://repositorio.utm.edu.ec/bitstream/123456789/1294/1/TESIS%20GRADO%20ULTIMA%20VERSION.%20...pdf

Seminis. (20 de febrero de 2017). ¿Cómo ataca la *Phytophthora*? Obtenido de: https://www.seminis.mx/blog-como-ataca-la-phytophthora/

Siguencia, M. (2010). Caracterización fisicoquímica y nutricional del ají (*Capsicum baccatum*) en dos estados de madurez y cultivados en dos suelos endofoclimáticos del Ecuador. (Tesis pregrado). Universidad Tecnológica Equinoccial. Quito. Obtenido de: file:///C:/Users/Usuario/Downloads/41257_1.pdf

Toledo, R. (2015). Uso de buenas prácticas agrícolas para acceder a mercados de exportación. Obtenido de https://docplayer.es/3534973-Capitulo-i-aji-uso-de-buenas-practicas-agricolas-para-acceder-a-mercados-de-exportacion.html

Torres, H. (2014). Proyecto de factibilidad para el cultivo de ají tabasco en la Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas. (Tesis pregrado). Universidad Tecnológica Equinoccial. Quito. Obtenido de: http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/7982/1/58218_1.pdf

Vásquez, A., Tlatal, V., Yanez, J., Perez, R., y Quintos, M. (2009). Etiología de la marchitez del chile de agua (*Capsicum annum* L.). En México. *Fitotecnia Mexicana*. 32(2):127-134. Obtenido de: https://www.redalyc.org/pdf/610/61011222007.pdf

Vinale, F., Sivasithamparam, K., Ghisalberti, E., Marra, R., Woo, S. &, Lorito, M. (2008). A novel role for *Trichoderma* secondary metabolites in the interactions with plants. *Elsevier*.72(1-3):80-86. Obtenido de: file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/RoleofTrichosecondarymetVinaleetal2008def.pdf

Zúñiga, L. (2017). Establecimiento de 5000 m2 de ají variedad tabasco (*Capsicum frutescens*) para la comercialización en seco en el municipio Valle del Guamuez en el departamento del Putumayo. (Tesis de pregrado) Universidad de la Salle. Colombia. Obtenido de: https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1032&context=ingenieria_agronomica