



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

EVALUACIÓN DE EXTRACTOS ACUOSOS DE AJI Y AJO SOBRE EL
CRECIMIENTO MICELIAL DE MONILIOPHTHORA RORERI A NIVEL
IN VITRO

MEDINA JARAMILLO YORMAN VICENTE
INGENIERO AGRÓNOMO

MACHALA
2022



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA

EVALUACIÓN DE EXTRACTOS ACUOSOS DE AJI Y AJO SOBRE
EL CRECIMIENTO MICELIAL DE MONILIOPTHORA RORERI
A NIVEL IN VITRO

MEDINA JARAMILLO YORMAN VICENTE
INGENIERO AGRÓNOMO

MACHALA
2022



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

TRABAJO TITULACIÓN
TRABAJO EXPERIMENTAL

EVALUACIÓN DE EXTRACTOS ACUOSOS DE AJI Y AJO SOBRE EL CRECIMIENTO
MICELIAL DE MONILIOPTHORA RORERI A NIVEL IN VITRO

MEDINA JARAMILLO YORMAN VICENTE
INGENIERO AGRÓNOMO

JARAMILLO AGUILAR EDWIN EDISON

MACHALA, 22 DE FEBRERO DE 2022

MACHALA
2022

EVALUACION EXTRACTOS ACUOSOS DE AJI,AJO

INFORME DE ORIGINALIDAD

0%

INDICE DE SIMILITUD

%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 50 words

Excluir bibliografía

Activo

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

El que suscribe, MEDINA JARAMILLO YORMAN VICENTE, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado EVALUACIÓN DE EXTRACTOS ACUOSOS DE AJI Y AJO SOBRE EL CRECIMIENTO MICELIAL DE MONILIOPHTHORA RORERI A NIVEL IN VITRO, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 22 de febrero de 2022



MEDINA JARAMILLO YORMAN VICENTE
0705442275

DEDICATORIA

Primeramente, quiero dedicar este logro a DIOS y a mis padres que han sido mis pilares fundamentales y han estado constantemente apoyándome en lo que más necesitaba en mi proceso de formación como profesional, a mis hermanos que siempre estuvieron cuando los necesitaba dándome fortaleza y ganas de seguir adelante.

Este logro también quiero dedicarles a mis abuelitos (Enma Guamán y Jaime Jaramillo) y a mi tía (Magnolia Jaramillo) que me han aportado con sus sabios consejos y experiencias de vida, lo cual me han ayudado mucho para seguir avanzando en mi carrera profesional.

Para finalizar, quiero dedicar este trabajo a todos mis seres queridos y amigos que creyeron en mí, siempre estuvieron dispuestos ayudarme en lo que más podían.

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a Dios en primer lugar por brindarme salud para poder terminar mi carrera profesional y por nunca desampararme ni dejarme solo en situaciones difíciles que tuve a lo largo de mi etapa estudiantil.

Agradezco también a mi madre Sandra Jaramillo y a mi padre Vicente Medina por ser unos excelentes padres, por darme esa fuerza y apoyo que siempre necesitaba para seguir adelante, estoy eternamente agradecido con ustedes y estoy muy orgulloso de ser su hijo.

Quiero agradecer a mi tutor de tesis el Ing. Edison Jaramillo por aportarme con sus conocimientos profesionales para poder culminar mi tesis. Y a mi amigo el Ing. Jhon Bernal que estuvo siempre pendiente en el proceso de mi tesis

Por último, también quiero agradecer a mi enamorada Yuliana Pizarro por siempre estar pendiente de mí y apoyarme en lo que más necesitaba en mi carrera estudiantil. A mi compañero y amigo Johan Marcillo quiero agradecerle por brindarme esa amistad sincera e incondicional y por ese apoyo mutuo que siempre teníamos.

EVALUACIÓN DE LA COMBINACIÓN DE EXTRACTOS ACUOSOS DE AJÍ (*Capsicum annuum*) Y AJO (*Allium sativum*) SOBRE EL CRECIMIENTO MICELIAL DE MONILIOPTHORA RORERI A NIVEL IN VITRO.

Autor

Yorman Vicente Medina Jaramillo

Tutor

Ing. Edison Jaramillo

RESUMEN

El cacao (*Theobroma cacao*), que en griego se describe como “comida de los dioses”, es una planta que crece en bosques húmedos tropicales, por tal motivo su origen se ve restringido a ciertas áreas del planeta. Los países africanos Costa de Marfil y Ghana son los mayores productores de cacao corriente del mundo con alrededor del 65%, mientras que en Latinoamérica concentra el 90% del cacao fino de aroma. Se estima que, en el Ecuador de las 24 Provincias, 23 producen cacao en diferentes proporciones y su producción es un monocultivo. Las provincias con la mayor concentración de este cultivo son: Los Ríos, Guayas, El Oro y Esmeraldas. Las principales enfermedades en el cultivo de cacao son Moniliasis y Mazorca negra sus agentes causales son *Moniliophthora roreri* y *Phytophthora* spp.

Para el control de Moniliasis se emplean diferentes alternativas que ayuden a contener la enfermedad como el uso de fungicidas, hongos endófitos, fungicidas orgánicos y extractos botánicos. Los extractos de origen vegetal tienen la particularidad de poseer metabolitos secundarios que hace que la planta forme estrategias de defensa frente a un ataque de fitopatógenos, entre los metabolitos que se encuentran en las plantas son los: fenoles, flavonoides, alcaloides terpenos, aceites esenciales, lecitinas y polipéptidos. En base a la

problemática de no haber un control adecuado para las enfermedades de cacao, la presente investigación se basa en el uso de dos plantas: Ajo (*Allium sativum*) y Ají (*Capsicum annum*), en donde tenemos como objetivo determinar qué porcentaje de extracto acuoso obtuvo mejores resultados, y del cual se podrá obtener los metabolitos secundarios presentes para inhibir el crecimiento micelial de *Moniliophthora roreri* a nivel *in vitro*.

Los tratamientos que se emplearon en la investigación fueron los siguientes: En la prueba de comparación de medias, en los promedios del crecimiento T3 (extracto acuoso de Ajo al 30%);T2 (extracto acuoso de ajo al 20%);T9 (extracto acuoso de Ajo-Ají al 30%);T1(extracto acuoso de ajo al 10%);T8(extracto acuoso de Ajo-Ají al 20%) ;T4 (extracto acuoso de Ají al 10%) ;T5(extracto acuoso de Ají al 20%);T7(extracto acuoso de Ajo-Ají);T6(extracto acuoso de Ají al 30%);T10(testigo absoluto) estos fueron los tratamientos aplicados con sus dosis correspondientes. Para la preparación de extractos utilizamos tres matraces Erlenmeyer donde colocamos el material fresco de las diferentes plantas, en este caso utilizamos los bulbos del ají y ajo, y en un mortero con pistilo los macacos la dosificación que se usó en cada Erlenmeyer fue: 60gr de ajo/300ml de agua destilada; 60gr de ají/300ml de agua destilada y una combinación de 30gr de ajo – 30 gr de ají / 300ml de agua destilada, la relación final peso/volumen fue 1:3.En condiciones controladas de laboratorio los tratamientos que presentaron mayor efecto inhibitorio son el T3 extracto acuoso de Ajo al 30% y T2 extracto acuoso de ajo al 20%, ambos son estadísticamente iguales y diferentes al resto de los tratamientos, finalmente se recomienda realizar estudios enfocados en extractos botánicos de origen vegetal con potencial antifúngico, como una alternativa de control en el manejo de enfermedades causadas por hongos fitopatógenos.

Palabras claves: Hongo fitopatógenos, Moniliasis, Cacao, Extractos

EVALUATION OF THE COMBINATION OF AQUEOUS EXTRACTS OF PEPPER (*Capsicum annuum*) AND GARLIC (*Allium sativum*) ON THE MYCELIAL GROWTH OF MONILIOPTHORA RORERI AT IN VITRO LEVEL.

Author

Yorman Vicente Medina Jaramillo

Tutor

Ing. Edison Jaramillo

ABSTRACT

Cocoa (*Theobroma cacao*), which in Greek is described as "food of the gods", is a plant that grows in tropical humid forests, for this reason its origin is restricted to certain areas of the planet. The African countries Ivory Coast and Ghana are the largest producers of regular cocoa in the world with around 65%, while Latin America concentrates 90% of fine aroma cocoa. It is estimated that, in Ecuador, of the 24 Provinces, 23 produce cocoa in different proportions and its production is a monoculture. The provinces with the highest concentration of this crop are: Los Ríos, Guayas, El Oro and Esmeraldas. The main diseases in cocoa cultivation are Moniliasis and Black Corn, its causal agents are *Moniliophthora roreri* and *Phytophthora* spp.

To control Moniliasis, different alternatives are used to help contain the disease, such as the use of fungicides, endophytic fungi, organic fungicides and botanical extracts. Extracts of plant origin have the particularity of having secondary metabolites that make the plant form defense strategies against an attack by phytopathogens, among the metabolites found in plants are: phenols, flavonoids, terpene alkaloids, essential oils, lecithins and polypeptides. Based on the problem of not having adequate control for cocoa diseases, this research is based on the use of two plants: Garlic (*Allium sativum*) and Chili (*Capsicum annuum*), where we aim to determine what percentage of aqueous extract obtained better results, and from which it will

be possible to obtain the secondary metabolites present to inhibit the mycelial growth of *Moniliophthora roreri* at the in vitro level.

The treatments that were used in the investigation were the following: In the mean comparison test, in the growth averages T3 (aqueous extract of Garlic at 30%); T2 (aqueous extract of garlic at 20%); T9 (extract Aqueous extract of Garlic-Chili at 30%); T1 (Aqueous extract of garlic at 10%); T8 (Aqueous extract of Garlic-Chili at 20%); T4 (Aqueous extract of Chili at 10%); T5 (Aqueous extract of Chili 20%); T7 (aqueous extract of Garlic-Chili); T6 (aqueous extract of Chili 30%); T10 (absolute control) these were the treatments applied with their corresponding doses. For the preparation of extracts we use three Erlenmeyer flasks where we place the fresh material of the different plants, in this case we use the chili and garlic bulbs, and in a mortar with pestle the macaques, the dosage that was used in each Erlenmeyer was: 60gr of garlic/300ml of distilled water; 60g of chili/300ml of distilled water and a combination of 30g of garlic – 30g of chili/300ml of distilled water, the final weight/volume ratio was 1:3. Under controlled laboratory conditions, the treatments that presented the greatest inhibitory effect were the T3 aqueous extract of garlic at 30% and T2 aqueous extract of garlic at 20%, both are statistically equal and different from the rest of the treatments, finally it is recommended to carry out studies focused on botanical extracts of plant origin with antifungal potential, as an alternative of control in the management of diseases caused by phytopathogenic fungi.

Keywords: Phytopathogenic fungi, Moniliasis, Cocoa, Extracts

1. INTRODUCCIÓN

El origen del cacao aún se encuentra en controversia, ya que es una planta que crece en bosques tropicales húmedos, en Sudamérica se encuentran diversas especies del género *Theobroma*, por tal motivo muchos autores coinciden que el origen de esta planta puede estar ubicado al noroeste de Sudamérica, específicamente en la parte alta del Amazonas. (Pérez, y otros, 2021). El cacao representa un rubro de gran importancia en la economía ecuatoriana, siendo uno de los productos primarios de mayor relevancia a nivel internacional, por la calidad de sus granos, siendo sus mayores consumidores Estados Unidos con el 54%, Europa con el 29% y Asia con el 17%.

El cacao es una planta perenne de la familia de las esterculiáceas, puede alcanzar alturas de hasta 20 metros en forma silvestre, presenta una raíz pivotante de crecimiento geotrópico con un tamaño entre 1,2 a 1,5 metros, del cual nacen las raíces secundarias y raicillas que son las encargadas de absorber los nutrientes para la planta. Su tallo es erecto en la variedad nacional o puede ser en ramilla en los clones, sus hojas son enteras, simples y con pigmentación, la mayoría son de color verde, aunque en hojas tiernas varían su color entre marrón claro, morado o rojizo. Las flores son pequeñas y se presentan en forma de racimos adheridos al tronco y en ramas antiguas, contiene 5 sépalos, 5 pétalos, 5 estambres y 1 pistilo. El fruto es una drupa grande sostenida por un pedúnculo corto y robusto, contiene 5 lóculos y en cada uno se forman 2 surcos internos. Las semillas o granos son de forma oblonga y varían de tamaño según la variedad, presentan un recubrimiento que protege los cotiledones (Lliuya Potokar, 2015).

El Ecuador atraviesa graves problemas sanitarios en el cultivo de cacao, por la diseminación de enfermedades fungosas muy peligrosas que pueden llegar a disminuir la producción hasta en un 90%, las enfermedades que representan mayor peligro son la moniliasis (*Moniliophthora roreri* “Cif y Par”), escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*) y la mazorca

negra (*Phytophthora spp*). El uso de clones modificados genéticamente ha logrado reducir la aplicación de fungicidas de origen sintético lo que ayuda a la conservación del medio ambiente (Sánchez-Mora, y otros, 2015).

La moniliasis apareció por primera vez en 1914 en Quevedo, también es conocida como pudrición acuosa, enfermedad de Quevedo, helada, mancha de ceniza, etc. Ha sido descrita varias veces; en 1925 Rorer la ubico en el género *Monilia*, en 1933 Ciferri y Parodi la denominaron *Monilia roreri*, y en 1978, Evans observo en el micelio vegetativo una septa doliporo, mostrando afinidad con los Basidiomicetos, por lo que la ubicaron en el género *Moniliophthora* (Palate Mazo, 2019). Este patógeno inicia la infección en la superficie del fruto y en cualquier estado de desarrollo, pero es más susceptible en las primeras fases, al ingresar al fruto se multiplica intracelularmente invadiendo las células del parénquima cortical. Los conidios germinan cuando la humedad ambiental es baja, en estas condiciones las esporas se multiplican rápidamente, siendo diseminadas por el viento y la lluvia. Con el pasar del tiempo se pueden observar protuberancias en las mazorcas, que luego de 3 meses se desarrollan manchas de color marrón oscuro sobre las lesiones, que en la etapa de reproducción produce un micelio blanquecino con la presencia de esporas infectivas (Correa Álvarez, Castro Martínez, & Coy, 2014).

Existen diferentes estrategias de control para estas enfermedades fungosas, entre las cuales se pueden mencionar la utilización de productos químicos, que son muy eficaces, pero son causante de daños al medio ambiente y a su vez logran que el hongo adquiera resistencia. El control biológico es una técnica que se la viene investigando y desarrollando, creando nuevos productos que brindan soluciones sostenibles y que han alcanzado alta eficiencia en el control de fitopatógenos en el cultivo de cacao. Entre las alternativas biológicas se pueden mencionar están el uso de extractos vegetales (metabolitos secundarios), el parasitismo con

hongos antagonistas (antibiosis y competencia por nutrientes), la aplicación de endófitos bacterianos (Tirado-Gallego, Lopera-Álvarez, & Ríos-Osorio, 2016).

La utilización de extractos vegetales para el control de enfermedades causadas por hongos se basa en la presencia de metabolitos secundarios encontrados en varias especies de plantas. Los diferentes compuestos a los que se hacen referencia son los fenoles, flavonoides, alcaloides terpenos, aceites esenciales, lecitinas y polipéptidos. Investigaciones realizadas indican que el extracto acuoso de ajo (*Allium sativum*) es uno de los mejores bactericidas, además de contener propiedades antifúngicas ya que contiene 33 compuestos azufrados, 17 aminoácidos, además de varias enzimas y varios minerales que le da la función antimicrobiana y antifúngica inhibiendo la biosíntesis de los lípidos polares o fosfolípidos, los extractos etanólicos de ajo presentan acción antifúngica del 95% (Salinas Tamayo, 2020). El ají (*Capsicum frutescens*), contiene una variedad de aminas que son conocidas como capsaicinoides, de los cuales la capsaicina es la que destaca por su picante sabor. Estos compuestos de capsaicinoides se forman por 6,7 - dihidrocapsaicina (20-32%), nordihidrocapsaicina (7%), homocapsaicina (2%) y homodihidrocapsaicina (1%). El 90 % de los capsaicinoides lo conforman la dihidrocapsaicina y la capsaicina, siendo estos los más fuertes, difiriendo únicamente por la presencia del doble enlace carbono-carbono.

Por tal motivo se evaluará la respuesta del hongo *Moniliophthora roreri*, causante de la enfermedad moniliasis, en los frutos de cacao a la aplicación de diferentes dosis de extractos acuosos de ajo y ají, planteándose los siguientes objetivos:

Objetivo general

- Determinar el mejor extracto acuoso en diferentes tratamientos y concentraciones que inhiba el crecimiento micelial del *Moniliophthora roreri* a nivel in vitro.

Objetivo específico

- Evaluar el crecimiento radial de *Moniliophthora roreri* a nivel in vitro, en los diferentes tratamientos a través del tiempo.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	7
2. MARCO TEÓRICO	16
2.1. ORIGEN DEL CACAO.....	16
2.2. DISTRIBUCIÓN NACIONAL.....	16
2.3. PRODUCCIÓN MUNDIAL	18
2.4. TAXONOMÍA	19
2.5. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA	20
2.5.1. <i>Raíz</i>	20
2.5.2. <i>Tallo</i>	21
2.5.3. <i>Hojas</i>	21
2.5.4. <i>Flores</i>	21
2.5.5. <i>Fruto</i>	21
2.6. PRINCIPALES ENFERMEDADES DEL CACAO	22
2.6.1. <i>Escoba de bruja</i>	22
2.6.2. <i>Moniliasis</i>	24
2.7. MANEJO INTEGRADO DE ENFERMEDADES.....	27
2.7.1. <i>Control Químico</i>	27
2.7.2. <i>Control Cultural</i>	28
2.7.3. <i>Control Biológico</i>	28
2.8. FUNGICIDAS ORGÁNICOS	29
2.9. EXTRACTOS VEGETALES.....	29
2.10. AJO	31
2.10.1. <i>Origen</i>	31
2.10.2. <i>Taxonomía</i>	31

2.10.3. Descripción Botánica.....	32
2.10.4. Composición química del ajo.....	33
2.10.5. Metabolitos secundarios presentes en el ajo	34
2.11. Ají.....	35
2.11.1. Origen.....	35
2.11.2. Descripción Botánica.....	35
2.11.3. Taxonomía.....	38
2.11.4. Composición química del ají	38
2.11.5. Metabolitos secundarios presentes en el ají.....	39
3. MATERIALES Y MÉTODOS	41
3.1. UBICACIÓN	41
3.2. MATERIALES Y EQUIPOS	41
3.2.1. Equipos de laboratorio	41
3.2.2. Materiales de laboratorio.....	41
3.2.3. Material Vegetal.....	42
3.3. METODOLOGÍA	42
3.3.1. Aislamiento y purificación del hongo <i>M. roreri</i>	42
3.3.2. Preparación de medio de cultivo PDA	42
3.3.3. Preparación de extractos acuosos.....	43
3.3.4. Elaboración de los tratamientos.....	44
3.4. TRATAMIENTOS DE EXTRACTOS APLICADOS EN EL CONTROL MICELIAL DEL HONGO <i>M. RORERI</i>	45
3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	45
3.5.1. Diseño completamente al azar (DCA).....	45
3.5.2. Prueba de Kruskal-Wallis.....	46

3.5.3. <i>Variable de estudio</i>	46
4. RESULTADOS Y DICUSIÓN	47
5. CONCLUSIONES	49
6. RECOMENDACIONES	50
7. BIBLIOGRAFÍA	51
ANEXOS	58

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1. TAXONOMÍA DEL CACAO	21
CUADRO 2. TAXONOMIA DE ESCOBA DE BRUJA	24
CUADRO 3. TAXONOMÍA DE MONILIASIS.....	27
CUADRO 4. TAXONOMÍA DEL AJO	32
CUADRO 5. METABOLITOS SECUNDARIOS	36
CUADRO 6. TAXONOMÍA DEL AJÍ	38
CUADRO 7. PRUEBA DE KRUSKAL-WALLIS	48
CUADRO 8. COMPARACIÓN DE RANGO DE MEDIANAS	47
CUADRO 9. CRECIMIENTO MICELIAL DE LOS TRATAMIENTOS	47

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. PRINCIPALES PAISES PRODUCTORES DE CACAO	18
TABLA 2. COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL AJO	34
TABLA 3. COLORES DE LA COROLA DEL GÉNERO CAPSICUM	38
TABLA 4. COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL AJÍ EN 100 G. DE FRUTOS SECOS	39
TABLA 5. METABOLITOS SECUNDARIOS PRESENTES EN EL AJÍ.....	41
TABLA 6. TRATAMIENTOS DE EXTRACTOS APLICADOS EN EL CONTROL MICELIAL DEL HONGO M. RORERI.	46

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. ZONAS PRODUCTORAS DE CACAO.....	18
FIGURA 2. PRODUCCIÓN MUNDIAL DE CACAO	20
FIGURA 3. SINTOMAS DE ESCOBA DE BRUJA	24
FIGURA 4. CICLO DE VIDA DE LA ESCOBA DE BRUJA.....	25
FIGURA 5. MAZORCAS AFECTADAS CON MONILIASIS	26

FIGURA 6. CICLO DE VIDA DE LA MONALIASIS	27
FIGURA 7. PARTES PRINCIPALES DEL AJO	33

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. PREPARACIÓN DE MEDIO DE CULTIVO (PDA)	59
ANEXO 2. AISLAMIENTO Y PURIFICACIÓN DEL HONGO	60
ANEXO 3. ELABORACIÓN DE EXTRACTOS	60
ANEXO 4. PLAQUEO Y SIEMBRA DE TRATAMIENTOS	61
ANEXO 5. CRECIMIENTO MICELIAL DE LOS TRATAMIENTOS	61
ANEXO 6. ANOVA PARAMÉTRICO	62

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Origen del Cacao

El cacao (*Theobroma cacao*), que en griego se describe como “comida de los dioses” (León-Villamar, Calderón-Salazar, & Mayorga-Quinteros, 2016), es una planta que crece en bosques húmedos tropicales, por tal motivo su origen se ve restringido a ciertas áreas del planeta. En América del Sur la diversidad del género *Theobroma* es muy amplia comprendiendo 22 especies. Aunque su origen no es muy exacto varios autores concluyen que su centro de origen puede ubicarse al noreste de Sudamérica, en la parte alta de la Amazonia (Pérez, y otros, 2021).

Investigaciones recientes señalan que el origen de por lo menos 1 de las variedades de cacao fino de aroma se encuentra en la Amazonía ecuatoriana, se conoce que los primeros pobladores en utilizar esta planta con fines alimenticios, hace aproximadamente más de 5000 años, fueron la cultura Mayo Chinchipe ubicada al sur del Ecuador, con estos datos la cronología del uso de esta planta retrocede unos 1500 años, de lo que hasta la fecha se tenía evidencia científica (Abad, Acuña, & Naranjo, 2020).

2.2. Distribución Nacional

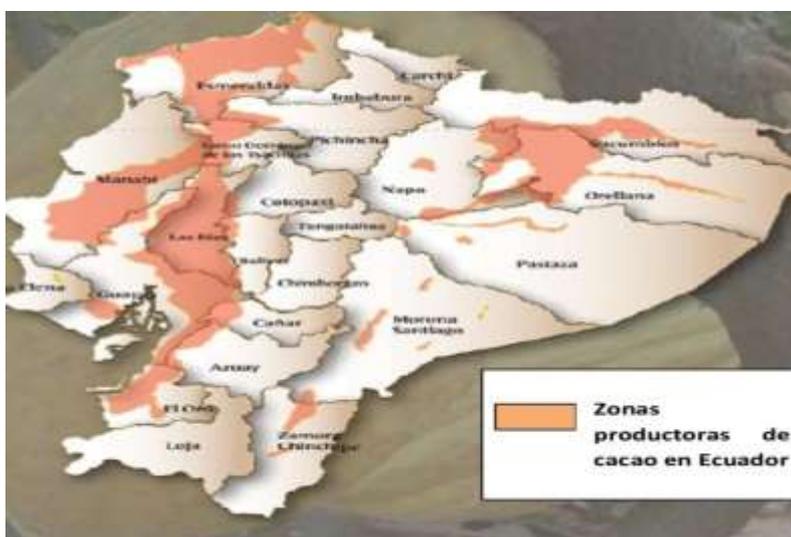
El auge cacaotero en el Ecuador empieza a partir del siglo XIX con la revolución industrial que permitió aumentar las áreas sembradas y así incrementar las exportaciones, teniendo a Estados Unidos como el principal comprador del cacao ecuatoriano, siendo hasta la fecha el mayor socio comercial de este sector. (Espinoza-Solís & Arteaga-Estrella, 2015). Este auge tuvo su mayor relevancia desde el año 1860 hasta el año 1920 donde las exportaciones crecieron ininterrumpidamente conociéndose esta época como el boom cacaotero (Quintana Lobeida & Aguilar Herrera, 2018).

Se estima que, en el Ecuador de las 24 Provincias, 23 producen cacao en diferentes proporciones y su producción es un monocultivo, que rara vez se encuentra asociado con otras

especies. Estas plantaciones tienen la característica de usar bajos niveles tecnológicos para su desarrollo, lo que reduce sustancialmente los rendimientos, que asociado con las enfermedades causadas por hongos, provocan grandes pérdidas económicas (López-Barrera, 2021). Las provincias con la mayor concentración de este cultivo son Los ríos, Guayas, El Oro y Esmeraldas en la parte Occidental de la Cordillera de los Andes. Sucumbios, Orellana y Napo son zonas en los cuales los últimos años, se ha incrementado la superficie sembrada y en poco tiempo se constituirá en una de las principales zonas proveedoras de cacao para la exportación (Ecuador, 2015).

En el Ecuador las unidades productivas en su mayoría no superan las 20 has, y éstas representan el 73,4% del área cultivada, es un rubro muy importante puesto que genera grandes fuentes de ingresos económicos y trabajo para miles de personas, se estima que aproximadamente 600000 se involucran de forma directa y que tienen en esta actividad su única fuente de ingresos. El cacao contribuye al PIB con el 0,57% y 6,4% al PIB Agropecuario, además de participar del 4% del PEA Nacional y el 12,5% del PEA Agrícola (Morales Intriago, y otros, 2018).

Figura 1. Zonas Productoras de Cacao



Nota. Zonas productoras de cacao en el Ecuador. Reproducido de (Sotomayor, 2013).

2.3. Producción Mundial

Los países africanos Costa de Marfil y Ghana son los mayores productores de cacao corriente del mundo con alrededor del 65%, mientras que en Latinoamérica concentra el 90% del cacao fino de aroma (Alonso, 2021). Las importaciones mundiales para el periodo 2013 – 2017 tuvieron un aumento del 6,3 % anual, siendo Estados Unidos y los países de la UE los principales destinos del cacao en grano, que es utilizado en la industria del chocolate. El crecimiento de la producción mundial se tiene estimado en un 2,2 %, siendo el 2019 el año que mayor crecimiento obtuvo, registrando un 189 % (López Cuadra, Cunias Rodríguez, & Carrasco Vega, 2020).

Tabla 1. Principales Países Productores de Cacao

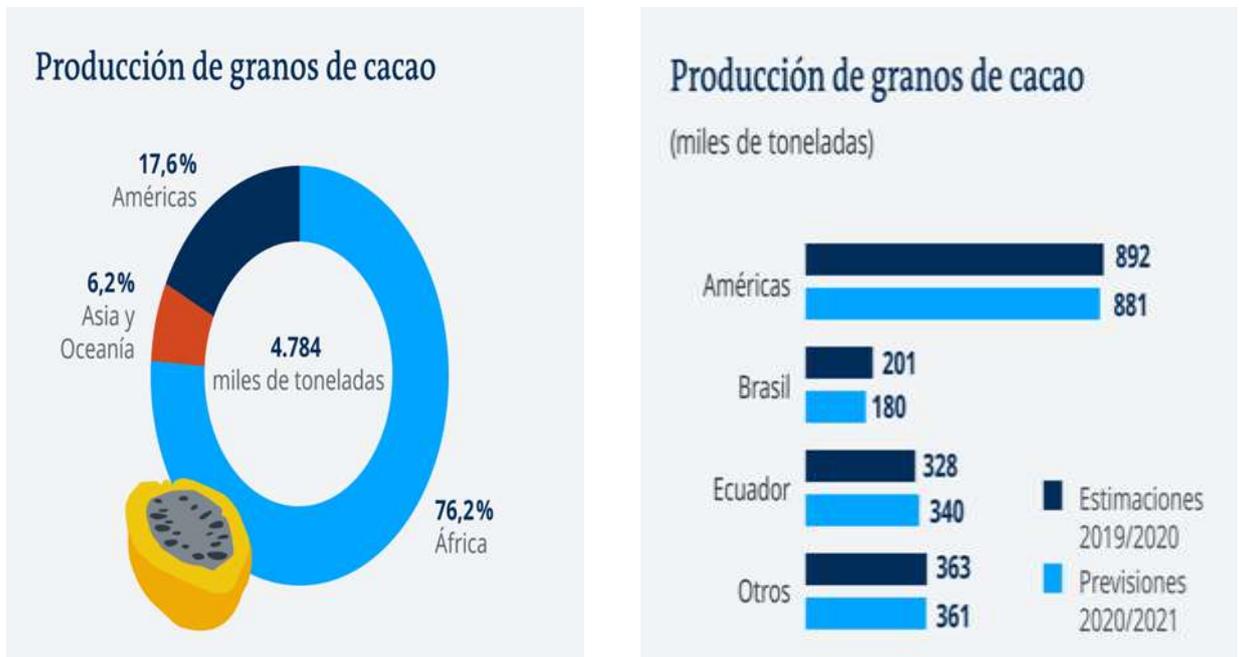
	Production (t)	% total	Cultivation (ha)	% total
Cote D'Ivoire	1,472,313	32.96	2,851,084	27.96
Ghana	858,720	19.23	1,683,765	16.51
Indonesia	656,817	14.71	1,701,351	16.69
Cameroon	291,512	6.53	723,853	7.10
Nigeria	236,521	5.30	838,046	8.22
Brazil	213,843	4.79	720,053	7.06
Ecuador	177,551	3.98	454,257	4.45
Peru	107,922	2.42	125,580	1.23
Dominican	81,246	1.82	172,940	1.70
Colombia	56,163	1.26	165,844	1.63

Nota: Producción y área sembrada de los principales productores de cacao en el mundo. Reproducido de Countries with the highest production of cocoa, de (Santacruz & Medrano, 2021).

El cacao ecuatoriano se exporta principalmente a Estados Unidos (39,43%), Holanda (16,46%) y México (13,36%). China se está considerando como un potencial mercado para este producto, debido al aumento de la demanda del gigante asiático en su mayoría de productos básicos, en este sentido la región se estaría convirtiendo en el granero de China, repercutiendo

en el crecimiento económico de la zona, siendo la fuente de ingreso de al menos 50 millones de personas a nivel mundial (Barrientos Felipa, 2015).

Figura 2. Producción Mundial de Cacao



Nota. Fuente: Organización Internacional del Cacao

2.4. Taxonomía

Según (Guimac Cedillo, 2017) manifiesta que “El género *Theobroma* L. está constituido por unas treinta especies”, de las cuales solo *Theobroma cacao* L. esta descrito taxonómicamente, siendo está la de mayor importancia económica y distribución geográfica (Mora Correa, 2021). Existen 2 grupos conocidos, el criollo y el forastero, aunque también está un híbrido de la mezcla de estos 2 conocido como trinitario, las variedades comerciales sembradas a nivel mundial provienen del grupo forastero que es el que mayor diversidad genética contiene, presentando vainas verdes en estado inmaduro y granos café. El criollo se diferencia por sus granos rosados o blancos y vainas rojas. El trinitario tiene características de ambos (Cardona Velásquez, Rodríguez Sandoval, & Cadena Chamorro, 2016).

Cuadro 1. Taxonomía del cacao

Reino	Vegetal
Subreino	Tracheobionta
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Dillenidea
Orden	Malvales
Familia	Esterculiácea
Subfamilia	Byttnerioideae
Tribu	Theobromeae
Genero	Teobroma
Especie	<i>Teobroma cacao</i> L.

Nota. Descripción taxonómica del cacao

2.5.Descripción botánica

El cacao es una planta de tamaño variado que promedia unos 4 mts aunque puede llegar a mayores alturas, su raíz es pivotante y presenta una corona densa, su tallo es corto con hojas alargadas, la distribución de las hojas se observa a lo largo del tallo y ramas agrupados en cojines florales (Suaterna Franco, 2021). La distribución geográfica donde se encuentra la mayor producción está desde la línea ecuatorial a 10 ° norte y 10 ° sur, es un cultivo de gran importancia mundial, de él se extraen muchos subproductos de valor nutritivo, capacidad antioxidante, además contiene fenoles y compuestos orgánicos utilizados en la industria farmacéutica (López Medina & Gil Rivero, 2017).

2.5.1. Raíz

Presenta una raíz principal pivotante que puede desarrollarse entre 120 a 150 cm, por debajo del cuello del tallo aparecen abundantes raíces secundarias poco profundas con crecimiento horizontal de las cuales el 85 % se ubica en los primeros 25 cm del suelo, llegando estas a crecer hasta la longitud de su copa. El cacao CCN51 no presenta raíz pivotante sino

raíces laterales, pudiendo una de estas comportarse como raíz pivotante para profundizar en el suelo y hacer la acción de anclaje de la planta (Jácome Vásquez, 2018).

2.5.2. Tallo

El tallo de cacao presenta una corteza rugosa y al igual que en la selva muchos árboles pueden tornarse de color café grisáceo debido a la presencia de líquenes y hongos que se forman por la abundante sombra (Noboa Tovar, 2019). Su propagación se da en 2 formas por injerto o por ramilla como lo es el clon CCN-51, presenta crecimiento plagiotrópico que hace que su ángulo de crecimiento pueda variar (Jácome Vásquez, 2018).

2.5.3. Hojas

Las hojas son enteras, simples con peciolo cortos, pueden ir desde lanceoladas hasta casi elípticas y lo caracteriza el color verde en su etapa adulta, contiene una nervadura pinnada y se notan glabras en el haz y en el envés. En su crecimiento las hojas presentan diferentes pigmentaciones y puede variar desde poca pigmentación hasta muy pigmentadas, se dice que el cacao tipo Forastero presenta menos pigmentación (Neder Arellano, 2020).

2.5.4. Flores

Desde la posición de Guimac Cedillo (2017), nos señala que “las flores son hermafroditas y de polinización cruzada por lo que es muy difícil que el cacao se autofecunde” (p.5). Son muy pequeñas y crecen en troncos y ramas en forma de racimos durante todo el año, estas florecen por las tardes y la fertilización se puede realizar al siguiente día. Se puede observar el cáliz de color rosado con nudos puntiagudos, su corola puede ser de diferentes colores dependiendo el clon o variedad desde amarilla, rosada o blanca con pétalos alargados (Neder Arellano, 2020).

2.5.5. Fruto

Su forma es variada dependiendo su variedad, tiene forma de baya llamada “chirel” en su etapa juvenil y “mazorca” cuando alcanza la madurez fisiológica, con un estimado de 30 cm

de longitud y 10 cm de diámetro. La pared que cubre las semillas es gruesa y puede ser lisa o presentar surcos y su color es muy variable (Sánchez Cuevas, Jaramillo Aguilar, & Ramírez Morales, 2015).

2.6.Principales enfermedades del cacao

La producción y buenos rendimientos en este cultivo está relacionado de forma directa con el manejo agronómico, condiciones edafoclimáticas y el potencial genético de los clones cultivados, es por esto que un buen control de las enfermedades ayudaría a aumentar los rendimientos (Cañas Correa, 2020). Siendo el cacao un cultivo de mucha importancia económica para el país, los rendimientos son bajos debido a problemas fitosanitarios causados por varios hongos como *Moniliophthora roreri* y *Phytophthora spp.* El primero provoca la enfermedad “moniliasis” que ocasiona pérdidas de hasta el 90% de las cosechas, siendo reconocida como la principal amenaza para este cultivo.

Phytophthora produce la enfermedad de la mazorca negra o “pudrición parda”, este género de hongos no solo ataca a la mazorca, sino que también causa daños en otras partes de la planta como las raíces, esta enfermedad produce pérdidas del 30 % de la producción. Otro problema en el cultivo de cacao es la muerte prematura de los frutos que se la conoce como “cherelle wilt”, las razones de este problema está asociado con los desbalances nutricionales de la planta (AnzulesToala, Borjas Ventura, Alvarado Huamán, Castro-Cepero, & Julca-Otiniano, 2019).

2.6.1. Escoba de bruja

Esta enfermedad es causada por el hongo (*Moniliophthora perniciosa*), y se encuentra distribuida en la mayoría de las zonas cacaoteras del país, causando graves daños a las plantaciones y disminuyendo su rendimiento (Osorio, Hío, Rodríguez, & García, 2018).

Esta enfermedad se considera como la más dañina en el cacao y se puede transmitir a través de las semillas, la severidad con que el hongo ataque la plantación dependerá de las condiciones climáticas (Fernández Cabrera, 2018).

2.6.1.1. Síntomas

Afecta el crecimiento y la forma de brotes vegetativos jóvenes, cojinetes florales, además de las yemas vegetativas y frutos recién cuajados. En los brotes la enfermedad presenta un alargamiento excesivo, en donde proliferan brotes laterales anormales, hipertrofia y aparición de tejido hiperplásico en el tronco que se asemeja a una escoba. Llega a causar pérdidas que superan el 50 % de la producción anual (Tarqui Freire, y otros, 2017).

Figura 3. Síntomas de Escoba de Bruja



Nota. Síntomas de la enfermedad escoba de bruja. Adaptado de <http://gubiler.blogspot.com/2015/06/siagwa-theobroma-cacao-nuestra-vida.html>

2.6.1.2. Taxonomía

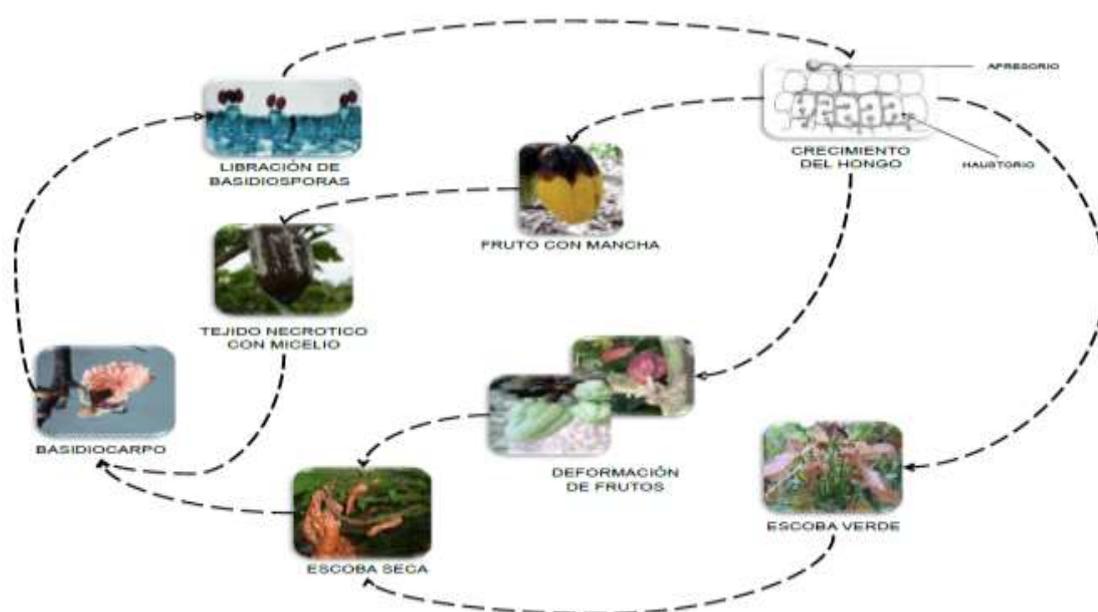
Cuadro 2. Taxonomía de Escoba de Bruja

Reino	Fungi
Filo	Basidiomycota
Clase	Agaricomycetes
Subclase	Agaricomycetidae
Orden	Agaricales
Familia	Marasmiaceae
Género	Moniliophthora

2.6.1.3. Ciclo de vida

Cuando existen períodos alternados de lluvias y sequías inicia la fase parasítica de la escoba de bruja, que es la época idónea para la formación de basidiocarpos, estos liberan basidiosporas en la superficie de los frutos, donde se encuentran pequeñas láminas de agua y luego ingresan por las estomas de forma directa. Este hongo también puede atacar a los tejidos meristemáticos de los cojinetes florales, por lo cual reduce la producción, ya que debilita el árbol (Sánchez Cuevas, Jaramillo Aguilar, & Ramírez Morales, 2015).

Figura 4. Ciclo de vida de la Escoba de Bruja



Tomado de: Enfermedades del Cacao (2015) p.75

2.6.2. Moniliasis

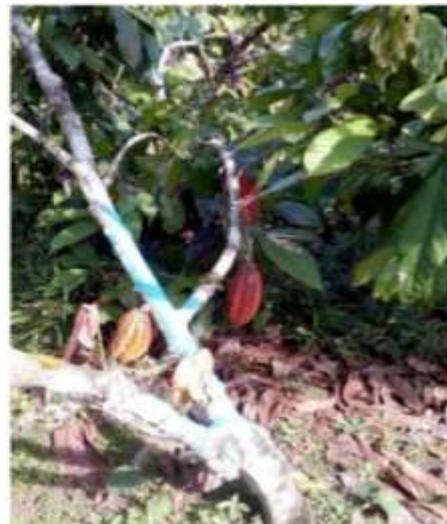
La moniliasis también es conocida de diferentes formas por los agricultores como puede ser el Mal de Quevedo, ya que se dice que aquí apareció en forma epidémica, otros nombres populares para la moniliasis son: Ceniza, Helada, Pudrición Acuosa del Fruto (Delgado A & Suarez C, 1993). El agente causal de esta enfermedad es *Moniliophthora roreri*.

Se cree que la moniliasis es originaria del continente americano. Siendo Ecuador donde se cree que tuvo su origen, pero evidencia molecular actualizada detalla que Colombia podría ser el verdadero lugar de origen de esta enfermedad. La moniliasis produce pérdidas económicas muy devastadoras que van desde el 30 % al 100 % de la producción, es considerada como el doble de destructiva que la pudrición parda y mucho más agresiva y complicada de combatir que la Escoba de Bruja (Sánchez Cuevas, Jaramillo Aguilar, & Ramírez Morales, 2015).

2.6.2.1. Síntomas

Uno de los síntomas más relevantes de la moniliasis es la pudrición y momificación lenta de los frutos de cacao, al principio se forma manchas de color café que se diferencian de otras enfermedades cuando se forma un micelio blanquecino, las esporas se presentan como un polvillo de color crema (INIAP, 1993). Al ingresar el hongo al fruto este se desarrolla intracelularmente y se alojan en las células del parénquima cortical, esta es la fase más larga en el período de incubación de la moniliasis (Pasesku Petsayit, 2020).

Figura 5. Mazorcas Afectadas con Moniliasis



Nota: Frutos infectados con *M. roseri*

2.6.2.2. Taxonomía

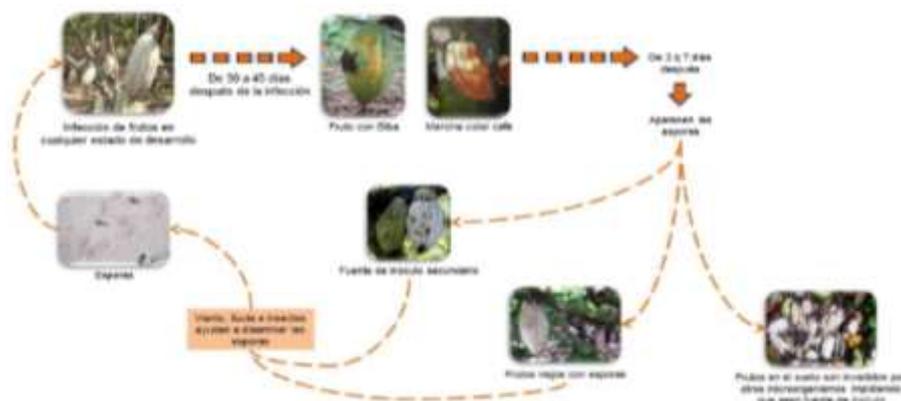
Cuadro 1. Taxonomía de Moniliasis

Reino	Fungi
División	Basidiomicota
Clase	Basidiomicetes
Subclase	Agaricomycetidae
Orden	Agaricales
Familia	Marasmiacea
Género	Moniliophthora
Especie	Moniliophthora roreri

2.6.2.3. Ciclo de Vida

Una de las fases más importantes en el ciclo de vida del patógeno es la dispersión, esto determinará la gravedad de afectación de los frutos. Existen varias condiciones que favorecen la dispersión y liberación de esporas como son humedad relativa baja, temperaturas mayores a 26°C, lluvias frecuentes facilitan que las esporas germinen y los conidios penetren. Sobre temperaturas promedio de los 22°C y con humedad relativa del 93% se ve favorecida la germinación de las conidias. La mayor cantidad de esporas se ubican en la parte inferior de la copa de la planta en horario nocturno (Pico, y otros, 2019).

Figura 6. Ciclo de vida de la monaliasis



Tomado de Enfermedades del Cacao (2015) p. 85

2.7. Manejo integrado de enfermedades

Los principales microorganismos causantes de pérdidas de rendimiento y calidad, son los hongos, que provocan inviabilidad de semillas, pudriciones, modificaciones organolépticas, como también infecciones con micotoxinas, que son consideradas de alto riesgo para la salud (Juárez-Segovia, y otros, 2019). El manejo de las enfermedades en el cultivo de cacao empieza con la combinación e integración de algunas prácticas, lo que ayudara a disminuir los niveles de incidencia y obtener mejores rendimientos de producción (Pico R, Calderón P, Fernández A, & Díaz M, 2012).

- a) Resistencia genética
- b) Prácticas culturales
- c) Control biológico
- d) Control químico

2.7.1. Control Químico

Para este tipo de control se utilizan fungicidas protectantes, aunque su eficacia es aun cuestionable, aunque el uso de fungicidas a base de cobre y algunos protectantes orgánicos ha disminuido la incidencia de enfermedades fungosas. En la actualidad existen fungicidas sistémicos que mejoran el control de estas enfermedades, pero no muy utilizados por los altos costos que generarían.

Se han realizado algunas investigaciones en México en donde evaluaron fungicidas convencionales a nivel in vitro a diversas concentraciones, los productos empleados fueron trifloxystrobin, azoxystrobin, tiabendazol, tebuconazol, propiconazol, y clorotalonil. En este sentido Tamayo España (2016), nos indica que:

Los fungicidas tebuconazol, trifloxystrobin, propiconazol inhibieron el 100 % la germinación y el desarrollo micelial en las concentraciones evaluadas, el azoxystrobin inhibió el 100 % de la germinación de conidios a partir de 500 mg L⁻¹; sin embargo,

solo alcanzó el 80 % en la inhibición del desarrollo micelial. Estos fungicidas fueron seleccionados para la prueba en condiciones de campo a 400 y 800 mg L-1. Cabe destacar que azoxystrobin, tebuconazol, trifloxystrobin a 800 mg L-1, mostraron la mayor efectividad (65 al 70 %) sin haber diferencias significativas entre ellos, sin embargo, el valor más alto fue obtenido por el azoxystrobin. (p. 19)

2.7.2. Control Cultural

Se refiere a la utilización de prácticas agrícolas comunes o algunas de ellas modificadas con el tiempo, con la finalidad de prevenir posibles ataques de plagas, estas prácticas ayudan a disminuir la incidencia de daños y que el ambiente sea desfavorable para su desarrollo. Estas medidas no pueden ser tomadas de improviso, sino que deben responder a una planificación establecida en los procesos de producción. Existen muchas actividades culturales entre las más comunes están la buena selección de material vegetal, método de siembra, manejo de sombra, podas frecuentes, eficiencia de riego, control de arvenses, eliminación semanal de mazorcas con síntomas iniciales de la enfermedad (recogerlos antes de que el hongo esporule, para evitar que las esporas se dispersen), fertilización oportuna, manejo de las cosechas (Tamayo España, 2016). La aplicación inadecuada de estas prácticas puede llevar a que los problemas fitosanitarios no disminuyan o se agraven (Cisneros, 2010).

2.7.3. Control Biológico

El desmedido uso de productos sintéticos en la cadena de alimentos y su preocupante daño a la salud, ha llevado a la búsqueda de nuevas alternativas para el manejo fitosanitario de los cultivos, que a su vez sean muy efectivas y que ayuden a la conservación del medio ambiente. Entre estas están los controles biológicos como el caso de las especies del género *Trichoderma* que en la actualidad son las más utilizadas a nivel mundial en este tipo de control (Terrero Yépez, y otros, 2018).

2.8. Fungicidas Orgánicos

En el vocablo latín la palabra fungicida tiene el siguiente significado “fungus” hongos y “caedo” matar. De ahí que se conoce que fungicida es todo aquel agente con la capacidad para prevenir, eliminar y en algunos casos curar enfermedades causadas por organismos fúngicos (Bravo Menéndez, 2019).

Los Fungicidas orgánicos son sustancias que presentan propiedades antifúngicas y su naturaleza es de origen orgánico, en donde el carbono cumple un rol muy importante en la composición, siendo este el principal elemento. Los investigadores han abordado la problemática del uso de sustancias químicas y han destacado una prometedora alternativa que es factible ecológica y económicamente para controlar fitopatógenos, además de minimizar los efectos negativos de la agricultura intensiva, esta alternativa es el uso de sustancias orgánicas para el control de patógenos. En el mercado se pueden encontrar muy pocos de estos fungicidas, pero cada vez se están investigando y desarrollando nuevos productos a base de sustancias producidas por plantas, bacterias y hongos, que deben de ser aprobados para su uso en la agricultura (Silva & Bueno, 2015).

2.9. Extractos Vegetales

Ante de que las personas intervinieran en la protección de las plantas, estas ya eran capaces de hacerlo por sí mismas, ya que se conoce que ellas sintetizan diversos metabolitos secundarios que están relacionados con el mecanismo de defensa. Los diferentes compuestos a los que se hacen referencia son los fenoles, flavonoides, alcaloides terpenos, aceites esenciales, lecitinas y polipéptidos (Hernández Lauzardo, Bautista Baños, & Velázquez del Valle, 2007).

Sus mecanismos de acción son variables; por ejemplo, la toxicidad de los fenoles en microorganismos se atribuye a inhibición enzimática por oxidación de compuestos. El modo de acción de los terpenos y aceites esenciales puede causar rompimiento de la membrana a través de los compuestos lipofílicos. De los alcaloides se ha postulado que

se intercalan con el DNA, y de las lectinas y polipéptidos se conoce que pueden formar canales iónicos en la membrana microbiana o causar la inhibición competitiva por adhesión de proteínas microbianas a los polisacáridos receptores del hospedero. (p. 119)

Los procesos bioquímicos de defensa de las plantas contra ataques de patógenos, tienen como misión fundamental resistir la colonización, estos pueden ser físicos y/o bioquímicos y se pueden clasificar como mecanismos de defensa preformadas (barreras físicas, lignificación, suberización, etc.) e inducibles (se activa cuando el patógeno infecta la planta) (Villa-Martínez, y otros, 2015). Los extractos acuosos de ajo presentan acción nematocida, bactericida, fungicida y viricida, reduciendo hasta 8 veces la presencia de microorganismos patógenos. El uso de estos extractos vegetales no representa riesgos para la salud humana, ni para el medio ambiente, como si lo hacen los de origen sintético (Martinotti, Castellanos, González, Camargo, & Fanzone, 2016).

Entre los principales extractos vegetales utilizados en la agricultura están los de ortiga, siendo utilizado como fertilizante foliar y bioestimulante, gracias a su elevado contenido de flavonoides, ésteres ácidos fenólicos, terpenoides, saponinas, etc., además de nutrientes nitrogenados. Los metabolitos secundarios son compuestos, que no tienen una función definida en los procesos metabólicos como respiración y fotosíntesis, se producen en cantidades menores y en forma restringida al interior de la planta y solo están presentes en algunas familias, géneros e incluso solo en ciertas especies (Tighe Neira, Montalba Navarro, Leonelli Cartergiani, & Contreras Novoa, 2014).

2.10. Ajo

2.10.1. Origen

El origen del ajo (*Allium sativum*) se remonta años atrás A.C. donde era utilizado por sus efectos positivos en la alimentación. Su origen aún sigue en disputa entre Sumerios y Chinos, los Indios y los antiguos egipcios, pasando de un continente a otro. En 1986 se consideró como origen del ajo al Sudoeste de Siberia, desde donde fue trasladada hasta el sur de Europa adaptándose a las condiciones ambientales (Garzon Vallejo, 2018). El ajo ha sido utilizado ancestralmente para muchos fines entre ellos el medicinal, ya que se constituye como uno de los vegetales más antiguos, y entre sus características se distinguen su acción antioxidante, antiinflamatorio, antimicrobiana, puesto que contiene metabolitos secundarios azufrados y oxigenados (Suárez Cunza, Castro Luna, & Ale Borja, 2014).

2.10.2. Taxonomía

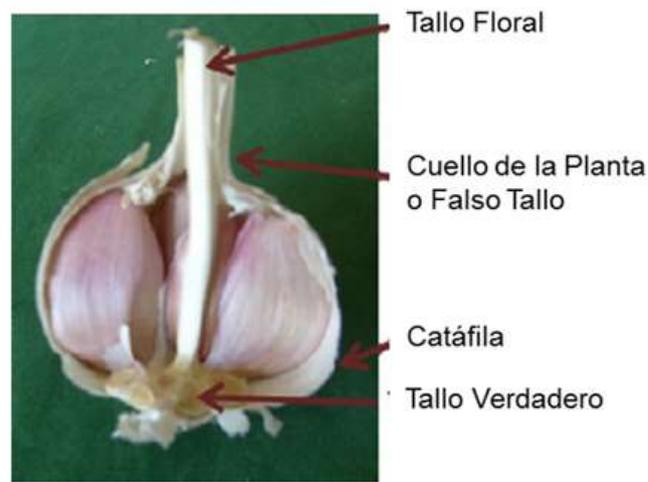
Cuadro 2. Taxonomía del Ajo

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Orden:	Asparagales
Familia:	Amaryllidaceae
Subfamilia:	Allioideae
Tribu:	Allieae
Género:	Allium
Especie	Allium sativum L.

2.10.3. Descripción Botánica

Existen cerca de 300 especies de la familia de las Amaryllidaceae, el ajo pertenece al género *Allium* que es una planta herbácea con una altura promedio de 0,7 metros, formado por un bulbo subterráneo generalmente prolifero, y en su interior unos pequeños bulbillos en forma de dientes, que se unen en su base alrededor del tallo (Sánchez Vásquez, 2019).

Figura 7. Partes Principales del Ajo



Nota: Descripción de las principales partes del ajo. Reproducida de bulbo de ajo, de (Mancilla Álvarez, 2016) p. 6

2.10.3.1. Raíz

El ajo presenta un sistema radicular bulboso de pequeñas raicillas fasciculadas poco profundas, formada de 6 a 12 bulbillos que se unen en la base a través de una delgada película, cada diente está envuelto por una capa blanca, transparente, membranosa y delgada. En la parte de arriba del bulbo crecen las partes fibrosas, que son las que penetran en el suelo para anclar y alimentar a la planta. Las raíces del ajo son muy susceptibles a suelos secos.

2.10.3.2. Tallo

El tallo presenta una forma de disco subterráneo, de aquí se forma el sistema radicular, en donde las yemas dan lugar a la formación de las hojas y los bulbillos o dientes. El bulbo o cabeza de ajo se forma de las yemas axilares que se transforman en el órgano de reserva.

Las vainas cilíndricas de la planta forman el pseudotallo, el escapo (tallo floral) es una especie de tallo cilíndrico que finaliza en un receptáculo floral cubierto por una espata, en ocasiones suele quedar pegada en la inflorescencia formando una sola pieza, con una altura que varía de 0,4 a 1 metro de longitud y un diámetro de 10 a 12 mm en el centro (Calderón Reyes, 2015).

2.10.3.3. Hojas

Las hojas son alternas, lineales, sin nervaduras y comprimidas, con una altura entre los 0,45 a 0,60 metros de longitud del limbo y un diámetro de unos 30 a 40 mm, no presentan peciolos. Cada vaina de las hojas suele ser más largas cada vez que estas van sucediéndose en la planta, y las hojas más antiguas recubren a las más jóvenes. El ajo presenta una lámina linear paralilenervia acanalada (Soto Huamán, 2018).

2.10.3.4. Flores

La flor del ajo está formada de seis pétalos, seis estambres y un pistilo que finaliza en un estigma filiforme, los órganos reproductores se encuentran afuera del perianto, su pedicelo es alargado, presenta umbelas pequeñas y densas cubiertas con una espata formada por brácteas casi siempre estériles, aunque en ocasiones suelen formar frutos con 3 cavidades y en cada cavidad 2 semillas, pero estas no suelen ser empleadas para la propagación (Soto Huamán, 2018).

2.10.4. Composición química del ajo

En la composición química del ajo existen muchos componentes activos, siendo los que más destacan los de tipo azufrado. En estado fresco el aminoácido azufrado de mayor proporción es la aliína o sulfóxido de S-alil-cisteína. En este sentido López Luengo (2007), nos indica que además también se encuentran otros compuestos azufrados que son solubles en medio acuoso, como son “los sulfóxidos S-metil-L-cisteína y S-propenil-S-cisteína, S-glutación, g-glutamil-S-alil cisteína, y g-glutamil-S-alil-mercapto-L-cisteína” (p. 79).

Tabla 2. Composición Química del Ajo

Nutrientes	Valores
Agua g.	89,000
Grasas g.	0,200
Carbohidratos g.	8,600
Proteínas g.	1,160
Fibra g.	1,800
Potasio mg.	157,000
Azufre mg.	70,000
Fósforo mg.	33,000
Calcio mg.	20,000
Magnesio mg.	10,000
Hierro mg.	0,220
Vitamina C mg.	6,400
Vitamina E mg.	0,260
Vitamina B6 mg.	0,120
Ácido fólico mcg.	19,000
Ácido glutamínico g.	0,118
Arginina g.	0,156
Lisina g.	0,055
Leucina g.	0,041

Nota. Valores estimados extraídos en 100 g de ajo fresco. Reproducido de Composición química del ajo crudo por cada 100 g, de (Chávez Heredia, 2016) p. 5

2.10.5. Metabolitos secundarios presentes en el ajo

Estudios realizados indican que el ajo es uno de los mejores bactericidas, ya que contiene 33 compuestos azufrados, 17 aminoácidos, además de varias enzimas y varios minerales que le da la función antimicrobiana. El ajo contiene fructosana, aceites esenciales como la aliína, garlicina, si el diente es aplastado libera una enzima llamada fosfopiridoxal aliinas que esta a su vez hidroliza a la aliina que produce la sustancia antibacterial. En la

actividad antimicrobiana se destacan las enzimas peroxidasa, alinasa y mirosinasa. La arginina tiene una importante participación en la actividad antimicrobiana (Julca León, 2018).

Cuadro 3. Metabolitos secundarios

METABOLITO	RESULTADO
FLAVONOIDES	PRESENTE
COMPUESTOS AZUFRADOS	PRESENTE
FENOLES	AUSENTE
ESTEROIDES	AUSENTE
ALCALOIDES	PRESENTE
TANINOS	PRESENTE
AMINOÁCIDOS	PRESENTE

Nota: Metabolitos secundarios en extracto crudo liofilizado de ajo. Adaptado de Reporte de Metabolitos Secundarios, de (Julca León, 2018) p. 17

2.11. Ají

2.11.1. Origen

En este género se incluyen más de 20 especies, a las regiones tropicales y subtropicales de América se tiene como su centro de origen muy probablemente la zona entre Perú y Bolivia, en estos lugares hay registros de semillas ancestrales de más de 7000 años de antigüedad (Nicho Salas & Valencia Legua, 2009).

2.11.2. Descripción Botánica

El ají es una planta de tipo arbustivo bianual, se desarrolla en altitudes desde el nivel mar hasta los 3000 msnm dependiendo de la variedad, la temperatura óptima oscila entre los 18 a 30 °C, prefiere suelos livianos con buen drenaje (Riva Ruiz, 2019).

Los productores que se dedican a la producción de ají, señalan que no existe uniformidad en la germinación de las semillas, ya que algunas de estas aun teniendo las condiciones favorables para germinar entran en un estado de latencia, por lo tanto se obtiene una desuniformidad en el desarrollo de las plantas (Andrade & Laurentin, 2015).

2.11.2.1. Raíz

Presenta un sistema radicular pivotante (sistema de anclaje), extenso (puede cubrir alrededor de 1m de diámetro), reforzado, leñoso y con una profundidad cerca de los 0,7 m, además presenta raíces adventicias (González Inca, 2019).

2.11.2.2. Tallo

El tallo del ají mantiene una forma cilíndrica y erecta, la altura dependerá de la variedad o del clon y puede alcanzar alturas mayores a 1metro, el tallo se forma a partir de la plúmula en el embrión. Las ramas siguen un mismo patrón básico después de que los brotes terminen en flor aparecen nuevos brotes vegetativos desde las axilas de las hojas donde uno o más seguirán creciendo, condicionados por la domancia apical. Su altura oscila entre 0,5 a 0,8 metros con ramas dicotómicas (Trujillo Sánchez, 2021).

2.11.2.3. Hojas

El ají tiene hojas glabras, alternas (una por nudo y opuestas al tallo), ovaladas en el limbo en forma de lanza, de tamaño variable, bordes lisos y más anchas en la base que en las puntas (aovada) y sus peciolo son cortos (Huaman Pilco, 2019).

2.11.2.4. Flores

Las flores presentan en la corola variados colores, esta es una de las características determinante para identificar las especies de este género, como se muestra en la tabla 2.

El ají tiene en cada nudo una sola flor, los pedicelos son rectos con pendiente en la antesis, el cáliz es campanulado, con dientes prominentes que son más notorios en la madurez fisiológica de los frutos (Trujillo Sánchez, 2021).

Tabla 3. Colores de la Corola del Género Capsicum

Especie	Color de la corola
<i>Capsicum annuum</i>	Blanca lechosa
<i>Capsicum frutescens</i>	Blanco – verde
<i>Capsicum chinense</i>	Blanco verde o blanco mate
<i>Capsicum baccatum</i>	Manchas amarillas café o pardas
<i>Capsicum pubescens</i>	Morada
<i>Capsicum baccatum var. bacatum</i>	Blancas
<i>Capsicum baccatum var. pendulum</i>	Blancas

Nota. Color de la corola según la especie del género *Capsicum*, esta es una característica para diferenciarlas.

2.11.2.5. Fruto

La posición del fruto distingue a las especies silvestres de las domesticadas, las especies silvestres presentan un fruto erecto, en cambio las especies comúnmente domesticas el fruto cuelga de las plantas. Es un fruto definido como no climatérico, durante la etapa de maduración los carotenoides aumentan y la clorofila disminuye (Trujillo Sánchez, 2021).

El ají se lo define como una baya, de color verde cuando empieza su desarrollo, tornándose de colores naranjas a rojizas en su madurez (Bustamante Pareja, 2021). La forma del fruto puede ser cónica, alargada o redondeada y de diferentes tamaños dependiendo de la especie, el pedúnculo se encuentra unido del receptáculo floral. Posee de 2 a 4 lóbulos en la parte interior del fruto, la placenta es el lugar en donde se concentra la capsaicina (responsable del picor), está la producen las glándulas que están unidas entre la placenta y la pared de la vaina (Trujillo Sánchez, 2021).

2.11.3. Taxonomía

El ají (*Capsicum frutescens*), al igual que el pimiento pertenece a la familia de las Solanáceas, existen muchas variedades silvestres, pero solo 5 de estas han sido domesticadas con fines comerciales (Villegas Panduro, Alarcón Castillo, & Rodríguez Oré, 2021).

Cuadro 4. Taxonomía del Ají

Reino	Plantae.
División	Magnoliophyta.
Clase	Magnoliopsida.
Orden	Solanales.
Familia	Solanaceae.
Género	Capsicum.
Especie	Capsicum frutescens L.

2.11.4. Composición química del ají

En el ají el porcentaje de agua corresponde al 74%, las proteínas al 2,3 %, alcaloides entre 0,5 y 1 % y los carbohidratos constituyen el 15,8 %, además de contener minerales y vitaminas (Riva Ruiz, 2019).

Tabla 4. Composición química del ají en 100 g. de frutos secos

COMPONENTE	MÍNIMO	MÁXIMO
Agua	20,7 g	93,1 g
Hidratos de carbono	5,3 g	63,8 g
Proteínas	0,8 g	6,7 g
Fibra	1,4 g	23,2 g
Extracto etéreo	0,3 g	0,8 g
Cenizas	0,6 g	7,1 g
Fósforo	31 mg	200 mg
Calcio	7 mg	116 mg
Hierro	1,3 mg	15,1 mg
Tiamina	0,03 mg	1,09 mg
Caroteno	0,03 mg	25,2 mg

Niacina	0,75 mg	3,3 mg
Riboflabina	0,07 mg	1,73 mg
Ácido Ascórbico	14,4 mg	157,5 mg
Valor energético	23 cal	233 cal.
Capcisina	150 mg	355 mg

Nota. Tomado de (Riva Ruiz, 2019)(p. 4), que citó a (Rodríguez Oré, 2016).

2.11.5. Metabolitos secundarios presentes en el ají

Dentro de su composición química el ají contiene una variedad de aminas que son conocidas como capsaicinoides, de los cuales la capsaicina es la que destaca por su picante sabor. Estos compuestos de capsaicinoides se forman por 6,7 - dihidrocapsaicina (20-32%), nordihidrocapsaicina (7%), homocapsaicina (2%) y homodihidrocapsaicina (1%). El 90 % de los capsaicinoides lo conforman la dihidrocapsaicina y la capsaicina, siendo estos los más fuertes, difiriendo únicamente por la presencia del doble enlace carbono-carbono (Navarrete Vera, 2019).

En la placenta y el septo es la zona en donde se concentra la mayor cantidad de capsaicina alrededor del 2,5 %, en el fruto se concentra el 0,6 %, en el pericarpio el 0,03 % y en las semillas alrededor del 0,7 %, se cree que existe una relación inversa entre el contenido de capsaicina y el tamaño de los frutos, además de una correlación entre la cantidad de carotenoides y de capsaicina (Navarrete Vera, 2019).

Tabla 5. Metabolitos Secundarios Presentes en el Ají

COMPONENTE	CANTIDAD
Capsaicinoides	629,4 mg
Flavonoides	3 mg
Quercetina	3 mg
Vitamina E	7,6 mg
Azúcar	No definido
Capacidad Antioxidante	4,7 mmol
Grasa	9,4 g

Tomado de (Riva Ruiz, 2019) p. 6

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación

El experimento se desarrolló en el laboratorio de fitopatología de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, que pertenece a la Universidad Técnica de Machala (UTMACH), en la Av. Panamericana, 5,5 km vía Machala-Pasaje, parroquia El Cambio en el cantón Machala, provincia de El Oro.

3.2. Materiales y equipos

3.2.1. Equipos de laboratorio

- Estufa
- Cámara de flujo
- Microondas
- Mechero de bunsen
- Auto clave
- Licuadora
- Balanza

3.2.2. Materiales de laboratorio

- Algodón
- Vasos de precipitación
- Probeta
- Botellas de vidrio
- Cajas Petri
- Mechero de alcohol
- PDA (Papa-Dextrosa-Agar)
- Cinta plástica

- Cloranfenicol
- Alcohol
- Pinzas
- Agua destilada

3.2.3. Material Vegetal

- Ají (*Capsicum annuum*)
- Ajo (*Allium sativum*)

3.3. Metodología

3.3.1. Aislamiento y purificación del hongo *M. royeri*

La extracción de la mazorca CCN-51 con sintomatología de moniliasis, se extrajo del jardín clonal de la Universidad Técnica de Machala (UTMACH), se procedió a retirar la mazorca una vez identificado los síntomas y se colocó en fundas plásticas para evitar la esporulación de las esporas dentro de la plantación, una vez en el laboratorio se sacó muestras de micelio de *M. royeri* y se colocó dentro las cajas Petri con PDA, la primera siembra se evaluó durante 14 días y se seleccionó las mejores muestras para la purificación del hongo durante el mismo tiempo, a temperatura ambiente (25°C), una vez purificadas las muestras se utilizó las que tuvieron el mejor crecimiento micelial en el desarrollo del experimento.

3.3.2. Preparación de medio de cultivo PDA

Para el experimento se preparó 1500 ml de medio de cultivo (PDA), y se utilizó 820ml para el desarrollo de la investigación, el sobrante lo almacenamos en botellas de vidrio en la nevera, para elaborar el medio de cultivo se pesa 20 de PDA por cada 500 ml de agua purificada, se lleva al microondas durante 3 minutos hasta observar una apariencia translúcida y se coloca 60mg cloranfenicol se remueve y se afora con agua caliente hasta 500 ml en un vaso de precipitación, finalmente con una probeta se distribuye el PDA en botellas de vidrio

en medidas de 70-80-90 ml de medio de cultivo , se procede a llevar al esterilizador (autoclave) donde se purifica durante 20 minutos .

3.3.3. Preparación de extractos acuosos

El material vegetal que utilizamos fue basado en el estudio de artículos científicos que demostraban que las plantas de Ajo y Ají (bulbos) tenían un efecto antifúngico sobre hongos fitopatógenos y a nivel in vitro la inhibición micelial de su crecimiento. Las plantas evaluadas fueron:

- Ají (*Capsicum annuum*)



- Ajo (*Allium sativum*)



Para elaborar los extractos acuosos de las plantas nos basamos en la metodología de (Boiteux, Hapon, Fernández, Lucero, & Pizzuolo, 2015) , se modificó el procedimiento en función de los tratamientos

3.3.4. Elaboración de los tratamientos

Para la elaboración de los tratamientos utilizamos tres matraces Erlenmeyer donde colocamos el material fresco de las diferentes plantas, en este caso utilizamos los bulbos del ají y ajo, y en un mortero con pistilo los maceramos y se coloca en los recipientes, la dosificación que se usó en cada Erlenmeyer fue: 60gr de ajo/180ml de agua destilada; 60gr de ají/180ml de agua destilada y una combinación de 30gr de ajo – 30 gr de ají / 180ml de agua destilada, se los lleva al autoclave y se lo deja durante 45 min para tener una buena esterilización y concentración de extracto puro , la relación final peso/volumen fue 1:3.

3.3.4.1. Dosificación

La dosis de que se estableció fue de 10-20- 30- ml de extracto de ají, ajo y el combinado, se colocó en 10 botellas de vidrio con PDA con medida conocida de 70-80- 90 ml, y como testigo absoluto utilizamos 100 ml de medio de cultivo, con el propósito de evidenciar la diferencia significativa de los tratamientos en relación al testigo.

3.3.4.2. Siembra del hongo

Una vez terminada la dosificación de los extractos, se procede a llevar a la cámara de flujo el hongo que previamente fue aislado y purificado, se plaquea las cajas Petri con el número de tratamientos a utilizar con los diferentes extractos (ají, ajo, y ají-ajo) se espera que se solidifique las cajas Petri con PDA , y se extrae un micelio del hongo *M. roreri* con la ayuda de un saca bocado y se lo coloca en la caja con extracto , se procede a sellar la caja con plástico para evitar cualquier contaminación, en donde se le hace una marca o una nomenclatura que indique el tratamiento y la dosis que se empleó, la toma de datos se realiza dos veces por semana durante 21 días. Para la medición del crecimiento micelial radial se realiza una división de la caja Petri en cuatro cuadrantes A-B-C-D y se obtiene los datos semana a semana.

3.4. Tratamientos de extractos aplicados en el control micelial del hongo *M. royeri*

Tabla 6. Tratamientos de extractos aplicados en el control micelial del hongo *M. royeri*.

Tratamientos	Concentraciones (%/ml)	Extractos	Dosificación(ml) (PDA+EXTRACTO)
T1	10	PDA+Ajo	90 + 10
T2	20	PDA+Ajo	80 + 20
T3	30	PDA+Ajo	70 + 30
T4	10	PDA+Ají	90 + 10
T5	20	PDA+Ají	80 + 20
T6	30	PDA+Ají	70 + 30
T7	10	PDA+Ajo/Ají	90 + 10
T8	20	PDA+Ajo/Ají	80 + 20
T9	30	PDA+Ajo/Ají	70 + 30
T10	100	Testigo (PDA)	100

3.5. Análisis estadístico

3.5.1. Diseño completamente al azar (DCA)

El diseño completamente al azar (DCA), es el más simple de todos los diseños estadísticos, donde solo se estudia el efecto de un factor el cual varía en diferentes tratamientos. Es muy útil en unidades experimentales homogéneas (UE), promoviendo el máximo número de grados libertad del error, flexibilidad número de tratamientos y replicas.

$$Y_{kn} = \mu + T_k + \varepsilon_{kn} \quad Y_{kn} = \mu + T_k + k_n$$

- Y_{kn} =variable de respuesta
- μ = media global T

- k = efecto del tratamiento
- ε_{kn} = error aleatorio

3.5.2. Prueba de Kruskal-Wallis

El test de Kruskal-Wallis, también conocido como test H, es una alternativa no paramétrica al ANOVA de un factor, para datos no pareados. En el ANOVA se comparan medias y en el test de Kruskal-Wallis contrasta si las muestras están equidistribuidas y que pertenece a una misma población. El uso del test de Kruskal-Wallis es adecuado cuando los datos tienen un orden normal o cuando no se satisfacen las condiciones para poder aplicar un ANOVA.

3.5.3. Variable de estudio

La variable de estudio a evaluar fue el crecimiento micelial del hongo *Moniliophthora roreri*, en base al uso de extractos botánicos acuosos en diferentes dosis.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con los datos recopilados durante el desarrollo del experimento se realizaron las pruebas de normalidad (Shapiro-Wilks y homocedasticidad (Levene), para evidenciar si cumple con los supuestos, y se determinó que los datos obtenidos no tienen una varianza homogénea ni distribución normal, y se procedió a realizar un análisis no paramétrico mediante la prueba de Kruskal-Wallis.

Cuadro 7. Prueba de Kruskal-Wallis

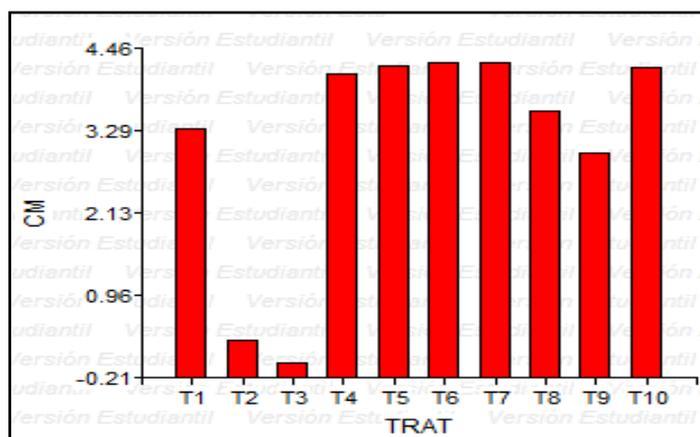
Prueba de Kruskal Wallis							
Variable	TRAT	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
CM	T1	4	3.32	0.32	3.38	32.70	0.0001
CM	T10	4	4.18	0.14	4.25		
CM	T2	4	0.31	0.61	0.00		
CM	T3	4	0.00	0.00	0.00		
CM	T4	4	4.09	0.08	4.09		
CM	T5	4	4.21	0.09	4.25		
CM	T6	4	4.25	0.00	4.25		
CM	T7	4	4.25	0.00	4.25		
CM	T8	4	3.58	0.74	3.75		
CM	T9	4	2.98	0.55	3.03		

Cuadro 8. Comparación de rango de medianas

Trat.	Ranks	
T3	4.00	A
T2	5.00	A
T9	12.50	A B
T1	14.50	A B C
T8	19.75	A B C D
T4	23.00	B C D
T10	29.75	C D
T5	30.50	C D
T7	33.00	D
T6	33.00	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Cuadro 9. Crecimiento micelial de los tratamientos



Como se observa en el cuadro 7, la prueba de Kruskal-Wallis demuestra que al menos un tratamiento es estadísticamente diferente al resto y en el cuadro 8 observamos la comparación de rangos de medianas, que muestra diferentes niveles y agrupaciones, por lo tanto, letras iguales entre tratamientos no son significativamente diferentes.

En el cuadro 8, en la prueba de comparación de medias, en los promedios del crecimiento micelial (mm) se observan 7 niveles de agrupamiento entre los tratamientos estudiados. Esta prueba nos indica que el tratamiento T3 extracto acuoso de Ajo al 30% y T2 extracto acuoso de ajo al 20% son estadísticamente superior al resto de los tratamientos. Estos datos obtenidos son similares a los reportados por Bernal (2021), los cuales indican que el extracto etanólico de ajo al 1% inhibió el crecimiento micelial de *Moniliophthora roreri* a nivel in vitro.

Le siguen en orden de eficacia los tratamientos T9 (extracto acuoso de Ajo-Ají al 30%), T1 (extracto acuoso de ajo al 10%), T8 (extracto acuoso de Ajo-Aji al 20%) y por último el T4 (extracto acuoso de Ají al 10%) son estadísticamente diferentes al testigo. Según (Juárez, y otros, 2019) demuestra que el extracto acuoso de ajo a concentración de 9 y 10 g/ml inhibió el desarrollo *Fusarium culmorum*, *Penicillium* sp. y *Aspergillus candidus*.

Por último, los tratamientos T5 (extracto acuoso de Ají al 20%), T7 (extracto acuoso de Ajo-Ají al 10%) y T6 (extracto acuoso de Ají al 30%) no presentaron un efecto antifúngico como se observa en test de comparación de medias, son estadísticamente iguales al T10 (testigo absoluto), es decir no tuvieron un efecto inhibitorio sobre el crecimiento micelial del hongo *Moniliophthora roreri* a nivel in vitro.

5. CONCLUSIONES

- En condiciones controladas de laboratorio, los tratamientos que presentaron mayor efecto inhibitorio son el T3 extracto acuoso de Ajo al 30% y T2 extracto acuoso de ajo al 20%, ambos son estadísticamente iguales y diferentes al resto de los tratamientos.
- Le sigue orden de eficacia los tratamientos T9 (extracto acuoso de Ajo-Ají al 30%), T1(extracto acuoso de ajo al 10%), T8(extracto acuoso de Ajo-Aji al 20%) y por último el T4 (extracto acuoso de Ají al 10%) en diferentes concentraciones tiene un control sobre el crecimiento micelial del hongo *Moniliophthora roreri*.
- Se observa que la combinación de los extractos acuoso de ajo y ají, disminuye el efecto inhibitorio sobre el crecimiento micelial del hongo *Moniliophthora roreri* a nivel in vitro.

6. RECOMENDACIONES

- Dado los resultados bastante satisfactorios del extracto acuoso de ajo y ají, probar en futuras investigaciones diferentes concentraciones y extractos.
- Se recomienda realizar aplicaciones en campo, donde se evalué el efecto inhibitorio del hongo *Moniliophthora roreri* en plantaciones cacaoteras.
- Realizar estudios enfocados en extractos botánicos de origen vegetal con potencial antifúngico, como una alternativa de control en el manejo de enfermedades causadas por hongos fitopatógenos.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Abad, A., Acuña, C., & Naranjo, E. (2020). El cacao en la Costa ecuatoriana: estudio de su dimensión cultural y económica. *Estudios de la Gestión*, 7, 59-83.
- Alonso, J. (17 de 03 de 2021). [https:// www.dw.com](https://www.dw.com). Recuperado el 13 de Diciembre de 2022, de <https://www.dw.com/es/cacao-el-precio-necesario-para-una-vida-digna/a-56908232>
- Andrade, S., & Laurentin, H. (2015). EFECTO DEL NITRATO DE POTASIO SOBRE LA GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE TRES CULTIVARES DE AJÍ DULCE (*Capsicum chinense* Jacq.)*. *Revista UNELLEZ de Ciencia y Tecnología*, 25-29.
- AnzulesToala, V., Borjas Ventura, R., Alvarado Huamán, L., Castro-Cepero, V., & Julca-Otiniano, A. (2019). Control cultural, biológico y químico de *Moniliophthora roreri* y *Phytophthora* spp en *Theobroma cacao* ‘CCN-51’. *Scientia Agropecuaria*, 10(4), 511-520.
- Barrientos Felipa, P. (2015). LA CADENA DE VALOR DEL CACAO EN PERÚ Y SU OPORTUNIDAD EN EL MERCADO MUNDIAL. *Semestre Económico*, 18(37), 129-155.
- Bernal, J. (2021). *EVALUACIÓN DE EXTRACTOS ETANOLICOS DE MANZANILLA, AJO, LLANTÉN, ORÉGANO, RUDA EN EL CONTROL DE MONILIOPTHORA RORERI A NIVEL IN VITRO*. Machala- EL Oro: Tesis de grado (Ingeniero Agronomo).
- Boiteux, J., Hapon, M., Fernández, M., Lucero, G., & Pizzuolo, P. (2015). Efecto del extracto acuoso de chañar (*Geoffroea decorticans* Burkart) sobre *Botrytis cinerea*, como posible alternativa para su control durante poscosecha de uva de mesa. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*, vol. 47, núm. 1, 241-250.
- Bravo Menéndez, J. A. (2019). *Evaluación in vitro de la actividad biocida de diferentes fungicidas sobre el crecimiento radial de Moniliophthora roreri, Moniliophthora perniciososa y Phytophthora palmivora, agentes causales de enfermedades en cacao*". Quevedo: UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO.
- Bustamante Pareja, J. D. (2021). *Manejo Químico De La Roya (Puccinea Pampeana) En Cultivo De Aji Habanero (Capsicum Chínense) En Las Fincas Alejandrina Y Samboni En La Zona De Morales Cauca, Colombia*. Palmira: Universidad Nacional Abierta Y A Distancia – Unad.

- Calderón Reyes, E. (2015). *APORTACIONES A LA MECANIZACIÓN DE LA SIEMBRA DEL AJO DISEÑO DE UNA SEMBRADORA NEUMÁTICA DE PRECISIÓN*. Guanajuato: UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA (ESPAÑA).
- Cañas Correa, P. (2020). *Mejoramiento del cultivo de cacao (Theobroma cacao L.) con la implementación de manejo técnico enfocado a la producción y empresarización en el municipio de Landázuri- Santander como cultivo sostenible*. Yopal: UNIVERSIDAD DE LA SALLE.
- Cardona Velásquez, L., Rodríguez Sandoval, E., & Cadena Chamorro, E. M. (2016). Diagnóstico de las prácticas de beneficio del cacao en el departamento de Arauca*. *Revista Lasallista de Investigación*, 13(1), 94-104.
- Chávez Heredia, L. A. (2016). “EFECTO DE EXTRACTO DE *Allium sativum* y *Allium cepa* (AJO y CEBOLLA) EN LA PRODUCCIÓN DE BROILERS”. Riobamba: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO.
- Cisneros, F. H. (2010). Control de Plagas Agrícolas. *AgriFoodGateway*, cap. 7.
- Correa Álvarez, J., Castro Martínez, S., & Coy, J. (2014). *Estado de la moniliasis del cacao causada por Moniliophthora roreri en Colombia*. Medellín: Escuela de Ciencias, Universidad EAFIT.
- Delgado A, J., & Suarez C, C. (1993). Moniliasis del cacao. *FUNDAGRO*.
- Ecuador, V. d. (2015). Diagnóstico de la Cadena Productiva del Cacao en el Ecuador.
- Espinoza-Solís, E., & Arteaga-Estrella, Y. (2015). Diagnóstico de los Procesos de Asociatividad y la Producción de Cacao en Milagro y sus sectores aledaños. *Revista Ciencia UNEMI*, 8(14), 105 - 112.
- Fernández Cabrera, L. A. (2018). *EPIDEMIOLOGÍA DE ESCOBA DE BRUJA (Moniliophthora perniciososa) EN ACCESIONES DE CACAO (Theobroma cacao L.) SILVESTRE COLECTADAS EN LA CUENCA DEL ALTO AMAZONAS*. Tarapoto: UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN.
- Garzon Vallejo, J. F. (2018). *USO DEL AJO Y/O SUS COMPUESTOS ACTIVOS COMO AGENTE ANTIMICROBIANO EN LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS*. Facatativa: UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA UNAD.
- González Inca, M. M. (2019). “Efecto de la comparación de biocontroladores sobre *Meloidogyne incognita* “nematodo del nudo”, en el cultivo de *Capsicum baccatum* “ají escabeche” en Barranca”. Huacho: Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión.

- Guimac Cedillo, L. Y. (2017). *Caracterización fisicoquímica y organoléptica del cacao criollo nativo (Theobroma cacao L.) de las parcelas cacaoteras de Amazonas APROCAM*. CHACHAPOYAS: UNIVERSIDAD NACIONAL "TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS".
- Hernández Lauzardo, A. N., Bautista Baños, S., & Velázquez del Valle, M. G. (2007). PROSPECTIVA DE EXTRACTOS VEGETALES PARA CONTROLAR ENFERMEDADES POSTCOSECHA HORTOFRUTÍCOLAS. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 30(2), 119-123.
- Huaman Pilco, A. F. (2019). *DIAGNÓSTICO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES DE CINCO AJÍES (Capsicum sp) EN INVERNADERO, HUAMBO, RODRÍGUEZ DE MENDOZA, REGIÓN AMAZONAS*. Chachapoyas: UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS.
- INIAP. (1993). *MANUAL DEL CULTIVO DE CACAO*. Quevedo.
- Jácome Vásquez, J. E. (2018). *ANÁLISIS DE LA DIVERSIDAD FENOTÍPICA DE CACAO NACIONAL X TRINITARIO (THEOBROMA CACAO L.) EN LA PROVINCIA DE EL ORO*. Machala: Universidad Técnica de Machala.
- Juárez, K., Díaz, E., Méndez, M., Pina, M., Pérez, A., & Sánchez, M. (2019). EFECTO DE EXTRACTOS CRUDOS DE AJO (*Allium sativum*) SOBRE EL DESARROLLO in vitro DE *Aspergillus parasiticus* Y *Aspergillus niger*. *Polibotanica*, 99- 111.
- Juárez-Segovia, K., Díaz-Darcia, E., Méndez-López, M., Pina-Canseco, M., Pérez-Santiago, A., & Sánchez-Medina, M. (2019). EFECTO DE EXTRACTOS CRUDOS DE AJO (*Allium sativum*) SOBRE EL DESARROLLO in vitro DE *Aspergillus parasiticus* Y *Aspergillus niger*. *POLIBOTÁNICA*, 47(8), 99-111.
- Julca León, G. E. (2018). *EFECTO in vitro DEL EXTRACTO CRUDO LIOFILIZADO DE Allium sativum "ajo" AL 0.5, 1, 5, 10, 25% DE CONCENTRACIÓN SOBRE Staphylococcus aureus*. Trujillo: UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO.
- León-Villamar, F., Calderón-Salazar, J., & Mayorga-Quinteros, E. (2016). Estrategias para el cultivo, comercialización y exportación del cacao fino de aroma en Ecuador. *Revista Ciencia UNEMI*, 9(18), 45-55.
- Lliuya Potokar, V. (2015). *FERTILIZACIÓN ORGÁNICA EN EL CRECIMIENTO VEGETATIVO DE LOS PATRONES DE CACAO (Theobroma cacao L.) EN UN SUELO INCEPTISOLS EN FASE DE VIVERO, EN EL DISTRITO DE NUEVO PROGRESO, TOCACHE, SAN MARTÍN*. San Martín.

- López Cuadra, Y. M., Cunias Rodríguez, M. Y., & Carrasco Vega, Y. L. (2020). El cacao peruano y su impacto en la economía nacional. *Universidad y Sociedad*, 12(3), 344 - 352.
- López Luengo, M. (2007). El ajo Propiedades farmacológicas e indicaciones terapéuticas. *AMBITO FARMACEUTICO Fitoterapia*, 78-81.
- López Medina, S. E., & Gil Rivero, A. E. (2017). Características germinativas de semillas de *Theobroma cacao* L. (Malvaceae) "cacao". *Arnaldoa*, 24(2), 609-618.
- López-Barrera, G. L. (2021). Análisis molecular de hongos antagonistas aislados de plantaciones de cacao (*Theobroma cacao*) de Norte de Santander. *Ingeniería y competitividad*, 23(2).
- Mancilla Álvarez, E. (2016). *Micropropagación de genotipos sobresalientes de ajo (Allium sativum L.)*. Montecillo: INSTITUCION DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION EN CIENCIAS AGRICOLAS.
- Martinotti, M. D., Castellanos, S. J., González, R., Camargo, A., & Fanzone, M. (2016). Efecto nematocida de extractos de ajo, orujo de uva y alperujo de aceituna; sobre *Meloidogyne incognita*, en vid, cv Chardonnay. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cuyo*, 48(1), 211-224.
- Mora Correa, A. H. (2021). *Uso de diferentes dosis de extractos etanólicos de ajo para control de moniliasis (moniliophthora rozeri) en el cultivo de cacao*. Machala: Universidad Técnica de Machala.
- Morales Intriago, F. L., Carrillo Zenteno, M. D., Ferreira Neto, J. A., Peña Galeas, M. M., Briones Caicedo, W. R., & Albán Moyano, M. N. (2018). Cadena de comercialización del cacao nacional en la provincia de Los Ríos, Ecuador. *Revista Ciencia y Tecnología*, 11(1), 63-69.
- Navarrete Vera, F. J. (2019). "USOS POTENCIALES DEL AJÍ (*Capsicum frutescens*) COMO INSECTICIDA". Babahoyo: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO.
- Neder Arellano, Z. N. (2020). *EFFECTO DE LECITINA DE SOYA, EN MEZCLA CON GLIFOSATO, SOBRE EL CONTROL DE MALEZAS EN CACAO (Theobroma cacao)*. Milagro: UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR.
- Nicho Salas, P. E., & Valencia Legua, A. (2009). *MANEJO TÉCNICO DEL CULTIVO DE AJÍ PÁPRIKA*. Lima: INCAGRO-PAPRIKA.
- Noboa Tovar, F. J. (2019). *Efecto de la aplicación de tres productos a base de ácidos húmicos y fúlvicos sobre el crecimiento y desarrollo de plántulas de cacao (Theobroma cacao)*

- L.) en la zona de Valencia, provincia de Los Ríos”. Quevedo: UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO.
- Osorio, J. A., Hío, J. C., Rodríguez, E., & García, G. A. (2018). *La escoba de bruja del cacao: búsqueda de nuevas alternativas de control*. Cundinamarca: Corpoica.
- Palate Mazo, R. M. (2019). “Reconocimiento de las plagas y enfermedades en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la parroquia Ricaurte, cantón San Lorenzo, Provincia de Esmeraldas 2019.”. Espejo: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO.
- Pasesku Petsayit, G. (2020). *Efecto de dosis del extracto de cola de caballo (*Equisetum bogotense* Kunth.) en la prevención de moniliasis (*Moniliophthora roreri*) en frutos de cacao orgánico (*Theobroma cacao* L.) Amazonas-2019*. Yarinacocha: UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL DE LA AMAZONÍA.
- Pérez, E., Guzmán, R., Álvarez, C., Lares, M., Martínez, K., Suniaga, G., & Pavani, A. (2021). Cacao, cultura y patrimonio: un hábitad de aroma fino en Venezuela. *RIVAR (Santiago)*, 8(22), 146 - 162.
- Pico R, J., Calderón P, D., Fernández A, F., & Díaz M, A. (2012). *GUÍA DEL MANEJO INTEGRADO DE ENFERMEDADES DEL CULTIVO DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) EN LA AMAZONIA*. Joya de los Sachas: Estación Experimental Central de la Amazonía.
- Pico, J. T., Paredes, N. J., Subia, C. R., Suarez, C., Díaz, A. E., Chimbo, P. P., & Caicedo, C. E. (2019). Dinámica Espacial de Esporas de *Moniliophthora roreri* (Cif & Par) en el Cultivo de Cacao (*Theobroma cacao* L.) en La Joya de Los Sachas. *INIAP*, 45-48.
- Quintana Lobeida, M. D., & Aguilar Herrera, J. V. (2018). Denominación de origen de cacao ecuatoriano: ¿un aporte de marketing? *INNOVA Research Journal*, 3(10.1), 68 - 76.
- Riva Ruiz, R. (2019). *MANUAL DEL CULTIVO DE AJÍ CHARAPITA (*Capsicum frutescens* L.)*. Ucayali: Universidad Nacional de Ucayali.
- Rodríguez Oré, M. E. (2016). *Efecto de diferentes concentraciones de Bencil Aminopurina en la micropropagación de diferentes variedades de ajíes (*Capsicum annum* L.) en Pucallpa*. Pucallpa: Universidad Nacional de Ucayali.
- Salinas Tamayo, F. D. (2020). *Evaluación de tres extractos vegetales elaborados en base a (*Manzanilla, Ajo y Romero*) para la inhibición del crecimiento de *Fusarium oxysporum**. Quito: UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ.
- Sánchez Cuevas, M. C., Jaramillo Aguilar, E. E., & Ramírez Morales, I. E. (2015). *Enfermedades del cacao*. Machala: Universidad Técnica de Machala.

- Sánchez Vásquez, J. (2019). *EFEECTO ANTIBACTERIANO IN VITRO DEL EXTRACTO ACUOSO DEL FRUTO DE Allium cepa (CEBOLLA) Y Allium sativum (AJO) EN Staphylococcus aureus*. Trujillo: UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES CHIMBOTE.
- Sánchez-Mora, F. D., Medina-Jara, S. M., Díaz-Coronel, G. T., Ramos-Remache, R. A., Vera-Chang, J. F., Vásquez-Morán, V. F., . . . Onofre-Nodari, R. (2015). Potencial sanitario y productivo de 12 clones de cacao en Ecuador. *Revista fitotecnia mexicana*, 38(3), 265-274.
- Santacruz, S., & Medrano, P. (2021). Use of phenolic compounds from cocoa pod-husks (*Theobroma cacao* L.) as inhibitors of *Salmonella* spp. in fresh cheese produced in Manabí, Ecuador. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 74(3), 9715-9722.
- Silva, D. M., & Bueno, A. d. (2015). Organic products selectivity for *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Arquivos do Instituto Biológico*, 82, 01-08.
- Soto Huamán, L. (2018). *INTRODUCCIÓN Y EVALUACIÓN DE PARÁMETROS DE RENDIMIENTO DE 4 VARIEDADES DEL CULTIVO DE AJO (Allium sativum L.). EN CONDICIONES DE LA PROVINCIA DE ACOBAMBA*". Acobamba: UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCABELICA.
- Sotomayor, D. (2013). Estimación de los retornos de las inversiones realizadas por INIAP en investigación y transferencia de tecnologías en cacao, Ecuador (2000-2010). *INIAP*.
- Suárez Cunza, S., Castro Luna, A., & Ale Borja, N. (2014). Actividad antioxidante in vitro de un extracto acuoso de *Allium Sativum* variedad Huaralino. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 80(4), 308-316.
- Suaterna Franco, L. T. (2021). *Mejoramiento agronómico del cultivo de cacao Theobroma cacao L en la finca Cañaguatè, vereda el Tesoro Municipio la Belleza Santander*. Yopal: Universidad de La Salle.
- Tamayo España, L. E. (2016). *Formulación de fungicida a base de Origanum vulgare L., Tradescantia spathacea Swartz y Zingiber officinale Roscoe para el manejo de Moniliophthora roreri Theobroma cacao L*. Chiapas: UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS.
- Tarqui Freire, O. M., Sotomayor Cantos, I. A., Casanova mendoza, T. d., Rodríguez Zamora, G. A., Plaza Avellán, L. F., & Zambrano Flores, F. G. (2017). Selección de genotipos

- de cacao (*Theobroma cacao* L.) con resistencia a escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*) en Los Ríos, Ecuador. *Ciencias Agrarias*, 17-26.
- Terrero Yépez, P. I., Peñaherrera Villafuerte, S. L., Solís Hidalgo, Z. K., Vera Coello, D. I., Navarrete Cedeño, J., & Herrera Defaz, M. A. (2018). Compatibilidad in vitro de *Trichoderma* spp. con fungicidas de uso común en cacao (*Theobroma cacao* L.). *Investigación Agraria*, 146-151.
- Tighe Neira, R., Montalba Navarro, R., Leonelli Cartergiani, G., & Contreras Novoa, A. (2014). Efecto de dos extractos botánicos en el desarrollo y contenido de polifenoles de ají (*Capsicum annum* L.)*. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 5(1), 115-127.
- Tirado-Gallego, P. A., Lopera-Álvarez, A., & Ríos-Osorio, L. A. (2016). Estrategias de control de *Moniliophthora roreri* y *Moniliophthora perniciosa* en *Theobroma cacao* L.: revisión sistemática. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 17(3), 417-430.
- Trujillo Sánchez, M. S. (2021). “*DENSIDAD DE SIEMBRA EN LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE AJÍ ESCABECHE (Capsicum baccatum L. var. pendulum), EN CAÑETE*”. Lima: UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA.
- Villa-Martínez, A., Pérez-Leal, R., Morales-Morales, H. A., Bazurto-Sotelo, M., Soto-Parra, J. M., & Martínez-Escudero, E. (2015). Situación actual en el control de *Fusarium* spp. y evaluación de la actividad antifúngica de extractos vegetales. *Acta Agronómica*, 64(2), 194-205.
- Villegas Panduro, P. P., Alarcón Castillo, T., & Rodríguez Oré, M. E. (2021). EFECTO DE DIFERENTES CONCENTRACIONES DE BENCILAMINOPURINA EN LA MICROPROPAGACIÓN DE DOS VARIEDADES DE AJÍES NATIVOS (*Capsicum chinense* Jacq.) EN PUCALLPA. *FOLIA Amazónica Revista del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana*, 30(1), 15-25.

ANEXOS

Anexo 1. Preparación de medio de cultivo (PDA)



Anexo 2. Aislamiento y purificación del hongo



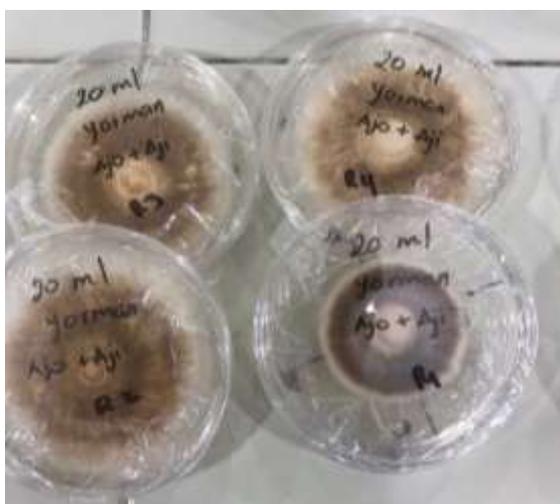
Anexo 3. Elaboración de extractos



Anexo 4. Plaqueo y siembra de tratamientos



Anexo 5. Crecimiento micelial de los tratamientos





Anexo 6. Anova paramétrico

Nueva tabla : 15/1/2022 - 10:51:18 - [Versión : 30/4/2020]

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
CM	40	0.96	0.95	11.82

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	94.95	9	10.55	77.76	<0.0001
TRAT	94.95	9	10.55	77.76	<0.0001
Error	4.07	30	0.14		
Total	99.02	39			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.88843

Error: 0.1367 gl: 30

TRAT Medias n E.E.

TRAT	Medias	n	E.E.	Signif.
T3	0.00	4	0.18	A
T2	0.31	4	0.18	A
T9	2.98	4	0.18	B
T1	3.32	4	0.18	B C
T0	3.58	4	0.18	B C D
T4	4.09	4	0.18	C D
T10	4.18	4	0.18	C D
T5	4.21	4	0.18	C D
T7	4.25	4	0.18	D
T6	4.25	4	0.18	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Nueva tabla : 15/1/2022 - 11:01:59 - [Versión : 30/4/2020]

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
CM (TRANSF)	40	0.96	0.95	5.54

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	8.70	9	0.97	81.10	<0.0001
TRAT	8.70	9	0.97	81.10	<0.0001
Error	0.36	30	0.01		
Total	9.06	39			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.26332

Error: 0.0118 gl: 30

TRAT Medias n E.E.

TRAT	Medias	n	E.E.	Signif.
T3	1.00	4	0.05	A
T2	1.12	4	0.05	A
T9	1.99	4	0.05	B
T1	2.08	4	0.05	B C
T8	2.13	4	0.05	B C
T4	2.26	4	0.05	C
T10	2.28	4	0.05	C
T5	2.28	4	0.05	C
T7	2.29	4	0.05	C
T6	2.29	4	0.05	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)