UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE AGRONOMIA

Tema

Evaluación de hidrolatos en el control de *Phytophthora infestans* en el cultivo de papa *(Solanum tuberosum)*.

DOCUMENTO FINAL DEL PROPUESTA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO.

AUTOR:

JESSICA ESTEFANIA CALERO VARGAS

TUTOR:

ING. MG. JOSÉ HERNÁN ZURITA VASQUEZ

CEVALLOS – ECUADOR 2025

"Evaluación de hidrolatos en el control de *Phytophthora infestans* en el cultivo de papa *(Solanum tuberosum)*"

REVISADO Y APROBADO POR:



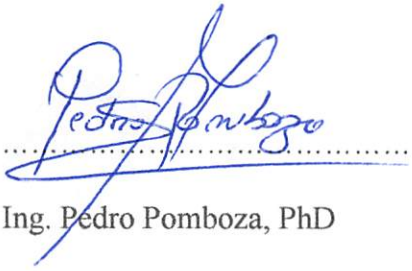
.....

ING. MG. José Hernán Zurita Vásquez

TUTOR

APROBADO POR LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DEL GRADO

FECHA



..... 12/02/2025

Ing. Pedro Pomboza, PhD

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIONES



..... 12/02/2025

Ing. Marco Pérez, PhD

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN



..... 12/02/2025

Ing. Mg. David Guerrero

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

El suscrito, **Jessica Estefania Calero Vargas**, portador de la cedula de ciudadanía número: 1805173588, libre y voluntariamente declaro que el Informe Final del proyecto de investigación titulado: **Evaluación de hidrolatos en el control de *Phytophthora infestans* en el cultivo de papa *(Solanum tuberosum),*** es original, auténtico y personal. En tal virtud, declaro que el contenido es de absoluta responsabilidad legal y académica, excepto donde se indican las fuentes de información consultadas.

JESSICA ESTEFANIA CALERO VARGAS
C.I. 1805173588
AUTORA

DERECHO DE AUTOR

Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado **Evaluación de hidrolatos en el control de *Phytophthora infestans* en el cultivo de papa *(Solanum tuberosum)***, como uno de los requisitos previos para la obtención del título de grado de Ingeniero Agrónomo, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que este documento esté disponible para su lectura, según las normas de la Universidad.

Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de este Informe Final, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial.

Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la publicación de este Informe Final, o de parte de él.

JESSICA ESTEFANIA CALERO VARGAS

DEDICATORIA

Dedico esta tesis con todo mi amor: a Dios quien me guio con su santo espíritu, me dio la sabiduría para culminar este estudio, por darme salud y bendición para lograr mis metas como persona y profesional y nunca soltar mi mano.

También dedico a mi padre Fausto Calero quien influyo en mi vida y me aconsejaba desde muy pequeña a luchar por mis sueños y aunque fue muy breve su estadía en esta tierra sé que está desde el cielo cuidándome, a mi Madre Julia Rosario Vargas Sánchez que nunca me dejo sola, que con sus oraciones me ayudaba a seguir cuando sentía que no podía más, porque me apoyo en todo momento y que a pesar de quedarse sola ella nunca dejo de luchar por mi bienestar y el de mis hermanos. Por ser una madre ejemplar y enseñarme a no darme por vencido, que debo confiar en Dios sobre todas las cosas.

A mis hermanos Carlos Andrés Calero Vargas que a pesar de todas las dificultades que pasamos él nunca me dejo, por ofrecerme su apoyo económico y emocional a lo largo de mi trayectoria, porque me ha cuidado y apoyado para poder finalizar mi carrera profesional. A mi hermana Vanessa Elizabeth Calero Vargas y a mi cuñado Johnny Medina que me apoyaron incondicionalmente sea moral y económicamente, me consolaron cuando quería rendirme, ya que siempre ellos me inculcaron a confiar en Dios. A mis hermanos Diego, José, Alexandra y Jenny por nunca dudar de mí.

A mis amigos Wendy Tubón y Jonny Minga por brindarme su amistad y apoyo en mi ciclo de estudio hasta el final.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por guiarme y darme la fortaleza necesaria para completar mi tesis con éxito. A mis docentes que me brindaron e impartieron sus conocimientos a lo largo del tiempo y a la Universidad Técnica de Ambato, además un especial agradecimiento al Ing. Hernán Zurita y al Ing. Luciano Valle que siempre estuvieron dispuestos a ayudarme hasta el final en este proyecto. A mis amigos que me brindaron su amistad sincera y que con su apoyo culmino una meta más en mi vida.

ÍNDICE GENERAL

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN ii

DERECHO DE AUTOR..... iii

DEDICATORIA..... iv

AGRADECIMIENTO v

RESUMEN..... xiv

ABSTRACT xv

CAPÍTULO I.....16

INTRODUCCIÓN 16

MARCO TEORICO 19

1.1 Antecedentes Investigativos 19

1.1.1. Características fundamentales 21

1.1.2 Descripción morfológica del cultivo.....22

1.1.3 Etapas fenológicas del cultivo de papa.....23

1.1.4 Requerimientos edafoclimáticos de la papa.....25

1.1.2. Variedades de papa .....**Error! Bookmark not defined.**

1.1.4. Prácticas recomendadas para el manejo de la plantación.....27

1.1.6. Tizón tardío (*Phytophthora infestans*)......**Error! Bookmark not defined.**

1.1.12. Los Hidrolatos 36

1.2 OBJETIVOS.....40

1.2.1 Objetivo general.....40

1.2.2 Objetivos Específicos.....40

CAPITULO II.....41

METODOLOGIA.....41

2.1 Ubicación del experimento.....41

2.2 Caracterización del lugar.....41

2.3 Equipos y materiales.....42

2.3.1 Materiales de campo.....42

2.3.2. Materiales de oficina.....42

2.4 Factores en estudio.....43

2.4.1 Hidrolatos.....43

2.4.2 Dosis para los hidrolatos.....43

2.4.3 Frecuencia de aplicación.....43

2.5 Tratamientos.....44

2.6 Manejo experimental.....45

2.6.1 Preparación del terreno.....45

2.6.2 Siembra.....45

2.6.3 Riego.....45

2.6.4 Control de malezas o deshierbe.....46

2.6.5 Obtención de hidrolatos 46

2.6.6 Obtención de *Phytophthora infestans* 47

2.6.7 Reproducción de los hongos fitopatógenos 48

2.6.8 Preparación del medio para Phytophthora infestans 49

2.6.9 Aplicación de los hidrolatos 49

2.6.10 Toma de datos.....49

2.7 Variable Respuesta.....50

2.7.1 Severidad 50

2.7.2 Incidencia.....50

2.8 Diseño experimental.....52

2.9 Esquema de la disposición del ensayo.....52

CAPITULO III.....52

RESULTADOS Y DISCUSIÓN 53

3.1 Incidencia 53

3.2 Severidad 56

CAPITULO IV.....59

CONCLUCIONES Y RECOMENDACIONES 59

4.1 CONCLUSIONES.....59

4.2 RECOMENDACIÓNES 59

BIBLIOGRAFÍA 61

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la papa. 22

Tabla 2. Requerimientos edafoclimáticos. 25

Tabla 3. Enfermedades y plagas del cultivo. 30

Tabla 4. Esquema de la distribución para la aplicación de los tratamientos en el ensayo. 44

Tabla 5. Análisis de la Varianza para la variable Incidencia. 53

Tabla 6. Prueba de Tukey para la variable de porcentaje de incidencia. 54

Tabla 7. Análisis de la Varianza para la variable Severidad. 56

Tabla 8. Prueba de Tukey para la variable de porcentaje de severidad. 57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Síntomas foliares del tizón tardío causado por el hongo Phytophthora infestans en el cultivo de papa 32

Figura 2. Ciclo de vida de P. infestans en papa. 33

Figura 3. Recolección de partes del cultivo de papa infestada por tizón tardío 47

Figura 4. Desinsectación de las muestras infectadas por P. infestans y colocadas en cámara húmedo. 48

Figura 5. Identificación de P. infestans por microscopio. 48

Figura 6. Colonia de una semana de edad de Phytophthora infestans por medio de agar (PDA).....49

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS (ANEXOS)

Anexo 1. Recolección de muestras con tejido infectado de tizón tardío (Phytophthora infestans) en el cultivo de papa. 67

Anexo 2. Aislamiento de las muestras para la identificación de tizón tardío (Phytophthora infestans). 67

Anexo 3. Identificación de Phytophthora infestans en microscopio. 68

Anexo 4. Preparación de medio de cultivo para Phytophthora infestans. 68

Anexo 5. Siembra de Phytophthora infestans. 69

Anexo 6. Crecimiento de Phytophthora infestans 69

Anexo 7. Raspado y colocación de Phytophthora infestans en agua destilada para la conservación de sus esporas. 70

Anexo 8. Recolección de material vegetal de ruda, marco y romero para la elaboración de los hidrolatos. 70

Anexo 9. Elaboración de los hidrolatos. 71

Anexo 10. Siembra y desinfestación de la semilla Yema de huevo. 72

Anexo 11. Ubicación de tratamientos con sus etiquetas. 72

Anexo 12. Infestación de tizón tardío en el cultivo de papa. 73

Anexo 13. Aplicación de los hidrolatos (Ruda, Romero y Marco). 73

Anexo 14. Recolección de muestras para el análisis de severidad. 74

Anexo 15. Toma de datos de severidad. 74

Anexo 16. Tabla de datos de incidencia. 75

Anexo 17. Tabla de datos de severidad. 76

RESUMEN

El tizón tardío (*Phytophthora infestans),* es una enfermedad que causa daño a nivel mundial en el cultivo de papa, provocando pérdidas económicas y que se controla con productos químicos como son los fungicidas. Por lo tanto, el presente proyecto busco comprobar la acción de los hidrolatos de marco *(Franseria artemisioides),* ruda *(Ruta graveolens L.)* y romero *(Salvia rosmarinus)* para prevenir el tizón tardío (*Phytophthora infestans*) aplicando diferentes dosis, en el cultivo de papa *(Solanum tuberosum),* con el objetivo que el uso de productos alternativos en base de extractos de plantas o mezcla de plantas para la elaboración de fungicidas botánicos y el manejo de plagas agrícolas sea una alternativa para los agricultores.

Se analizó la eficacia de los hidrolatos con tres repeticiones: hidrolato de ruda, hidrolato marco y hidrolato de romero con dosis de: 5, 10 y 15 ml/L en el cultivo de papa ya establecido. Estos tratamientos se aplicaron directamente al follaje de la planta por medio de un pulverizador.

Se identifico un resultado del producto y las dosis favorables sobre la incidencia y severidad. Los tratamientos de hidrolato de ruda y Romero con dosis al 15 ml/L tienen un resultado muy favorable para inhibir el crecimiento del patógeno. Estos tratamientos lograron disminuir la incidencia al 15, 74% y severidad con 17,90% valores por debajo del tratamiento testigo.

Se concluyo que el uso de productos en base de extractos de plantas se observó que pueden ser eficaces y aplicados al cultivo de papa, y asi ayuda a precautelar la salud de la planta contra el tizón tardío (*Phytophthora infestans).*

Palabras clave: *Phytophthora infestans,* hidrolatos, papa, Image j, incidencia, severidad.

ABSTRACT

Late blight (Phytophthora infestans) is a disease that causes worldwide damage to potato crops, causing economic losses and is controlled with chemical products such as fungicides. Therefore, the present project sought to test the action of the hydrolyzates of marramon (Franseria artemisioides), rue (Ruta graveolens L.) and rosemary (Salvia rosmarinus) to prevent late blight (Phytophthora infestans) by applying different doses to potato (Solanum tuberosum) crops, with the aim of making the use of alternative products based on plant extracts or plant mixtures for the production of botanical fungicides and the management of agricultural pests an alternative for farmers.

The efficacy of the hydrolats was analysed with three replicates: rue hydrolat, marco hydrolat and rosemary hydrolat with doses of: 5, 10 and 15 ml/L in the established potato crop. These treatments were applied directly to the foliage of the plant by means of a sprayer.

A favourable result of the product and doses on incidence and severity was identified. The treatments of rue and rosemary hydrolate with doses of 15 ml/L have a very favourable result in inhibiting the growth of the pathogen. These treatments were able to reduce the incidence to 15.74% and severity to 17.90%, values below the control treatment.

It was concluded that the use of products based on plant extracts can be effective and applied to the potato crop, and thus help to protect the health of the plant against late blight (Phytophthora infestans).

Key words: *Phytophthora infestans*, hydrolysates, potato, Image j, incidence, severity.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La papa *(Solanum tuberosum)* corresponde a la familia Solanáceas, su importancia radica en el alto índice de producción y consumo en el mundo. Es el cuarto alimento de mayor importancia de 320 millones de toneladas por año a nivel mundial. Este cultivo se encuentra en Europa y en América del Norte son de los mayores productores, aunque en Asia, África y América Latina se encuentran plantaciones en el trascurso del tiempo. Este tubérculo es utilizado de muchas formas para preparación de alimentos, ofrece desde el consumo hasta el industrializado por lo que se consigue almidón, alcohol y celulosa de la cascara de papa (Borba, 2008)**.**

En la actualidad la papa *(Solanum tuberosum)* es el segundo cultivo más importante en la Sierra ecuatoriana, la producción y comercialización de la papa está distribuida el 88% por los pequeños agricultores y el 12% está conformado por los grandes productores ya que representa uno de los mayores ingresos para sus economías y las de sus familias. Pero la producción se ve limitado por el ataque de diferentes hongos fitopatógenos (Jica, 2015).

En la agricultura mundial los hongos fitopatógenos son causantes de enfermedades en los cultivos, ocasionando perdidas en la producción biologica, esto quiere decir, afecta al crecimiento y desarrollo de las plantas hospedantes atacadas por las enfermedades ocasionadas por los hongos. Las enfermedades ocasionadas por diversos hongos son uno de los desafíos que el agricultor tiene al momento de producir, ya que ocasionan perdidas a los agricultores a nivel mundial que ascienden a miles de millones de dólares.

Estudios realizados por diferentes instituciones estiman que las perdidas por los hongos fitopatógenos son del orden de 5- 25% en países desarrollados y 20- 50% en países en desarrollo (Chicaiza, 2014)**.**

La producción mundial de papas alcanza cerca de 375 millones de toneladas en más de 17,8 millones de hectáreas, esto equivale a un rendimiento promedio de 21 toneladas por hectárea, convirtiendo a este alimento en uno de mayor consumo mundial (Fedepapa, 2023)**.**

La importancia de este cultivo radica en que es un factor socioeconómico de las comunidades andinas del Ecuador, no solo para la preparación de alimentos, sino también porque es una fuente de ingresos para los agricultores de las comunidades rurales. Las provincias representativas en producción del cultivo de la papa son: Carchi, con una participación de 43,5% en el año 2022; la provincia de Chimborazo con el 18% en la producción nacional; Tungurahua con el 11.3%; Cotopaxi con el 17.5% y otras provincias con el 33,5%. Los productores que cultivan este tubérculo lo hacen entre 10 y 30 ha de papa al año son los principales proveedores de la industria, mientras que los pequeños productores, con 2 o menos ha por año, son los principales proveedores del mercado en fresco (Cuesta et al., 2022)**.**

En el transcurso del tiempo se ha identificado hongos que han sido causantes de afectaciones y deterioro patológico en el cultivo de papa. Uno de los hongos que afecta al cultivo de la papa provocando la enfermedad del Tizón tardío *(Phytophthora infestans*) es una de las enfermedades que disminuye la producción de la papa y es causada por el Oomyceto. Se propaga a través del viento y en condiciones climáticas húmedas y cálidas. Es una enfermedad destructiva que afecta principalmente a las plantas de papa *(Solanum tuberosum)* y tomate *(Solanum Lycopersicum).* Esta enfermedad es una de las más importantes que en las condiciones edafoclimáticas adecuadas puede ocasionar grandes pérdidas, afectando la seguridad alimentaria y la economía agrícola (Pumisacho et al., 2002).

La propagación rápida de la lancha hace que su control sea un desafío permanente para los agricultores. Por lo que el manejo integrado, que abarca practicas agronómicas, resistencia genética y aplicación de fungicidas, es primordial para la dispersión rápida del tizón tardío en el cultivo de papa.

En el trascurso del tiempo se ha identificado un incremento de agresividad del patógeno causando una inagotable búsqueda de medidas de control, que consiste: control genético, químico, cultural, biológico y control botánico. Entre los métodos ya mencionados el método que es más utilizado para combatir Tizón tardío, es el control químico, por lo que la utilización desmedida de este método ha causado que el patógeno cree una resistencia en algunos productos químicos y asi causando una problemática en el ambiente, en la

salud de los agricultores ya que al utilizar los productos químicos sin la protección adecuada provoca enfermedades, y a los consumidores por el uso excesivo de los químicos.

La presente investigación tuvo como objetivo estudiar los hidrolatos de ruda *(Ruta graveolens)*, marco *(Ambrosia peruviana)* y romero *(Salvia rosmarinus)* para el manejo del tizón tardío *(Phytophthora infestans*). Pretende ayudar al agricultor para que pueda optar por un control botánico para combatir el Tizón tardío y asi pueda reducir los costos de producción e incrementar el rendimiento y producción del cultivo.

Con esta investigación se quiere aportar a futuros proyectos del control de Tizón tardío y de otras enfermedades causados por hongos fitopatógenos y contribuir con métodos de control botánico que no afecta al medio ambiente, al agricultor y al consumidor.

MARCO TEORICO

1.1 Antecedentes Investigativos

De acuerdo con Rosmery et al., (2006), Concluyeron que una de las enfermedades que afecta a la papa es el Tizón Tardío (*Phytophthora infestans)*. El mismo que es capaz de destruir completamente las plantaciones en poco tiempo, es decir, su agresividad tiene un efecto negativo en la rentabilidad del cultivo, ya que puede atacar a la planta de la papa en cualquier fase de desarrollo. Por ello la mayoría de los agricultores hacen uso de agroquímicos que demuestran resultados favorables pero que afectan al medio ambiente, al productor y al consumidor. Por lo que actualmente se busca nuevas alternativas de control. Por ejemplo, el uso de productos naturales como los orgánicos o biológicos, ya que estos productos son amigables con el medio ambiente y a la vez son eficientes en el control de patógenos. Esto contribuye a disminuir el uso excesivo de los agroquímicos**.**

Por otro lado Ramírez et al., (2016), realizaron un estudio sobre la actividad antifúngica de hidrodestilados y aceites sobre *Alternaria solani*, *Fusarium oxysporum y Colletotrichum gloesporioides*, in vitro donde se evaluó el efecto regulador de hidrodestilados y aceites. En este estudio se utilizó la técnica de medio envenenado con los hidrolatos de clavo de olor y canela. El resultado mostro una inhibición en el desarrollo de estos patógenos: de manera que se puede utilizar estos hidrolatos como una alternativa para el manejo de los patógenos.

A su vez Mariana et al., (2021), mencionan que realizaron un ensayo el cual consistió en analizar el efecto antifúngico de los hidrolatos ajo-ají sobre la *Monilia (Moniliophthora roreri),* en cuanto a los resultados se identificó a lo largo de la investigación, que los hidrolatos de ajo y ají extraídos a partir de maceración o extracción con etanol como solvente, tienen una eficaz inhibición en los hongos patógenos similares a la Monilia.

Asi mismo Ayala et al., (2022), examinaron el efecto insecticida de hidrolato de Molle sobre el maíz. Como resultado obtuvieron que el insecticida de hidrolato de Molle aplicado en cada parcela tuvo un efecto en la muerte de los pulgones gracias a la aplicación del hidrolato con dosis de 40, 70 y 90%. Aunque se recomendó una concentración de dosis del 100% sobre los cultivos de maíz para más efectividad.

Se debe agregar que existe poco conocimiento con el uso de los hidrolatos en el control del Tizón tardío por todo esto a continuación se detallan diversos estudios enfocados en el control de *Phytophthora infestans* en papa aplicando hidrolatos.

De igual modo Chalacamá (2016), en su investigación del "Efecto del hidrolato de manzanilla *(Matricaria chamomilla)* en el manejo de *Phytophthora infestans* en el cultivo de papa variedad Superchola menciona que se aplicó tres dosis (baja, media y alta) de hidrolatos de manzanilla vía foliar. La aplicación de este hidrolato dio como resultado una disminución significativa en la incidencia y severidad del ataque de esta enfermedad Tizón tardío (*Phytophthora infestans)* en la papa, principalmente si se aplicaba dosis altas. En conclusión, se puede decir que los hidrolatos son una buena alternativa para el control de la enfermedad.

Por otra parte Camino (2024), menciona que, en su estudio se evaluó in vitro el efecto antifúngico de los hidrolatos de *Cymbopogon citratus, Cinnamomum verum* y una combinación de ambos obtenidos por arrastre de vapor sobre *Phytophthora infestans* aislado de *Solanum Tuberosum*, por lo cual se aplicó la técnica de medio envenenado, con tres concentraciones de cada uno (bajo 20%, medio 30% y alto 40%), de donde se infiere que el hidrolato de canela indica que el dia noveno se observó una disminución en el crecimiento de *P. infestans* con un 84,14% de eficacia. Para concluir el hidrolato de canela a una concentración alta tiene resultados positivos para controlar al patógeno.

También Montenegro et al., (2021), menciona que la aplicación de hidrolato de la planta cola de caballo *(Equisetum arvenseen)* en cultivos de tomate y papa para el control de la gota (*Phytophthora infestans)* han obtenido excelentes resultados, ya que tiene un porcentaje de 70 y 80% de silicio que está presente en la planta como sílice, esto quiere decir que impulsa el fortalecimiento de la pared celular de las hojas y de los tallos. Definitivamente se puede decir que los hidrolatos de cola de caballo *(Equisetum arvenseen)* ayuda al cultivo de papa a la prevención y control del Tizón tardío (*Phytophthora infestans),* además sirve como abono al suelo.

Tal es el caso de Uscátegui (2013), quien realizo una investigación la cual consistió en estudiar la bioactividad de hidrosoles, aceites esenciales y mezclas de extractos de especies vegetales para el control de *Rhizoctonia solani*, *Phytophthora infestans* y Fusarium oxysporum en el cultivo de papa *(Solanum tuberosum),* con el fin de evaluar la capacidad que tienen los productos realizados a base de material vegetal asi como también evaluar los diferentes niveles de dosis que se debe aplicar para controlar los patógenos indicados que afecta al cultivo de papa, concluyendo que los productos aplicados como tratamientos dieron resultados favorables al momento de controlar los patógenos mencionados, pero que los hidrosoles dieron el mayor porcentaje de inhibición para los tres patógenos, en conclusión se puede decir que el hidrosol evaluado afecto el crecimiento de los hongos estudiados.

1.1.1. Características fundamentales

1.1.2.1. Origen de la papa *(Solanum tuberosum)*

La papa ***(Solanum tuberosum)***, conocida también como «Mamá Jatha», o madre del crecimiento es un cultivo originario de los Andes en América del Sur, ubicado en el Perú Central – Ecuador y al Sur de Chile. Los pueblos indígenas andinos comenzaron primero a cultivar y consumir este tubérculo. La patata llego a Europa por medio de los conquistadores europeos y siendo la dieta de muchas naciones. Este cultivo se ha adaptado con el pasar el tiempo a los cambios climáticos y se ha diversificado en una amplia variedad de formas, colores y tamaños debido a la selección natural y con la intervención humana haciendo un mejoramiento genético de este tubérculo. La papa cumple un papel multifacético en Ecuador, ya que es un alimento fundamental para el consumidor y el agricultor ya que es un cultivo comercial e importante en la gastronomía de los ecuatorianos (Paca, 2009).

1.1.1.1 Clasificación taxonómica y morfología del cultivo de papa *(Solanum tuberosum).*

A continuación, se muestra la clasificación taxonómica de la papa.

Tabla 1. *Clasificación taxonómica de la papa.*

Reino	Vegetal
División	*Magnoliophyta*
Clase	*Magnoliopsida*
Orden	*Solanales*
Familia	*Solanáceae*
Genero	*Solanum*
Especie	*S. Tuberosum*
Nombre científico	*Solanum Tuberosum*

Fuente: (Vizcaíno, 2017)

1.1.2 Descripción morfológica del cultivo

Según Martínez et al., (2023), está constituida la planta de papa por:

Raíces: Su función es la absorción de agua. La raíz puede ser axonomorfa con ramificaciones laterales cuando se produce por medio de una semilla y cuando se desarrolla por medio de tubérculos, las raíces son adventicias. Por lo que necesita un suelo de que tenga buenas condiciones físicas y químicas para su buen crecimiento.

Tallos: Se origina de las yemas u ojos del tubérculo madre. Es multifuncional ya que suministra el transporte de nutrientes, soporte, almacenamiento, en procesos reproductivos y para la fotosíntesis. Desarrolla tallos erectos y ramificados.

Estolones: Son encargados de transportar azucares que se depositan en los tubérculos como almidones. Son tallos laterales que se desarrollan horizontalmente por debajo del suelo a por medio de las yemas de la parte subterránea de los tallos.

Tubérculos: Es un engrosamiento del estolón como resultado de la acumulación de reservas y es el principal órgano de reserva de la planta. El tubérculo tiene dos partes: el basal, o extremo ligado al estolón, que se le conoce como talón, y el extremo expuesto, que se llama extremo apical o distal.

Hojas: Son encargadas de transformar la energía solar en alimento para la planta. El tipo de las hojas son lobuladas o dentadas.

Frutos: es una baya de color verde. En ella se encuentra la semilla botánica, que contiene más de 200 semillas. Las semillas son: ovaladas, planas y pequeñas.

1.1.3 Etapas fenológicas del cultivo de papa

Según Vignola et al., (2017), la papa es una planta herbácea perenne que se cultiva como anual y tiene un ciclo fenológico que se divide en 5 etapas.

Fase de emergencia o brotación de la semilla

La primera fase comienza después de la preparación del suelo y la colocación de la semilla del tubérculo en los surcos; los tubérculos entran en estado de dormancia, y comenzara a brotar a partir de los 15 a 20 días dependiendo de la variedad de la papa.

Fase de crecimiento de brotes laterales

Después de la fase de brotación comienza el proceso de fotosíntesis para el crecimiento aéreo de la planta; en esta fase se desarrolla los tallos, ramas y hojas. También se da la expansión de los estolones en la parte subterránea.

Fase de inicio de la tuberización

En esta etapa sigue su crecimiento aéreo, seguidamente en la parte radicular subterránea se van formando los tubérculos que se desarrollan en los estolones.

Fase de floración y llenado de tubérculos

Comienza esta fase con el desarrollo de la floración (depende la variedad de la semilla), comienza las células de la papa a extenderse por la acumulación de agua, nutrientes y carbohidratos. En esta fase el tubérculo asimila los nutrientes y carbohidratos requeridos por el cultivo.

Fase de maduración

En esta etapa final del crecimiento y la tasa fotosintética del cultivo se reduce notablemente; las plantas se amarillan, se secan y comienzan a sucumbir esta fase va desde 127 hasta los 200 días. La cosecha se realiza a los 5 meses o 6 meses en otras variedades.

1.1.4 Requerimientos edafoclimáticos de la papa

Según Zúñiga Chila et al., (2017)**,** los requerimientos edafoclimáticos de la papa ***(Solanum tuberosum)*** son importantes factores para el desarrollo y crecimiento optimo del tubérculo.

Tabla 2. *Requerimientos edafoclimáticos.*

Requerimientos edafoclimáticos	**Cultivo de papa**
Clima	Templado – frio
Altitud	2.300 a 3.600 msnm.
Temperatura	Entre 15°C y 20°C. temperaturas más altas pueden provocar estrés térmico.
Suelo	Francos o franco arenoso, que contenga humus, con subsuelo profundo y con un buen drenaje.
Ph	5.0 a 6.5
Agua	Los requerimientos hídricos van entre los 600 a 1000 milímetros por ciclo de producción dependiendo de las condiciones de la temperatura en la que se encuentre.

1.1.2. Variedades de papa

Según Cuesta et al., (2022), en Ecuador existe aproximadamente 500 variedades de papa que son de diferentes características como el color y tamaño. Las variedades que son más comerciales son:

- Uvilla
- Yema de huevo
- Leona negra
- Coneja negra
- Coneja blanca
- Puña
- Calvache
- Chaucha colorada
- Santa rosa
- Carrizo
- Chola
- Gabriela
- Chaucha
- Yana shungo

1.1.3. Yema de huevo

La variedad Yema de huevo se le utiliza para frituras, cocida o al vapor. Sus tubérculos tienen una forma redonda con ojos de profundidad mediana. El color de su piel y de su pulpa es de color amarrilla.

Sus características morfológicas son: plantas decumbentes, tallos de color verde con alas rectas, sus hojas son 3 pares de foliolos laterales, sus flores son de color blanco y sus tubérculos con un periodo de reposo de 10 días. Se recomienda cultivar en zonas de los 2600 a 3500 m de altitud (Rivadeneira, 2013).

1.1.4. Prácticas recomendadas para el manejo de la plantación

Según Rizo et al., (2018), las prácticas para el manejo de la plantación del cultivo de papa son:

Época de siembra

Se recomienda sembrar las papas en la temporada adecuada, tomando en cuenta las variaciones climáticas regionales del lugar de donde se va cultivar el tubérculo.

La preparación del suelo en tiempos favorables es un factor indispensable ya que se realiza antes de la siembra, para que el terreno esté listo para el cultivo. Los terrenos en descanso, por lo general se aplica materia verde en el suelo.

Elección y preparación del terreno

La elección del terreno para la siembra del cultivo de la papa es de suma importancia ya que se debe considerar el Ph del suelo, ya que se recomienda que tenga un Ph de 5.0 a 6.5. No sembrar en terrenos con pendientes mayores al 20% para prevenir la erosión, que tenga una capa arable mayor a 30 cm, una buena capacidad de absorción de agua.

Desinfección de la semilla

Antes de la siembra se recomienda que la semilla pase por un proceso de desinfección para que no se enferme, o se pudra al momento que entre en contacto con el suelo. Por lo cual en un tanque con agua se coloca el producto químico y se procede a mezclar hasta que tenga una consistencia homogénea, se coloca las semillas en el tanque durante 5 minutos. Por último, se colocan en un recipiente las semillas para que se seque en sombra y está lista para la siembra.

Surcos

Al momento de realizar los surcos se utiliza maquinaria, yunta o azadón, para esta labor se debe tener en cuenta la extensión y topografía donde se va realizar la siembra. La distancia que va tener entre surcos depende de la variedad utilizado.

Siembra

En la siembra se ubica en una distancia mayor o igual a 40 y 25 a 30 cm, respectivamente. La profundidad en que va la semilla depende de la humedad que tenga el suelo y del tamaño que sea la semilla y brotes. Si la semilla y los brotes están bien formados es recomendable sembrarla a una profundidad de 5 cm de tierra: si el terreno no tiene suficiente humedad y seco, por lo cual, la humedad esta más profundo, se debe sembrar a una profundidad de 8- 12 cm.

Fertilización

Para el buen desarrollo del tubérculo es necesario que el suelo tenga los nutrientes necesarios N-P-K para la formación de los órganos y de materiales de reserva que se almacenen. El cultivo de papa tiene diferentes fases y procesos fisiológicos durante su desarrollo por lo cual es necesario utilizar fertilizantes que contengan elementos menores o microelementos como: Ca-Mg-S-Fe-Mn-Cu-Zn-B durante el crecimiento de la planta.

Manejo de Riego

Un adecuado manejo de riego para mantener los niveles de humedad en el suelo, para drenar y controlar los excesos de agua que puedan ocasionar daño a la planta en el desarrollo del tubérculo para lo cual se debe realizar zanjas.

Labores culturales

Para el control de malezas se utiliza el rascadillo que sirve para aflojar superficialmente el suelo para que no afecta a la humedad del suelo.

El aporque se realiza a los 45 a 50 días después de la siembra; con la fertilización que se debe realizar el mismo tiempo; el aporque del cultivo se procede a realizar a los 60 días. Para tener estolones adecuados y para la tuberización se realiza el medio aporque, ya que, permite un ambiente adecuado y controlando malezas.

Cosecha

El tiempo de cosecha es en el momento en que el cultivo ha llegado a la fase de madurez fisiológica. Esta etapa varía de acuerdo a la altitud y variedad, ocurre entre los 6-7 meses de la siembra. Se recomienda almacenarla en temperaturas de 10°C con una humedad entre el 80-85%.

1.1.5. Plagas y enfermedades

Según Méndez et al., (2018), las principales enfermedades y plagas que afectan al cultivo de papa son:

Tabla 3. *Enfermedades y plagas del cultivo.*

Pudrición seca (*Fusarium spp)*	Presenta anillos concéntricos. Las áreas infectadas se toman de color marrón claro o negro y se caen (se hunde y se arrugas).
Tizón Tardío *(Phytophthora infestans)*	Presencia de manchas oscuras en los tallos que se le hacen quebradizos.
Tizón temprano *(Alternaria solani)*	Hojas con manchas irregulares con aspecto de anillos concéntricos en su interior.
Punta morada *(Candidatus liberibacter solanacearum* spp*)*	Cambios en el desarrollo y su crecimiento con malformaciones en la papa.
Plagas	**Daño**
Polilla *(Tecia solanivora)*	Causa lecciones en las hojas y brotes, provocando qué las hojas se sequen y las larvas hacen galerías irregulares.
Gusano Blanco *(Premnotrypes vorax)*	Los adultos se alimentan de hojas inferiores y de los foliolos del cultivo.
Trips *(Frankliniella spp)*	Provoca hojas con manchas plateadas, provoca en el hospedante ocasiona el secado y muerte de la planta.
Pulguilla saltona *(Epitrix spp.)*	Crea agujeros pequeños de forma redondeados, ocasionando que el crecimiento de la planta sea retardado y reduciendo el rendimiento.
Paratrioza *(Bactericera cockerelli* Sulc*)*	Provoca dos enfermedades a las plantas al momento que se alimentan. La primera es Amarillamiento de Psilido y es provocado por la toxicidad de su saliva; y la otra enfermedad se le conoce como “Papa Rayada” y es ocasionadas por una bacteria que está dentro de él.

1.1.6. Tizón tardío (*Phytophthora infestans*)

P. infestans es un hongo que provoca la enfermedad conocida por los agricultores como el tizón tardío, proviene de América del Sur y en el año 1840 fue causante de la gran hambruna irlandesa.

El hongo *P. infestans* está estructurado por los esporangios, esporangióforos y zoosporas que causan la enfermedad del tizón tardío que afecta a la familia de las Solanáceas, principalmente a las plantas de papa *(Solanum tuberosum)* y tomate (*Solanum lycopersicum).*

En condiciones edafoclimáticas favorables se extiende rápidamente afectando al cultivo sin importar en la etapa que se encuentre ocasionando grandes pérdidas, afectando la seguridad alimentaria y la economía agrícola.

Por lo que el manejo integrado, que abarca practicas agronómicas, resistencia genética y aplicación de fungicidas, es primordial para la dispersión rápida del tizón tardío en el cultivo de papa (Zamora, 2023).

1.1.7. Factores edafoclimáticos que favorecen el desarrollo de *P. infestans*

Según Huilcapi, (2012), el desarrollo de esta enfermedad se propaga con mayor incidencia en zonas húmedas y templadas con en altitudes entre los 1.500 a 3. 000 m.s.n.m., mientras que en altitudes entre los 3.000 a 3.500 m.s.n.m, su propagación son menores. En la región sierra el desarrollo de esta enfermedad ocurre en temperaturas moderadas entre 12 a 18°C y humedad relativa de 95 a 100%, otro factor es la niebla, lluvias matutino y sol intenso por las tardes. Haciendo que en el cultivo los síntomas se manifiesten entre 5 a 7 días después de la infección y sea destruido en pocos días.

1.1.8. Síntomas

Esta enfermedad ocasiona en las hojas de las plantas lesiones o manchas redondeadas de color marrón oscuro que son rodeadas por una pelusilla de miles de esporangios suaves y blancos. Estas lesiones se propagan rápidamente, causando la muerte del tejido y descomposición completa de las hojas. En el tallo la infección se expande longitudinalmente de 5 a 10 cm con un color Marrone o negro. Cuando alcanza todo el diámetro del tallo ocasiona debilidad y fácilmente se quiebra llegando a un colapso y muerte por la lesión (Cáceres et al., 2007).

Los tubérculos son infectados por medio de yemas, lenticelas o heridas y también pueden penetrar directamente la cutícula a través de apresorios, ocasionando una coloración marrón rojiza en la piel y en el interior del tubérculo se vuelve acuoso y descompuesto (Saavedra, 2023).



Figura 1. *Síntomas foliares del tizón tardío causado por el hongo Phytophthora infestans en el cultivo de papa* (Calero,2024).

1.1.9. Ciclo reproductivo

Constante, (2020), indica que para la propagación de *Phytophthora infestans* se necesita un ambiente nublado, con lluvias y con una temperatura nocturna de 10°C. El ciclo reproductivo que posee Tizón tardío en nuestro país es asexual, especialmente en el agua y en temperaturas bajas, los esporangios brotan y crean aproximadamente de 8 a 12 zoosporas biflageladas. Las zoosporas son desarrolladas en el interior del esporangio y consecutivamente se liberan cuando se destruye por completamente la pared esporangial, por último, se anclan sobre cualquier superficie solida que consiguen encontrar, obteniendo la forma redondeada que las identifica y ocasionando una pared celular.

En una humedad adecuada desarrollan un tubo germinativo que por medio de las estomas que logran localizar penetrando a la hoja y creando asi el apresorio que deja que la hifa ingrese directamente, cuando está en la planta comienza a originar micelio a nivel intracelular, seguidamente crea haustorios dentro de la célula y desarrolla nuevos esporangios, que se presentaran en el enves de las hojas.

El ciclo de vida de esta enfermedad puede ser de conservación invernal, conservación en el suelo (en oosporas u saprofita), en los tubérculos infectados que se encuentra en el campo y que la utilización de los tubérculos utilizados para siembra (Gómez, 2016).

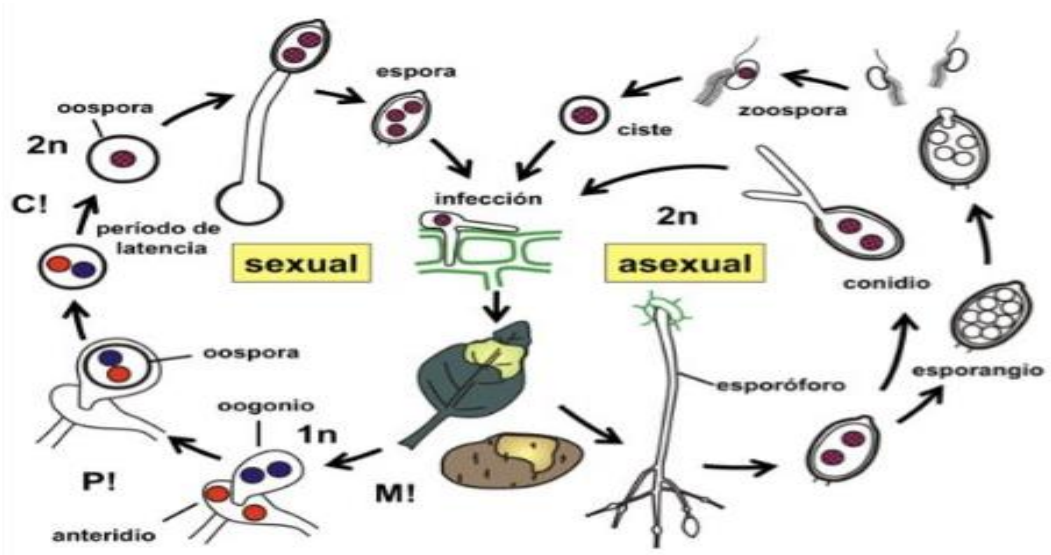


Figura 2. *Ciclo de vida de P. infestans en papa* (Gómez, 2016).

1.1.10. Control de *Phytophthora infestans.*

Por otro lado Gavilanes, (2015), menciona que para combatir el tizón tardío se debe manejar estrategias de control como el método de control integrado que consiste en: control genético, químico, cultural, biológico y botánico (el menos utilizado). Tiene como objetivo reducir la residencia de esta enfermedad o evitar pedidas significativas que el tizón tardío ocasiona en el cultivo.

1.1.11. Tipos de control para el tizón tardío

Control genético

Se basa en aplicar la habilidad que poseen algunas variedades o especies vegetales para imposibilitar el desarrollo de la enfermedad. La variedad inmune no se enferma, ya que no existe especies del patógeno que la puedan contagiar. Pero cuando la especie comienza a ser sembrada ampliamente, ciertas especies del patógeno que estaban en baja periodicidad en la población son seleccionadas y la variedad ya no es inmune. Mientras que la variedad resistente hace que la planta tenga una inherente resistencia al patógeno, ocasionando que no dependan de una gran cantidad de fungicidas. Pero si el cultivo sale infectado los daños que causa en las hojas y tallos no se desarrollan rápidamente y su producción de esporangios será respectivamente baja, por lo que el rendimiento de esa variedad no es afectado (Pérez et al., 2005).

Control Químico

Opazo et al., (2008), mencionan que el control químico tiene un papel importante en el manejo del tizón tardío en el cultivo de papa, se basa en la aplicación de productos químicos con el objetivo de evitar la inoculación o controlar las lesiones de la infección en las plantas. Se clasifican los productos químicos en fungicidas de contacto y sistémicos.

- **Fungicidas de contacto:** Se les conoce como fungicidas de contacto, residuales o preventivos aquellos productos que no ingresan en el interior del tejido del cultivo pero que actúan en la superficie de las hojas, estos fungicidas impiden la germinación y penetración de los esporangios o de las zoosporas en los tejidos.
- **Fungicidas sistemáticos:** Son todos los productos químicos que penetran a los tejidos y se traslocan dentro de la planta. El movimiento de este fungicida en la planta puede ser: translaminar, ingresa en la planta y se moviliza en el haz y enves o viceversa de la hoja; Acropétalo, se mueve desde arriba de la planta; Basipétalo, es decir su movimiento es hacia abajo de la planta en una menor medida. Este fungicida inhabilita algunas o varias fases específicas del metabolismo de la enfermedad.

Control Cultural

Según Toledo, (2021)**,** el control cultural tiene diversos manejos de control contra el tizón tardío que ayudara en el momento de cultivar y en las etapas de su desarrollo como se muestra a continuación.

- Exterminar las plantas y tubérculos que estén contaminadas en el terreno ya que son portadores de la enfermedad.
- No realizar distancias de siembra muy cercanas, ya que al momento que la planta crezca no tendrán el espacio suficiente para el ingreso de aire, asi generando un microclima de alta humedad y creando asi un ambiente favorable para el desarrollo del tizón tardío
- El exceso de nitrógeno en el suelo puede ocasionar que el follaje de la planta sea excesivo con lo que será más propenso al Tizón tardío.
- Se bebe limpiar el terreno dejando libre de residuos del cultivo contaminado. Por lo cual se recomienda quemarlo o enterarlos para impedir que la enfermedad sobreviva en el campo. Se realizará una rotación de cultivos que no sean propensos al tizón tardío.
- En tiempos de climas que favorecen a la propagación del clima se recomienda cultivar la papa en lugares que el viento no predomine, el distanciamiento entre hileras no debe ser menor a 1 metro ya que el viento junto con la llovizna acelera el proceso de la enfermedad. Por lo cual, se recomienda utilizar variedades que sean resistentes al patógeno para que su rendimiento no sea afectado.

Control Biológico

Se define en la agronomía como la aplicación de microorganismos y sus metabolitos para preservar a las plantas contra amenazas patógenas. Estudios señalaron que los géneros de las bacterias Bacillus, Pseudomonas, y Rahnella y especies fúngicas de Trichoderma, el Oomyceto Phythium oligandrum reducen porcentajes mayores de 50% el daño de tizón tardío en las plantas (Cruz Trujillo et al., 2021).

Control botánico

Según Molina, (2001) , menciona que el control botánico se trata sobre el uso de extractos de plantas o mezcla de plantas para la elaboración de insecticidas botánicos para el manejo de plagas agrícolas. Este control botánico ha sido utilizado hace muchos años por nuestros antepasados utilizaban diferentes como insecticidas como son: *Physostigma venenosum* y *Chrysanthemum cinerariaefolium* los cuales se usaron para los famosos plaguicidas carbamatos y piretroides. Las ventajas del uso del control botánico son: material renovable, biodegrádale, bajos costos y tienen menos impacto negativo en los enemigos naturales benéficos.

1.1.12. Los Hidrolatos

Los hidrolatos se les conoce de diferentes maneras: aguas florales, hidrosoles o como aguas aromáticas. Se obtienen a partir de realizar extracciones de aceites esenciales por medio de arrastre de vapor. los hidrolatos o hidrosoles poseen una actividad antioxidante. Las moléculas aromáticas contienen propiedades antisépticas, antioxidantes, regeneradoras y tonificantes por lo que son agentes terapéuticos más ligeros que los aceites volátiles. Las moléculas que se encuentra en los hidrolatos son los: fenoles, alcoholes, cetonas, aldehídos, terpénicos, óxidos, esteres entre otros (Vásquez, 2023).

a) Ruda (*Ruta graveolens)*

Es una planta subarbustosa, que forma parte de la familia de las Rutáceas. Que tiene un ciclo perenne, sus hojas son alternan, pecioladas, carnosas y grisáceas, sus flores son agrupadas en inflorescencias con colores pequeñas, amarillas o amarrillo verdoso, tienen una altura de 8 a 10 mm de diámetro. Sus semillas son rugosas y paradas con un fruto loculicida. La ruda tiene una altura de 50 hasta 100 cm de altura, su raíz es leñosa, fasciculada y es cilíndricos sus tallos son leñosos (Chávez, 2015)**.**

Propiedades de la ruda *(Ruta graveolens)*

La ruda es una especie que desarrolla diversos metabolitos secundarios con propiedades fungicidas. Esta especie contiene sustancias como la rutina y la inulina, las cuales en diversas investigaciones han encontrado que tienen un efecto nematicida. Las hojas y sus flores poseen alcaloides, flavonoides, aceites esenciales y cumarinas con propiedades fungicidas e insecticidas. Son importantes ya que sus metabolitos trabajan como un mecanismo de protección en las plantas; por esta razón se está optando por utilizar las plantas como fuentes de pesticidas ya que reduce el daño en el medio ambiente y para la salud humana (Tenorio, 2020).

b) Romero *(Salvia rosmarinus)*

El cultivo del romero *(Salvia rosmarinus)* es un arbusto aromático perenne que pertenece a la familia Lamiaceae, su tallo es leñoso con una altura de 2 metros, las hojas son lineales, con 3 cm de largo, con un color verde oscuro en el haz y en su envés un color pubescencia blanquecino. La inflorescencia es terminal con racimos cortos y brácteas largas, poseen un color azul, blanquecino o lila sus flores. El fruto está dentro del cáliz de color pardo como 4 pequeñas nueces (Rodríguez et al., 2017).

Propiedades del Romero *(Salvia rosmarinus)*

Es una planta melífera y que en la agricultura ayuda con sus propiedades, en el manejo de plagas y repelen a la mariposa de la col y a otros insectos que causan daño como la mosca del cultivo de la zanahoria, además de ayudar contra las plagas, también atraen a los polinizadores como las abejas y asi se desarrolla un ecosistema sostenible.

En el romero encontramos los principales activos que son: en las hojas contiene aceite esencial (1.5 – 2,5 %), alcanfor de romero constituido de pineno, canfeno, ciñelo, borneol, acetato de benzilo, limoneli, falandreno, mirceno y también alcaloides deterpenicos, flavonas y taninos (Flores et al., 2020).

c) Marco *(Franseria artemisioides)*

El marco es una planta dicotiledónea, herbácea, con una raíz axonomorfa, con una altura de 0.50 a 2 m de atura. El tallo de esta planta es herbáceo ramificado, sus hojas son grande, pinadas y tienen formas lobuladas, las flores son sésiles o sentadas unisexuales, las inflorescencias en forma de espiga o racimos (Mostacero, 2005).

Propiedades del Marco *(Franseria artemisioides)*

El Marco se usa como insecticidas, bactericida y fungicida orgánica para el manejo de enfermedades y plagas en los cultivos y jardines, además cumple una función como atrayente de abejas. En el marco se encuentran los principios activos de alcaloides, quinonas, taninos, saponinas, cumarinas, lactonas terpénicas, glucósidos cardiotónicos y carbohidratos (Guauque et al., 2010).

1.1.13. Uso de los hidrolatos en la agricultura

Según Pazmiño, (2016), los hidrolatos tiene distintos usos en la agricultura, algunos de ellos son:

- Sirven en la industria fitosanitaria para controlar y repeler plagas, se forman con los hidrolatos fungicidas, nematicidas, herbicidas, insecticidas, acaricidas.
- Se utilizan con la finalidad de sanar a las plantas cuando padecen problemas parasitarios. Son preparados naturales que para su elaboración se requiere de plantas
- Contribuye enzimas, aminoácidos y otras sustancias al suelo y a las plantas, aporta microbios que actúan transformando la materia orgánica del suelo en nutrientes para las plantas y crece la diversidad y disponibilidad de nutrientes.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de los hidrolatos para el control del Tizón tardío ***Phytophthora infestans*** en el cultivo de papa ***(Solanum tuberosum).***

1.2.2 Objetivos Específicos

Determinar el hidrolato que controle con mejor eficacia el tizón tardío en el cultivo de papa.

Establecer la dosis de los hidrolatos que mejor controle el Tizón tardío.

CAPITULO II

METODOLOGIA

2.1 Ubicación del experimento

La investigación se realizó, en San Isidro perteneciente en la provincia de Tungurahua, en el cantón Ambato, en la parroquia Pilahuin que se encuentra ubicado al suroeste a un costado de la vida Ambato – Guaranda, junto a las faldas del nevado Carihuayrazo y Chimborazo. La parroquia está ubicada entre los siguientes limites: Norte de las parroquias San Fernando y Pasa. Sur la provincia de Chimborazo. Este las parroquias Juan Benigno Vela, Quinchicoto y Mocha. Oeste la provincia de Bolívar.

La localidad se halla a 3300 msnm hasta 4400msnm. Las coordenadas geográficas son: 1°18'04" de altitud Sur y a 78°41'40" de longitud Oeste y se ubica a 13 km de Ambato. La superficie de la parroquia es de 42. 156 hectáreas.

2.2 Caracterización del lugar

El clima es de tipo ecuatorial de alta montaña con una temperatura media anual de 4°C, con una precipitación media anual de 1.200 mm, con humedad relativa media anual de 77%. Las precipitaciones se producen durante los meses de marzo, abril, mayo y junio. la temporada de sequias ocurren entre septiembre y diciembre (GAD, 2015).

2.3 Equipos y materiales

1.2.1 Materiales de campo

- Semillas de papa (variedad Yema de huevo)
- Especies vegetales de ruda, marco y romero
- Balanza
- Fertilizante
- Terreno

2.3.2. Materiales de oficina

- Computadora
- Esfero
- Impresora
- Celular

2.3.3. Equipos

- Pulverizador
- Azadón
- Tractor
- Mangueras de una pulga
- Aspersores
- Balanza

2.4 Factores en estudio

Los factores estudiados en esta investigación fueron los siguientes:

2.4.1 Hidrolatos

Romero H1

Marco H2

Ruda H3

Testigo (Sin aplicación)

2.4.2 Dosis para los hidrolatos

5 ml/L D1

10 ml/L D2

15ml/L D3

2.4.3 Frecuencia de aplicación

Cada 8 días durante un mes.

2.5 Tratamientos

Tabla 4. *Esquema de la distribución para la aplicación de los tratamientos en el ensayo.*

N°	Símbolo	Hidrolato	Concentración
1	H1D1	Ruda	**5 ml/L**
2	H1D2	Ruda	**10 ml/L**
3	H1D3	Ruda	**15 ml/L**
4	H2D1	Marco	**5 ml/L**
5	H2D2	Marco	**10 ml/L**
6	H2D3	Marco	**15 ml/L**
7	H3D1	Romero	**5 ml/L**
8	H3D2	Romero	**10 ml/L**
9	H3D3	Romero	**15 ml/L**
Testigo			**Sin aplicación**

2.6 Manejo experimental

2.6.1 Preparación del terreno

En la preparación del terreno se utilizó un tractor agrícola, utilizando una pasada del arado y un pase de la rastra. Con estas labores se consiguió que el terreno este suelto y apto para la siembra.

2.6.2 Siembra

Se procedió con la realización de los surcos un dia antes de la siembra, para lo cual, utilizamos azadones y con precisión realizamos los surcos a una distancia de 90 cm y entre planta de 30 a 40 cm. Continuamos con la desinfección de la semilla, ya que es una técnica que nos ayuda a reducir la pudrición y también desinfestar el ataque del gusano negro trozador *(Agrotis ípsilon)*.

Para la desinfección utilizamos vitavax (1cc por Litro de agua). Finalmente, los tubérculos fueron colocados en los guachos a la profundidad de 8 cm de tierra y tapados con una capa de tierra

2.6.3 Riego

El método de riego que se utilizo fue por aspersión durante el proyecto en campo, consistió en aplicar el agua al suelo simulando una lluvia. Este resultado es por medio de la presión en que el agua fluye dentro del sistema de tuberías y finalmente es expulsado al suelo por medio de los aspersores. Por lo cual se aplicó el riego durante una vez por semana ya que se debe aportar cerca de 25 mm de agua a la semana al cultivo de papa.

2.6.4 Control de malezas o deshierba

El control de malezas o deshierba es un paso fundamental de manera que evitamos que las malezas y el cultivo compitan por nutrientes, agua, luz y espacio, evitando que el cultivo reduzca su rendimiento. Por esta razón se realizó la deshierba a los 50 días después de que se realizó la siembra.

2.6.5 Obtención de hidrolatos

Para la preparación de los hidrolatos se recolecto muestras frescas de las especies vegetales: ruda *(Ruta graveolens)*, marco *(Franseria artemisioides)* y romero *(Salvia rosmarinus)* que estaban en su momento óptimo de maduración, ya recolectada las plantas escogimos solo las hojas para la obtención de los hidrolatos, ya que los hidrolatos son el residuo de la producción de los aceites esenciales. Por lo cual el aceite esencial es un líquido que almacena la planta en unos sacos microscópicos distribuidos en diferentes partes de la planta como en los tricomas glandulares o también llamados pelos glandulares, que se localizan en las hojas y flores de la planta (Cantarranas, 2024)

Por medio de la técnica destilación por arrastre con vapor. Esta técnica se utilizó para separar sustancias orgánicas insolubles en agua y ligeramente volátiles, de otras que no son volátiles.

Se introdujo 20 kilos de las hojas de las plantas picadas a usar en el equipo de destilación por arrastre de vapor, sometiéndole a una temperatura de 100°C. Para lo cual se debe controlar la presión y temperatura en el proceso. Una vez que llega a 100°C comienza la destilación por lo cual se procedió a colocar el destilado en un recipiente adecuado, dejándolo destilar aproximadamente una hora. Finalmente se procedió a recoger los hidrolatos en las siguientes cantidades:

- hidrolato de romero 4 L
- hidrolato de ruda 5 L
- hidrolato de ruda 5 L
- Hidrolato de marco 5 L

2.6.6 Obtención de *Phytophthora infestans*

Para la obtención de *Phytophthora infestans* o tizón tardío las muestras se recolectaron de un cultivo de papa *(Solanum tuberosum)* que estuvo con el patógeno. El tizón tardío afecta primero a las hojas y tallos por lo cual se recolecto las muestras de esas partes del cultivo de papa ya que presentaban los primeros síntomas que son: aparición manchas de color verde oscuro en los bordes de las hojas. Bajo condiciones climáticas favorables para la enfermedad esta va extendiéndose rápidamente creando lesiones circulares de color marrón con anillos concéntricos, causando necrosis y por último la muerte del tejido o del tallo afectado como lo describe (Opazo et al., 2004).



Figura 3. *Recolección de partes del cultivo de papa infestada por tizón tardío* (Calero,2024).

2.6.7 Reproducción de los hongos fitopatógenos

Primero se desinfecto las muestras obtenidas con hipoclorito de sodio al 5%, con agua destilada estéril por 1 minuto a 5 segundos aproximadamente, ya desinfectada la muestra procedimos a realizar cámaras húmedas con las muestras vegetales que se encontraban infectadas para que se desarrolle.



Figura 4. *Desinsectación de las muestras infectadas por P. infestans y colocadas en cámara húmedo* (Calero,2024).

Luego de haber dejado durante 7 días en cámara húmeda a la muestra vegetal infectada, procedimos a tomar una muestra del micelio y colocamos en la placa con azul de lactofenol en el microscopio para identificar si era *Phytophthora infestans.*

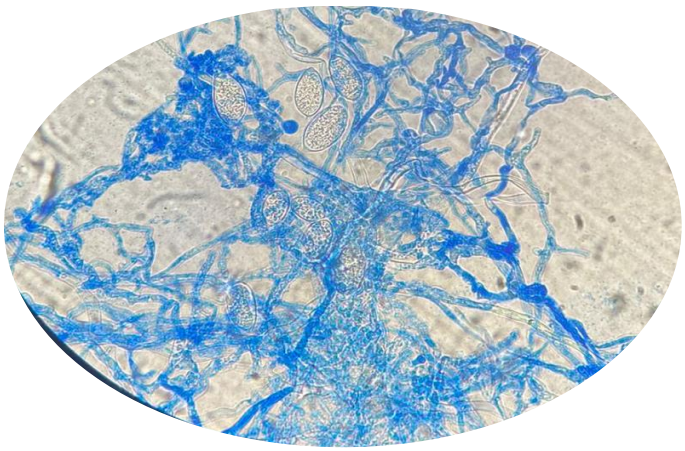


Figura 5. *Identificación de P. infestans por microscopio* (Calero,2024).

2.6.8 Preparación del medio para *Phytophthora infestans*

Identificada la enfermedad se preparó el medio de cultivo, por lo que se necesitó 7,8g de agar, colocamos el agar en un matraz con 200 ml de agua destilada, se mezcló bien el agar con el agua destilada, por consiguiente, se dejó en la autoclave por 15 minutos a una temperatura de 121°C, ya pasado ese tiempo se le dejo 5 minutos para que se enfrié. Luego en la cámara de flujo se procedió a colocar 10 cajas Petri de plástico con el medio y se dejó durante 15 minutos para que se enfrié. Cuando el medio ya está en una textura gelatinosa se comenzó con la siembra de las cepas del hongo *Phytophthora infestans,* con la ayuda de una pinza esterilizada. Se cubrió con papel aluminio y se colocó en la incubadora a 22° durante 7 días. (Parlindo et al., 2024).



Figura 6*. Colonia de una semana de edad de Phytophthora infestans por medio de agar (PDA)* (Calero,2024).

2.6.9 Aplicación de los hidrolatos

Para la aplicación de los hidrolatos de marco, ruda y romero se utilizó un pulverizador en las dosis determinadas. Para la mezcla de hidrolatos y agua se realizó un cálculo para determinar la cantidad de agua que utilizamos con la dosis de cada hidrolato.

2.6.10 Toma de datos

Después de realizar la aplicación de los hidrolatos al cultivo durante un mes, se comenzó a recolectar los datos del porcentaje de incidencia y severidad de la planta.

2.7 Variable Respuesta

En este estudio se analizó los efectos de los hidrolatos en incidencia y severidad de *Phytophthora infestans* y su eficacia para controlar los síntomas del patógeno en el cultivo de papa.

2.7.1 Incidencia

Se evaluó la incidencia del tizón tardío en el cultivo de papa, para lo cual determinamos o analizamos los síntomas externos en la planta. Se registro el número de plantas con síntomas del patógeno de cada una de las unidades experimentales. Para lo cual tomamos en cuenta los siguientes síntomas: hojas con lesiones circulares, de color marrón claro a oscuro y en las puntas de las hojas lesiones en el tejido de color amarillento o verde pálido, estas lecciones se forman en la cara inferior (envés) cuando se encuentran bajo condiciones de alta humedad.

Aplicamos la formula:

$$\% \, I = \frac{N° \text{ plantas enfermas} * 100}{\text{Total de plantas}}$$

Fuente: (Castillo et al., 2020)

2.7.2 Severidad

El registró del porcentaje de la severidad en el cultivo de papa nos ayudó a determinar el estado y el grado de daño que ha sufrido la planta por la enfermedad de Tizón tardío causado por el hongo *Phytophthora infestans.*

Para lo cual se tomó en cuenta el porcentaje de la superficie foliar que se encontró con signos de la enfermedad, como son; manchas irregulares de color marrón en las hojas.

Para evaluar la severidad, se utilizó 5 hojas por 3 plantas de cada unidad experimental en total se calculó 540 hojas. Para analizar la severidad en la hoja de papa se manejó el software de uso libre Image J.

Por medio de esta aplicación se contabilizo el área total de la hoja, el área afectada de la misma y se aplicó la formula, para contabilizar el porcentaje de severidad. Para la recolección de las muestras para calcular la severidad se utilizó fundas plásticas de ziploc medianas donde se les etiqueto por su código de tratamiento, dosis y repetición.

Aplicamos la formula:

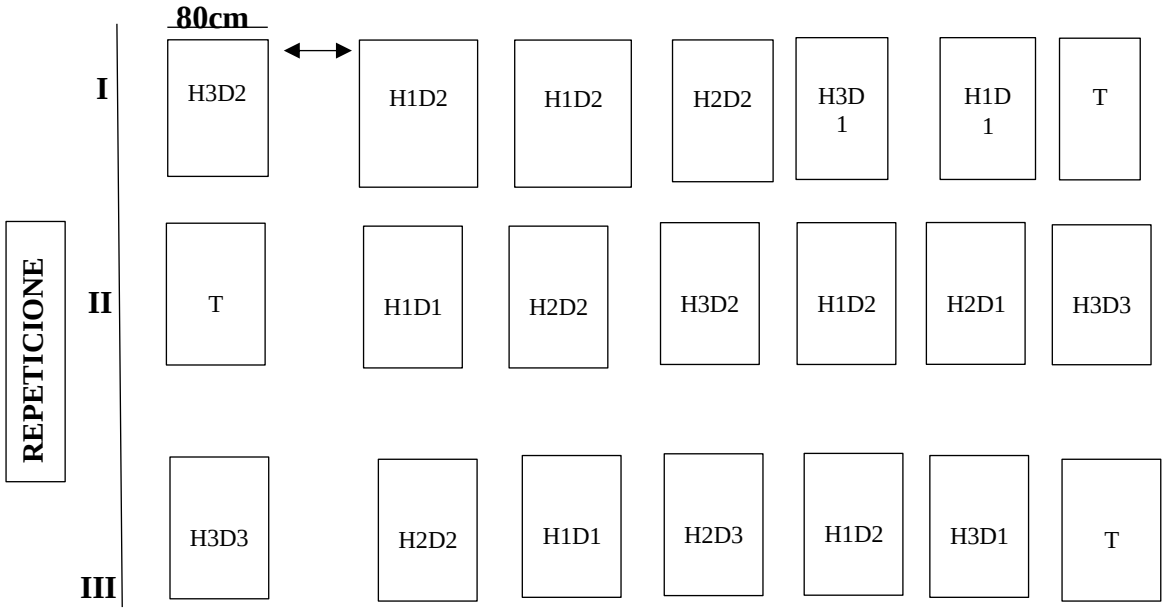
$$\% S = \frac{(\text{Área del tejido vegetal afectado}) * 100}{\text{Área total del tejido}}$$

Fuente: (Guzmán Ochoa et al., 2024)

2.8 Diseño experimental

Se uso el diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA) en arreglo factorial 3x3+1 con tres repeticiones, después realizamos un diseño de medidas repetidas entre las unidades experimentales con el objetivo de tener precisión en las comparaciones. Esto quiere decir que corresponde a 3 tratamientos con tres dosis más 1 testigo y todas estas con tres repeticiones.

2.9 Esquema de la disposición del ensayo



CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se especifican los resultados obtenidos con el programa INFOSTAD por medio de la prueba de Tukey al utilizar el diseño de bloques al azar con tres repeticiones conforme a las variables de estudio que fueron las siguientes: el porcentaje de la incidencia y severidad en las hojas del cultivo de papa.

3.1 Incidencia

Al finalizar la aplicación de los tratamientos (Anexo 16) se consiguió rangos significativos. Realizado el análisis de varianza de la variable de porcentaje de incidencia de la enfermedad (tabla 5), se observó una diferencia estadística significativa entre los tratamientos, con un coeficiente de variación de 15.74%.

Variable	**CV**
%INCIDENCIA	**15,74**

Tabla 5. *Análisis de la Varianza para la variable Incidencia.*

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Bloques	80.00	2	40,00	0,25	0,7797
Tratamientos	4266,67	9	474,07	2,99	0,0229
Hidrolatos	1066,67	2	533,33	3,27	0,0613
Dosis	1155,56	2	577,78	3,55	0,0503
Hidrolatos *dosis	711,11	4	177,78	1,09	0,3907
T vs Resto	1333,33	1	1333,33	8,41	0,0095
Error	2853,33	18	158,52		
Total	7200,00	29			

Por medio de los resultados obtenidos con Tukey (tabla 6), en el cual se puede apreciar tres rangos de significancia, observando que el tratamiento H1D3 (Hidrolato de ruda, 15ml/L), H1D1 (Hidrolato de ruda, 5ml/L) y el tratamiento H3D3(Hidrolato de romero, 15 ml/L) se ubican en el primer lugar de la prueba (Rango A) con promedios de 66.67% de incidencia del tizón tardío, en el segundo lugar de la prueba se encuentra los tratamientos H1D2 Y H2D3 Compartiendo el rango Ay B con 73.33% de incidencia. mientras que en el último lugar de la prueba se encuentra el testigo (sin aplicación) con un 100% de incidencia.

Tabla 6. *Prueba de Tukey para la variable de porcentaje de incidencia.*

Tratamientos	Medias	N	Rangos		
H1D3	66,67	3	A		
H1D1	66,67	3	A		
H3D3	66,67	3	A		
H1D2	73,33	3	A	B	
H2D3	73,33	3	A	B	
H2D2	80,00	3	A	B	C
H3D2	86,67	3	A	B	C
H2D1	93,33	3		B	C
H3D1	93,33	3		B	C
Testigo	100,00	3			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

En la (tabla 6), se encuentran todos los resultados obtenidos con la prueba de Tukey al 5%, en el cual se puedo identificar que los hidrolatos de ruda y romero fueron los que contribuyeron a un menor porcentaje de incidencia de la enfermedad *Phytophthora infestans* en el cultivo de papa. Esto posiblemente se debe a las propiedades fungicidas e insecticidas que poseen. La ruda es una planta que contiene principios activos como la rutina, la inulina. En sus hojas y sus flores poseen alcaloides, flavonoides, aceites esenciales y cumarinas con propiedades que ayudan a la protección de la pared celular de la planta ya que sirve como fungicidas e insecticidas. Cartaya et al. (2001), en investigaciones anteriores identificaron que la rutina aporta a la planta la actividad fotosintética, protección de UV, antibacteriana y antifúngicas. Ayudando una mayor

concentración de metabolitos primarios de la hoja, como la clorofila por lo tanto es fundamental para evitar el desarrollo del hongo asi aportando a que la planta sea más resistente a las enfermedades.

La inulina sirve como prebiótico ya que ayuda controlar las bacterias patógenas de las plantas, supresión de enfermedades y favoreciendo la viabilidad del tejido vegetal por lo que ha sido utilizado como elicitor que estimula cambios en la planta y asi controlando los fitopatógenos y particularmente hongos logrando que la planta sea resistente de acuerdo con lo que menciona Velázquez et al., (2019), realizo investigaciones sobre un principio activo que posee la ruda que es la inulina, esta investigación se basaba en el efecto del selenito e inulina en la interacción *Capsicum annuum L. - Phytophthora capsici,* con los resultados obtenidos en las plantas tratadas se consiguió que la inulina controle la incidencia en la planta.

El hidrolato de ruda se puede aplicar, ya que contiene principios activos para el control de enfermedades como es el Tizón tardío causado por el hongo *Phytophthora infestans* ayudando a que la planta sea más resistente al ataque de patógenos, aportando una mayor concentración de metabolitos primarios de la hoja, como la clorofila esto coincide con lo que Quintanar et al., (2014) donde se evidenció que los compuestos antifúngicos que posee la ruda mostraron un efecto inhibitorio en el crecimiento micelial de los hongos, ya que tiene principios activos con actividad fungicida.

El hidrolato de romero tiene compuestos químicos como: aceite esencial 2,5 %, alcanfor, pineno, canfeno, ciñelo, borneol, acetato de benzilo, limoneli, falandreno, mirceno y también alcaloides deterpenicos, flavonas y taninos, de manera que lo que menciona Llivicura, (2018), los extractos de las hojas contienen una alta acción antioxidante, antibacteriana y antifúngica naturales.

Se puede concluir que utilizar hidrolato de romero ayuda a que el porcentaje de la incidencia de un patógeno en la planta sea menor ya que actúa como antimicrobiano acorde con Trujillo, (2020), señala que los efectos del romero inhiben el crecimiento de *Phytophthora infestans,* causando que la estructura del hongo tenga una alteración en su pared celular y la permeabilidad de la membrana plasmática, interrumpiendo con la

síntesis de la pared celular y, por lo cual cambios en la integridad hifal, provocando la destrucción mitocondrial.

3.2 Severidad

Como se muestra en la (tabla 7), el análisis de la variable de porcentaje de severidad de *Phytophthora infestans* fue reducida por los 3 tratamientos que fueron aplicados (Hidrolatos de ruda, marco y romero), independientemente de las diferentes dosis aplicadas en el ensayo se identificó que el porcentaje de severidad fueron menores al contrario del testigo, de manera que tuvieron una diferencia estadísticamente considerable, (gl: 9; F= 5,11). Por consiguiente, se observó que hubo efecto de los tratamientos (Hidrolatos* Dosis) sobre la severidad de la enfermedad del tizón tardío en el cultivo de papa. Con un coeficiente de variación 17,90%.

Variable	**CV**
%SEVERIDAD	**17,90**

Tabla 7. *Análisis de la Varianza para la variable Severidad.*

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Bloques	678,97	2	339,48	5,11	0,0175
Tratamientos	4538,54	9	504,28	7,59	0,0001
Hidrolatos	703,60	2	351,80	3,40	0,0559
Dosis	1295,40	2	647,70	6,26	0,0086
Hidrolatos *dosis	400,03	4	100,01	0,97	0,4498
T vs Resto	2139,51	1	2139,51	32,18	0,0001
Error	1196,66	18	66,48		
Total	6414,16	29			

Mediante los análisis realizados de la variable de porcentaje de severidad en la planta de papa (Anexo 17) se identificó las diferencias considerables que tuvieron los 3 tratamientos.

Por medio de la prueba de Tukey al 5% se observó en la (tabla 8), tres rangos de significancia en los tratamientos, siendo H1D3 (hidrolato de ruda al 15 ml/L), H1D1 (hidrolato de ruda al 5 ml/L) y H3D3 (hidrolato de Romero al 15ml/L) los que tuvieron buenos resultados.

Al culminar el estudio fue el tratamiento H1D3 (hidrolato de ruda con dosis de 15 ml/L) el que obtuvo mejor resultado al obtener el menor porcentaje de severidad con 22,97% a diferencia del testigo que obtuvo 70,87% y los tratamientos H1D1 con dosis de 5ml/L, H3D3 con dosis de 15ml/L que obtuvieron medias de 38,38% y 39,00%.

Tabla 8. *Prueba de Tukey para la variable de porcentaje de severidad.*

Tratamientos	Medias	N	Rangos			
H1D3	22,97	3	A			
H1D1	38,38	3		B		
H3D3	39,00	3		B		
H1D2	40,45	3		B		
H2D3	41,77	3		B		
H2D2	46,42	3		B	C	
H3D2	47,50	3		B	C	
H2D1	47,71	3		B	C	
H3D1	60,32	3			C	D
Testigo	70,87	3				D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Probablemente tuvo mayor eficacia el tratamiento H1D3 (Hidrolato de ruda al 15ml/L), ya que la ruda actúa como nematicida botánico ofreciendo a la planta protección al inhibir el desarrollo, la germinación y la esporulación de hongos, por lo que actúa como fungicida, protección contra moscas y polillas gracias a que contiene principios activos como son los alcaloides, las cumarinas y las furanocumarinas.

Por un lado, Aguilar et al., (2013), determinaron que la aplicación de extractos extraídos de la ruda contiene principios activos que aportaron a que el hongo necesite más tiempo de adaptación y causando que inhiba el crecimiento. Se puede deducir que los tratamientos (hidrolatos de las plantas) estudiadas contienen nutrientes y propiedades importantes para utilizar como fungicidas y nematicidas que inhiben el crecimiento de los patógenos y aportando mayor resistencia a las plantas de acuerdo con lo menciona Guashca, (2023), realizo investigaciones del efecto de hidrolato de ruda, ortiga y ajo para el control del pulgón, con los resultados obtenido en las plantas tratadas contra el pulgón se tuvo como resultado un menor porcentaje de incidencia y severidad por lo que los hidrolatos son una alternativa como insecticida.

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- Tras finalizar la investigación sobre los efectos de los hidrolatos de ruda, marco y romero en el control del tizón tardío (*Phytophthora infestans)* en el cultivo de papa *(Solanum tuberosum),* se identificó que el tratamiento H1D1, H1D3 (hidrolato de ruda) y H3D3 (hidrolato de romero) aplicada a dosis de 5 y 15 ml/L mostro la mejor eficacia. Este tratamiento logro reducir la incidencia del tizón tardío en un 66,67%. Además, el tratamiento H1D3 (Hidrolato de ruda) con dosis de 15 ml/L presento un porcentaje de severidad de 22,9% en el cultivo de papa.

- Se concluye que el H1D3 (Hidrolato de ruda, 15ml/L) es el tratamiento más efectivo como fungicida, ya que activando las defensas de la planta e inhibe el desarrollo del tizón tardío, lo que resulta en una reducción tanto de la incidencia como de la severidad de la enfermedad.

4.2 RECOMENDACIONES

- Para conseguir una reducción efectiva en el porcentaje de incidencia de la enfermedad *Phytophthora infestans* en el cultivo de papa, se sugiere la aplicación de los tratamientos HID3 Y H3D3 (hidrolatos de ruda y romero en dosis de 15ml/L). Estos tratamientos demostraron ser los más efectivos, por lo cual se recomienda utilizarlos. Ya que implementar estos tratamientos podría contribuir a reducir el uso de productos químicos.

- Para obtener una reducción en los porcentajes de severidad de la enfermedad, se recomienda aplicar los tratamientos en una dosis de 15ml/L. estos tratamientos contienen principios activos que poseen propiedades prebióticos y fungicidas, lo que ayuda a controlar la enfermedad de manera efectiva.

- Además, Se recomienda llevar a cabo más estudios que evalúen otras variedades de plantas y diferentes dosis, con la finalidad de mejorar el control de enfermedades como el tizón tardío. esto ayudara a desarrollar estrategias que ayuden a reducir la contaminación por el uso de productos químicos y a las necesidades específicas del cultivo.

BIBLIOGRAFÍA

Aguilar, P., Rhode Navarro-Cruz, A., Briseida Sánchez-Flores, A., de la Cruz Meneses-Sánchez, M., & Ávila-Sosa, R. (2013). *ÁREA II. BIOLOGÍA Y QUÍMICA: INVESTIGACIÓN MIL UD E 1.15 COLLETOTRICHUM GLOEOSPORIOIDES ANTIFUNGAL EFFECT OF PLANT EXTRACTS FROM THE STATE OF PUEBLA ON COLLETOTRICHUM GLOEOSPORIOIDES*.

Alberto Juan Rivadeneira, A. (2013). *UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO UNIDAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA MODALIDAD SEMIPRESENCIAL INGENIERÍA AGROPECUARIA HUEVO (Solanum tuberosum L. Var. Phureja) CON LA Previo a la obtención del título de: INGENIERO AGROPECUARIO*.

Ayala, C., Salvatierra, C., Leonardo, R., Auccahuasi, S., Antonio, F., & de Riesgo Adaptación al Cambio Climático, G. (2022). *Efecto Insecticida de Hidrolato de Molle en Cultivos de Maíz en Distrito Carmen Alto 2022*.

Borba, N. (2008). *La papa un alimento básico Posibles impactos frente a la introducción de papa transgénica*. http://www.rlc.fao.org/es/

Bustamante Gavilanes, A. E. (2015). *Dirigido por: Dirigido por: "CONTROL BIOLÓGICO DEL TIZÓN TARDÍO 'CONTROL BIOLÓGICO DEL TIZÓN TARDÍO Phytophthora infestans EN PAPA Solanum tuberosum Phytophthora infestans EN PAPA Solanum tuberosum A TRAVÉS DE CONSORCIOS MICROBIANOS A TRAVÉS DE CONSORCIOS MICROBIANOS FORMADOS POR HONGOS NATIVOS FORMADOS POR HONGOS NATIVOS DEL GÉNERO Trichoderma sp.' DEL GÉNERO Trichoderma sp."*

Cáceres, P. A., Pumisacho, M., Forbes, G. A., & Andrade-Piedra, J. L. (2007). *Guía para facilitar el aprendizaje sobre control de tizón tardío de la papa*. http://papandina.cip.cgiar.org

Camino, J. (2024). *Evaluación del efecto antifúngico de hidrolatos de Cymbopogon citratus y Cinnamomum verum en el control in vitro de Phytophtora infestan.* https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/41014/1/079%20Agronom%c3%ada%20-%20Camino%20Santiana%20Jenny%20Patricia.pdf

Cartaya et al. (2001). *Cultivos Tropicales*. http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193215009001

Castillo-Arévalo, T., & Jiménez-Martínez, E. (2020). Incidencia y severidad de enfermedades asociadas al cultivo de plátano (Musa paradisiaca L.) en Rivas, Nicaragua. *La Calera*, *20*(35). https://doi.org/10.5377/calera.v20i35.10319

César López-Velázquez, J., Eloyr Navarro-López, D., Alejandro Qui-Zapata, J., María León-Morales, J., Ismael Saavedra-Loera, D., & García-Morales, S. (2019). Efecto del selenito e inulina en la interacción Capsicum annuum L.-Phytophthora capsici en invernadero. In *Artículo original Biotecnología Vegetal* (Vol. 19, Issue 1).

Chalacamá Cuasquer José Marcelo. (2016). *"Efecto del hidrolato de manzanilla (Matricaria chamomilla) en el manejo de Phytophthora infestans en el cultivo de papa variedad Superchola Centro Experimental San Francisco" Huaca-Carchi.* http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/562/1/315%20efecto%20del%20hidrolato%20de%20manzanilla%20en%20el%20manejo.pdf

Chavez, C. P. (2015). *USO TRADICIONAL DE LA RUDA COMO PLANTA MEDICINAL EN EL CANTÓN VICOTZ, DEL MUNICIPIO DE NEBAJ, DEPARTAMENTO DE QUICHÉ*. 1–100.

Chicaiza (2014). (2014). *"CARACTERIZACION MORFOLOGICA DE HONGOS FITOPATÓGENOS EN EL CULTIVO DE TOMATE HORTICOLA (Solanum lycopersicum) SECTOR PATAIN COTOPAXI 2014".* file:///C:/Users/User/OneDrive/Im%C3%A1genes/jess/tesis%20para%20estudiar%20importante%20informacion%20para%20mi%20tesis.pdf

Constante Calero Karla Mishel. (2020). *CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA EVALUACIÓN DE RESISTENCIA A TIZÓN TARDÍO (Phytophthora infestans) EN CLONES DE PAPA (Solanum tuberosum) DOCUMENTO FINAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE INGENIERA AGRÓNOMA KARLA MISHEL CONSTANTE CALERO TUTOR*.

Cruz Trujillo, J. J., Hernandez Guitierrez, V., Sanchez Leal, L. C., & Fuentes Quintero Luz Stella. (2021). *control biologico*. 1–18.

Cuesta, R. X., Monteros, C., Racines, M., Rivadeneira, J., Técnica, R., Garcés, S., Yánez, C., Fao, F., Mastrocola, N., Pino, G., Mera, X., Rojano, P., & Haro, F. (n.d.). *Catálogo de variedades de papa del Ecuador*.

Cuesta, R. X., Monteros, C., Racines, M., Rivadeneira, J., Técnica, R., Garcés, S.,

Yánez, C., Fao, F., Mastrocola, N., Pino, G., Mera, X., Rojano, P., & Haro, F. (2022). *Catálogo de variedades de papa del Ecuador*.

Darwan Rizo, & Guillermo Gutierrez. (2018). *Proyecto Gestión del Conocimiento para la Producción Sostenible de hortalizas en Nicaragua*. www.rikolto.org/latinoamerica

Fedepapa (2023). (n.d.). *EN EL MERCADO NACIONAL: Proyecto de Sistemas de Información Estadística y Estudios Económicos. Fondo Nacional de Fomento de la Papa - Federación Colombiana de Productores de Papa Dirección: Av. Cra 45 No. 106B - 84 Teléfono: (1) 214 29 89 Volumen 9 1ra quincena enero 2024 #185 VALOR DE LA PRODUCCIÓN DE LA PAPA DESTINADA A MERCADOS MAYORISTAS ASCENDIÓ A $1,8 BILLONES EN EL 2023*. Retrieved May 22, 2024, from https://fedepapa.com/wp-content/uploads/2024/01/Boleti%CC%81n-185.pdf

Flores, V. E., Sáenz, G. A., Castañeda, F. A. O., & Narro, C. R. I. (2020). Romero (Rosmarinus officinalis L.): su origen, importancia y generalidades de sus metabolitos secundarios. *TIP Revista Especializada En Ciencias Químico-Biológicas*, *23*, 1–17. https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2020.0.266

GAD, P. J. B. V. (2015). *PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TE-RRITORIAL DEL GOBIERNO AUTONOMO DES-CENTRALZIADO PARROQUIAL RURAL DE JUAN BENIGNO VELA CANTÓN AMBATO-PROVINCIA DE TUNGURAHUA CONSEJO DE PLANIFICACIÓN GAD JUAN BENIGNO VELA*.

Gomez Lopez, R. A. (2016). *UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO*.

Guashca, J. (2023). *UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS "EVALUACIÓN DE DOS MÉTODOS DE EXTRACCIÓN DE RUDA, ORTIGA*.

Guauque, M., Jc, C., Articulo Original, G. M., Del Pilar Guauque, M., Carlos Castaño, J., Gómez, M., Carlos, J., & Grupo, C. (2010). *ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INFECTOLOGÍA REVISTA INFECTIO Detección de metabolitos secundarios en Ambrosia peruviana Willd y determinación de la actividad antibacteriana y antihelmíntica Secondary metabolite detection in Ambrosia peruviana Willd and determination of antibacterial and antihelmintic activity Correspondencia*.

Guzmán Ochoa, G., Patishtan Pérez, J., Garay Martínez, J. R., Joaquín Cancino, S., Felipe Victoriano, M., & Alcalá Rico, J. S. G. J. (2024). Prevalencia y severidad de mancha foliar zonada (Microdochium sorghi) en sorgo en el noreste de México. *Nova Scientia*, *16*(33), 1–9. https://doi.org/10.21640/ns.v16i33.3437

HuertAula Cantarranas Puri Bañuls 19 de Abril de 2024. (n.d.).

Huilcapi Chauca Edison Francisco. (2012). *"COMBATE DE TIZÓN TARDÍO (Phytophthora infestans) CON*.

Isabel Ramírez González, S., López Báez, O., Espinosa Zaragoza, S., & Wong Villarreal, A. (2016). Actividad antifúngica de hidrodestilados y aceites sobre Alternaria solani, Fusarium oxysporum y Colletotrichum gloesporioides* Antifungal activity of hidrodestillates and oils on Alternaria solani, Fusarium oxysporum and Colletotrichum gloeosporioides. In *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* (Vol. 7).

Jica (2015). (n.d.). *Cultivo_de_papa_manual 2*. Retrieved May 21, 2024, from http://www.congope.gob.ec/wp-content/uploads/2017/10/Cultivo_de_papa_manual.pdf

Katia Reyes-Quintanar, C., Martínez-Carrera, D., Morales Almora, P., Sobal Cruz, M., Helios Escudero-Uribe, A., & Guillermo Ávila-Acevedo, J. (2014). Efecto del extracto de ruda (Ruta graveolens) en el crecimiento micelial de Trichoderma* Effect of the extract of rue (Ruta graveolens) on the mycelial growth of Trichoderma. In *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* (Vol. 5).

Llivicura, M. (2018). *UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA*.

Mariana, L., & Giraldo, S. (2021). *ANÁLISIS DEL EFECTO ANTIFÚNGICO DE LOS HIDROLATOS AJO-AJÍ SOBRE LA MONILIA (MONILIOPHTHORA RORERI) ISABEL SOFÍA LEÓN OSPINA*.

Martínez A., C. O. F. , N. (2023). *morfologia del cultivo de papa*. 1–2.

Méndez, P., & Gaete, N. (2018). *I. PRINCIPALES ENFERMEDADES QUE AFECTAN AL CULTIVO DE PAPA*.

Molina, N. (2001). *Uso de extractos botánicos en control de plagas y enfermedades*.

Mostacero, L. J. (2005). *CARACTERISTICAS EDAFOCLIMATICAS Y FITOGEOGRAFICAS DE LAS PLANTAS MEDICINALES DEL DOMINIO ANDINO NOROCCIDENTAL DEL PERU, DURANTE*. 1–314.

Opazo, L. R., Navarro, H., Agr, I., Teuber Ing Agr Ph D, N. K., & Barrientos, C.

(2008). *Permitida la reproducción total o parcial de esta publicación citando la fuente y el autor. Comité Editor: MANEJO INTEGRADO DEL TIZÓN TARDÍO Y ESTRATEGIAS DE CONTROL QUÍMICO*.

Opazo, L. R., Salazar, F. S., Agr Ph, I. D., Teuber Ing Agr Ph D, N. K., Sagredo, B. D., Acuña, I. B., Agrónomo Ph, I. D., Gutiérrez, M. A., & Agrónomo, I. (2004). *CÓMO RECONOCER LOS TIZONES DE LA PAPA*.

Parlindo, F., Khairani, H. S., Papona, A. T., & Tondok, E. T. (2024). Direct Isolation Method for Tomato-Infecting Phytophthora infestans. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, *20*(2), 101–107. https://doi.org/10.14692/jfi.20.2.101-107

Pazmiño, G. J. J. (2016). *UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA.*

Pérez, W., & Forbes, G. (2005). *El tizón tardío de la papa*. www.cipotato.org

Prada Millán Sandra Patricia Montenegro Gómez, Y., & Arley Serrato Velosa, Y. (n.d.). *PRÁCTICAS AGROECOLÓGICAS EN LA IMPLEMENTACIÓN DE HUERTOS URBANOS Y PERIURBANOS*.

Pumisacho, M. ; S. S. (2002). *EL CULTIVO DE LA PAPA EN ECUADOR*.

Rodríguez, C. J. L., Pulido, A. A. M., Figueredo, R. L. V., Rodriguez, M. O. J., & Cuervo, A. J. L. (2017). *Obtencion de aceite esencial de romero en el municipio de Guasca, Cundinamarca*.

Rosmery, C.-B., Eguívar, D., & Garcia, W. (2006). Alternativa agroecológica para el control del tizón tardío, Phytophthora infestans, de la papa en. In *ACTA NOVA* (Vol. 3).

Saavedra Rojas, D. (2023). Principales enfermedades que afectan el cultivo de papa (Solanum tuberosum L.) en la sierra-Alto Piura Main diseases affecting potato (Solanum tuberosum L.) in the Alto Piura highlands. In *Revista Latinoamericana De Ciencias Agrarias-RLCA* (Vol. 1, Issue 1). https://orcid.org/0000-0002-9463-3479

Tenorio, O. N. M. (2020). *UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ Colegio de Ciencias e Ingenierías*.

Toledo, M. (2021). *cultural*. 1–2.

Tres Dosis, E., & Hernan Paca Malca, J. (2009). *"RESPUESTA DEL CULTIVO DE LA PAPA (Solanum tuberosum L.) VARIEDAD CHAUCHA A LA APLICACIÓN*

DE CUATRO TIPOS DE ABONOS ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE RECURSOS NATURALES PROGRAMA CARRERA DE INGENIERIA AGROPECUARIA MENCION.

Trujillo, J. (2020). *Unad-ojs,+art2+control+biorracionales*. 1.

Uscategui, Y. (2013). *BIOACTIVIDAD DE HIDROSOLES, ACEITES ESENCIALES Y MEZCLAS DE EXTRACTOS DE ESPECIES VEGETALES PARA EL CONTROL DE Rhizoctonia solani, Phytophthora infestans Y Fusarium oxysporum EN EL CULTIVO DE PAPA (Solanum tuberosum)*. https://intellectum.unisabana.edu.co/bitstream/handle/10818/9330/Yomaira%20Lisnedy%20Usc%C3%A1tegui%20Maldonado%20(TESIS).pdf?sequence=1

Vasquez, V. K. E. (2023). *hidrolatos definicion*. 1–60.

Vignola, R., Watler, W., Vargas Céspedes, A., & Morales, M. (2017). *FICHA TÉCNICA CULTIVO DE PAPA Realizado con el aporte del Fondo de Adaptación*.

Vizcaíno. (2017). *UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA PROGRAMA SEMIPRESENCIAL SEDE EL ANGEL TRABAJO DE TITULACIÓN COMPONENTE PRÁCTICO PRESENTADO A LA UNIDAD DE TITULACIÓN COMO REQUISITO PREVIO PARA OPTAR.*

Zamora Vargas Daniel David. (2023). *UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA.*

Zuñiga Chila, S., Morales Espinoza, C., & Estrada Martínez, M. E. (2017). *Cultivo de la papa y sus condiciones climáticas*. *2*(2), 140–152. http://gis.unicafam.edu.co/index.php/gis/article/view/60

ANEXOS

Anexo 1. Recolección de muestras con tejido infectado de tizón tardío *(Phytophthora infestans)* en el cultivo de papa.



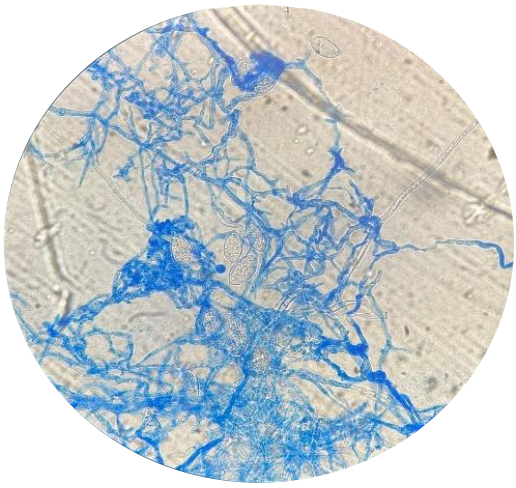
Anexo 2. Aislamiento de las muestras para la identificación de tizón tardío *(Phytophthora infestans).*



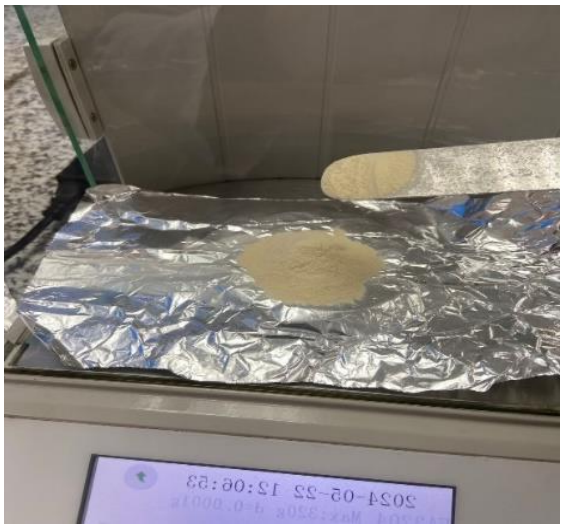


Anexo 3. Identificación de *Phytophthora infestans* en microscopio.





Anexo 4. *Preparación de medio de cultivo para Phytophthora infestans.*








Anexo 5. Siembra de *Phytophthora infestans.*




Anexo 6. Crecimiento de *Phytophthora infestans*



Anexo 7. Raspado y colocación *de Phytophthora infestans* en agua destilada para la conservación de sus esporas.



Anexo 8. Recolección de material vegetal de ruda, marco y romero para la elaboración de los hidrolatos.







Anexo 9. Elaboración de los hidrolatos.









Anexo 10. Siembra y desinfestación de la semilla Yema de huevo.





Anexo 11. Ubicación de tratamientos con sus etiquetas.





Anexo 12. Infestación de tizón tardío en el cultivo de papa.



Anexo 13. Aplicación de los hidrolatos (Ruda, Romero y Marco).



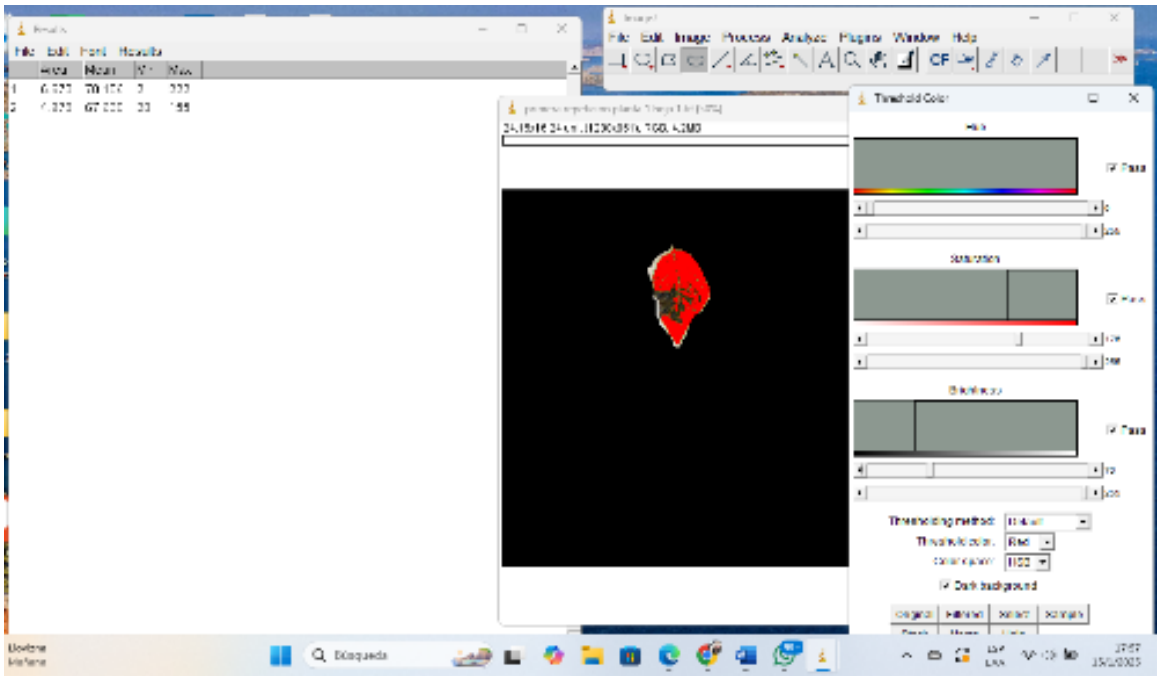


Anexo 14. Recolección de muestras para el análisis de severidad.





Anexo 15. Toma de datos de severidad.



Anexo 16. Tabla de datos de incidencia.

Tratamientos	BLOQUES	Dosis	PRIMERA REPETICIÓN (%)	SEGUNDA REPETICIÓN (%)	TERCERA REPETICIÓN (%)
H1D1	1	5cc/l	60	80	60
H1D2	2	10cc/l	80	80	60
H1D3	3	15cc/l	60	60	80
H2D1	1	5cc/l	100	100	80
H2D2	2	10cc/l	60	80	100
H2D3	3	15cc/l	80	60	80
H3D1	1	5cc/l	100	80	100
H3D2	2	10cc/l	80	100	80
H3D3	3	15cc/l	60	60	80
testigo	1	in aplicación	100	100	100
testigo	2	in aplicación	100	80	80
testigo	3	in aplicación	100	60	100

Anexo 17. Tabla de datos de severidad.

Tratamientos	BLOQUES	Dosis	PRIMERA REPETICIÓN (%)	SEGUNDA REPETICIÓN (%)	TERCERA REPETICIÓN (%)
H1D1	1	5cc/l	57,370	42,160	43,600
H1D2	2	10cc/l	34,329	53,285	29,375
H1D3	3	15cc/l	26,658	15,154	27,112
H2D1	1	5cc/l	65,416	35,893	41,182
H2D2	2	10cc/l	40,419	42,976	31,752
H2D3	3	15cc/l	41,042	38,396	45,857
H3D1	1	5cc/l	73,806	60,100	47,041
H3D2	2	10cc/l	55,451	43,734	40,067
H3D3	3	15cc/l	52,027	38,438	30,878
testigo	1	sin aplicación	71,802	59,500	58,107
testigo	2	sin aplicación	72,560	72,132	67,931
testigo	3	sin aplicación	68,619	70,917	74,160