



**UNIVERSIDAD TECNICA DE
AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS
CARRERA DE AGRONOMIA**



PROYECTO DE INVESTIGACION

**“Efecto del extracto de algas para el manejo de manchado necrótico
en pimiento (*Capsicum annuum* L.).”**

DOCUMENTO FINAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN COMO REQUISITO
PARA OBTENER EL GRADO DE INGENIERA AGRÓNOMA

AUTOR:

Vanessa Tatiana Vaca Masabanda

TUTOR:

Ing. Olguer León

Cevallos, 2025

**“Efecto del extracto de algas para el manejo de manchado necrótico
en pimiento (*Capsicum annuum* L.).”**

REVISADO Y APROBADO POR:

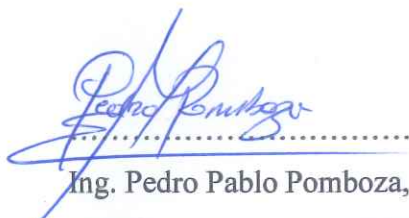


Ing. Mg. Olguer León

TUTOR

APROBADO POR LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO

FECHA:



Ing. Pedro Pablo Pomboza, PhD

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

12/02/2025



Ing. Mg. Geovanny Velástegui

MIEMBRO DEL TRIBUNA DE CALIFICACIÓN

12/02/2025



Ing. Mg. Rita Santana

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

12/02/2025

AUTORIA DE LA INVESTIGACIÓN

La suscrita, Vanessa Tatiana Vaca Masabanda, portadora de la cédula de ciudadanía número: **1805216239**, libre y voluntariamente declaro que el Informe Final del Proyecto de investigación titulado: **“Efecto del extracto de algas para el manejo de manchado necrótico en pimiento (*Capsicum annuum* L.)”** es original, auténtico y personal.

En tal virtud, declaro que el contenido es de mi sola responsabilidad legal y académica, excepto donde se indican las fuentes de información consultadas.



.....
Vanessa Tatiana Vaca Masabanda

DERECHOS DE AUTOR

Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado **“Efecto del extracto de algas para el manejo de manchado necrótico en pimiento (*Capsicum annuum* L.)”**. Como uno de los requisitos previos para la obtención del título de grado de Ingeniera Agrónoma, 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.



.....
Vanessa Tatiana Vaca Masabanda

DEDICATORIA

Esta investigación está dedicada en primer lugar a Dios por otorgarme la salud, la vida y ser mi guía en todo mi proceso de formación y ser él quien me ha bendecido día a día otorgándome sabiduría e inteligencia para poder cumplir mis objetivos.

A mis ángeles del cielo Pablo y Teresa, aunque ya no estén físicamente conmigo, su amor, sabiduría y ejemplo continúan guiándome en cada paso que doy. A pesar de lo difícil de aprender a vivir sin ustedes, sus palabras alentadoras y apoyo incondicional mientras estaban con vida fueron la fuerza que me impulso a seguir adelante en los momentos más difíciles, y que me llevo hasta este punto.

A mi madre, Nelly mi amor más grande, mi eterna guía y apoyo en cada paso que he dado, su aliento amoroso ha resonado en mi corazón, llenándome de valor y sabiduría, gracias a sus consejos, he aprendido a enfrentar las barreras de la vida con gracia y cultivar un corazón compasivo, su fe en mi ha sido un faro en mis momentos oscuros. A mi padre, Ángel que a pesar de la distancia siempre estuvo apoyándome con su esfuerzo y trabajo ha sido parte fundamental en este proceso.

A mi esposo Jonathan, quien ha sido mi apoyo incondicional a pesar de altos y bajos y estuvo a mi lado apoyándome y haciendo que no me rinda en ningún momento gracias, mi amor te amo.

Al tesoro más grande que la vida me pudo dar, Angie, por ser mi luz y mi inspiración en este trayecto cada sonrisa y travesura me recuerda la belleza de la vida y la importancia de soñar en grande y alentarme en todo este duro camino e impulsarme día a día a culminar este gran objetivo. A unas pataditas que me motivaban a no rendirme y me recordaban que no estoy sola en este camino. A mis tías Hilda, Gladys, Rosa y Laura que siempre han estado ahí con sus consejos y apoyo en cada palabra de aliento con el propósito de que cumpla mis sueños.

A mis padrinos Andrés y Carmen por haberme brindado su confianza y apoyo incondicional en este largo camino, enseñándome que jamás debo darme por vencida con sus consejos y apoyo nunca me han dejado caer y siempre han estado motivándome para llegar hacer una gran profesional. A mis primos y primas que con sus locuras siempre me han brindado su cariño y su apoyo incondicional.

A mis amigos Doris y Edison, gracias por estar a mi lado desde el inicio de esta etapa universitaria, por su apoyo incondicional, su compañía en cada momento del camino y por hacer que este proceso estuviera lleno de aprendizajes, risas y recuerdos inolvidables.

Vanessa Tatiana Vaca Masabanda

AGRADECIMIENTO

Mi eterno agradecimiento primero a Dios por ser mi luz y mi compañía durante todos estos años de formación y brindarme la sabiduría necesaria para llegar a cumplir este gran sueño.

Expreso mi gratitud a mi familia y amigos por el apoyo incondicional durante todo este proceso, les agradezco su amor incondicional, comprensión y apoyo constante a lo largo de este caminar. Sus palabras de aliento y confianza me han impulsado a seguir adelante incluso en los momentos difíciles.

Agradecida con la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Carrera de Agronomía por haberme abierto las puertas y ser mi segundo hogar en el cual adquirí conocimientos, valores y sobre todo brindarme las herramientas necesarias para mi formación.

A mi tutor Ing. Olguer León quien me apoyo y me compartió su conocimiento, la paciencia y la dedicación para realizar este presente proyecto.

Al Ing. Edwin Pallo por su amistad, asesoría y colaboración para llegar a lograr esta meta tan anhelada gracias por haberme brindado sus valiosos conocimientos durante este trabajo de investigación y mi formación académica.

A los maestros (as) de la Facultad de Ciencias Agropecuarias por sus sabios consejos para alcanzar con satisfacción la culminación de esta investigación y brindarme sus conocimientos y enseñanzas a lo largo de mi formación académica.

Vanessa Tatiana Vaca Masabanda

ÍNDICE GENERAL

CAPITULO I	1
INTRODUCCIÓN.....	1
MARCO TEÓRICO	2
1.1 Antecedentes Investigativos	2
1.2 Categorías fundamentales	5
1.2.1 Cultivo de Pimiento	5
1.2.2 Clasificación Taxonómica	6
1.2.3 Características Botánicas	6
1.2.4 Características agroecológicas	7
1.2.5 Etapas fenológicas del cultivo de pimiento	8
1.2.6 Plagas y enfermedades	9
<i>Plagas</i>	9
<i>Enfermedades</i>	10
1.2.7 Moho gris (<i>Cladosporium fulvum</i>) del cultivo de pimiento	11
1.3 Algas rojas (<i>Gymnogongrus</i> sp)	12
1.4 Objetivos	13
1.4.1 Objetivo general.....	13
1.4.2 Objetivos específicos	13
CAPITULO II.....	14
METODOLOGÍA.....	14
2.1 Ubicación del experimento	14
2.2 Características Del Lugar.....	14
2.2.1 Clima.....	14
2.2.2 Suelo	14

2.3 Lugares del Muestreo.....	15
2.4 Equipos y materiales	15
2.4.1 Equipos	15
2.4.2 Materiales.....	16
2.5 Factores de estudio.....	17
2.5.1 Concentración del extracto de algas	17
2.6 Tratamientos	17
2.7 Diseño Experimental.....	18
2.8 ESQUEMA DE DISPOSICIÓN	19
2.9 MANEJO DEL EXPERIMENTO	19
2.9.1 Obtención de aislamiento.....	19
Parte - Caracterización.....	20
2.9.2 Pruebas de patogenicidad.....	21
2.10 VARIABLES RESPUESTA.....	21
2.10.1 Porcentaje de incidencia	21
2.10.2 Porcentaje de severidad.....	22
<i>Tabla 8.</i>	22
<i>Escala para la determinación de severidad.</i>	22
2.10.3 Pruebas de agresividad.....	22
2.10.4 Días a la aparición de síntomas.....	22
2.10.5 Características de la colonia	23
CAPITULO III	24
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
3.1. Características Morfológicas	24
3.2 Agresividad de los asilados.....	25

3.3 Evaluación <i>In Vitro</i> En Planta	27
3.4 Efecto de los extractos de algas (<i>Gymnogongrus</i> sp) en planta sobre el agente causal del manchado necrótico	28
CAPÍTULO IV	29
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	29
4.1 Conclusiones	29
4.2. Recomendaciones	30
BIBLIOGRAFÍA	31
ANEXOS	35
Porcentaje de incidencia de <i>C. fulvum</i> en el cultivo de pimiento.....	39

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía del cultivo de Pimiento.....	6
Tabla 2. Etapas fenológicas del cultivo de pimiento	8
Tabla 4. Lugares de muestreo de plantas con sintomatología de enfermedades foliares en pimiento	15
Tabla 5. Tratamientos	17
Tabla 6. Cultivo In vitro	18
Tabla 7. En planta	18
Tabla 8. Escala para la determinación de severidad	22
Tabla 9. Resumen características morfológicas	24
Tabla 10. Agresividad de los aislados (velocidad crecimiento, promedio de crecimiento diario por aislado) (incidencia y severidad, periodo latente).....	25
Tabla 11. Distribución de medias para el efecto del extracto de algas sobre el crecimiento en medio de cultivo de <i>Cladiopodium fulvum</i>	27
Tabla 12. Efecto de los extractos de algas en planta sobre el agente causal del manchado necrótico a nivel de campo.	28
Porcentaje de incidencia	39

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo vegetativo del pimiento	8
Figura 2. Lugares de Muestreo	15
Figura 3. Esquema de Laboratorio	19

RESUMEN

El manchado necrótico en el cultivo de pimiento es una enfermedad común que se presenta generalmente en cultivos bajo cubierta ya que existen condiciones adecuadas para una fácil diseminación del patógeno. Para la presente investigación se tuvo como objetivo evaluar el efecto de los extractos de algas sobre el agente causal del manchado necrótico en pimiento (*Capsicum annuum* L.). Lo cual se procedió con esta investigación en dos partes la primera en laboratorio en la que se aisló las muestras recolectadas en medios de cultivo PDA conjuntamente con los tratamientos previamente determinados de Algas rojas (*Gymnogongrus* sp.) que poseen compuestos antimicrobianos y antifúngicos que ayudan a proteger las plantas de patógenos, en la etapa de campo la unidad experimental estuvo conformada por tres plantas de pimiento cultivadas en maceta, en las cuales se aplicaron los tratamientos establecidos del extracto de algas al 1%, 5% y 10%, teniendo como resultados para la parte de laboratorio un periodo de latencia promedio de 20,6 días en la M6 a diferencia de la M1 que posee 14,4 días mientras que M2, M3, M4 y M5 mantienen un promedio entre 16 a 18 días en la aparición de los primeros síntomas, para la variable incidencia se constata que la muestra M1, M2 tienen un porcentaje alto entre 84% y 89% a comparación con las otras muestras, mientras que para la variable severidad no existen diferencias significativas ya que se encuentran en un mismo grado de severidad, para la variable diámetro polar y ecuatorial se puede evidenciar que los extractos actúan inhibiendo el crecimiento del patógeno, en las características culturales todos los aislados mostraron un color verde oliváceo en el anverso y en el reverso un color negro, con una textura afelpada y forma irregular, bordes enteros y lobulados algunos aislados presentan una superficie elevada además ningún aislado pigmento el medio de cultivo (PDA). Para la fase de campo se analizaron la variable porcentaje de incidencia se logró constatar que el tratamiento que obtuvo menor porcentaje fue el tratamiento E1C3 con una concentración del 10%, mientras que la variable porcentaje de severidad el tratamiento E1C1, E1C2 y E1C3 se encuentran en una escala de severidad de 0 a 1 siendo resistentes o moderadamente resistentes, en cuanto se refiere a la variable días de aparición de *C. fulvum* en el cultivo de pimiento en campo se determinó que no existen variación en cuanto a los días de aparición de la enfermedad entre los tratamientos ya que su aparición fue a los 17 días

después de la inoculación. Así mismo en la variable pruebas de agresividad se pudo observar que no existen diferencias en cuanto a los días de incubación de *C. fulvum* ya que en todos los tratamientos apareció a los 6 días.

Palabras clave: algas, extractos, incidencia, necróticas, severidad

ABSTRACT

Necrotic spot in pepper crops is a common disease that generally occurs in covered crops since there are suitable conditions for easy dissemination of the pathogen. The objective of this research was to evaluate the effect of algae extracts on the causal agent of necrotic spot in pepper (*Capsicum annuum* L.). Which was carried out with this investigation in two parts, the first in the laboratory in which the samples collected in PDA culture media were isolated together with the previously determined treatments of red algae (*Gymnogongrus* sp.) That have antimicrobial and antifungal compounds that help protect plants from pathogens, in the field stage the experimental unit consisted of three pepper plants grown in pots, in which the established treatments of the algae extract were applied at 1%, 5% and 10%, having as results for the laboratory part an average latency period of 20.6 days in M6 unlike M1 which has 14.4 days while M2, M3, M4 and M5 maintain an average between 16 to 18 days in the appearance of the first symptoms, for the incidence variable it is found that the sample M1, M2 have a high percentage between 84% and 89% compared to the other samples, while for the severity variable there are no significant differences since they are in the same degree of severity, for the variable polar and equatorial diameter it can be seen that the extracts act by inhibiting the growth of the pathogen, in the cultural characteristics all the isolates showed an olive green color on the front and a black color on the back, with a plush texture and irregular shape, whole and lobed edges, some isolates have a raised surface, in addition no isolated pigment in the culture medium (PDA). For the field phase, the incidence percentage variable was analyzed, it was found that the treatment that obtained the lowest percentage was the E1C3 treatment with a concentration of 10%, while the percentage of severity variable, the E1C1, E1C2 and E1C3 treatments are on a severity scale from 0 to 1 being resistant or moderately resistant, as regards the variable days of appearance of *C. fulvum* in the pepper crop in the field, it was determined that there is no variation in terms of the days of appearance of the disease between the treatments since its appearance was at 10%. 17 days after inoculation. Likewise, in the variable aggressiveness tests it was observed that there are no differences in terms of the days of incubation of *C. fulvum* since in all treatments it appeared after 6 days.

Keywords: algae, extracts, incidence, necrotic, severity

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

El pimiento (*Capsicum annuum* L.) es uno de los cultivos hortícolas de mayor relevancia a nivel global, tanto por su alta demanda en la industria alimentaria como por su valor económico y nutricional. El presente cultivo es originario de América Central y del Sur, el cual se ha expandido por todo el mundo, adaptándose fácilmente a diferentes condiciones climáticas y de suelo. Actualmente los países de mayor producción son México, España, India y Estados Unidos los mismos que han empleado diversas técnicas agrícolas, tanto en invernaderos como en cultivos al aire libre, con el fin de mejorar el rendimiento y la calidad del fruto. Además de su consumo directo, el pimiento es utilizado en la elaboración de productos derivados como especias, salsas y pimientos secos, los cuales tienen una fuerte demanda en mercados internacionales. (Arias, 2019)

En el caso de Ecuador, el pimiento también constituye un cultivo de gran importancia, especialmente en las regiones subtropicales y tropicales, donde las condiciones climáticas favorecen su desarrollo. A pesar de su relevancia en la economía agrícola del país, los productores enfrentan problemas relacionados con el manejo de enfermedades, como el manchado necrótico, la cual es conocida como una patología fúngica que afecta tanto la calidad del fruto como el rendimiento de la cosecha. (Salazar, 2020).

Las áreas de la Sierra y la Costa de Ecuador se destacan como principales zonas productoras, donde los agricultores emplean una combinación de prácticas agrícolas tradicionales y modernas para el control de estas enfermedades. Las principales provincias con mayor producción de pimiento son Guayas, Santa Elena, Manabí, El Oro, Imbabura, Tungurahua, Chimborazo y Loja. Sin embargo, la creciente preocupación por los efectos negativos de los productos químicos utilizados para el control de plagas ha impulsado la búsqueda de alternativas más sostenibles, como el uso de biofertilizantes y tratamientos orgánicos, que contribuyan al manejo eficiente y ecológico de los cultivos. (Coello, 2020)

Las algas marinas han ganado relevancia debido a sus propiedades bioactivas y su potencial como biofertilizante natural. Los extractos de algas marinas contienen una diversidad de compuestos bioactivos, como polisacáridos, proteínas y aminoácidos, que pueden promover el crecimiento y desarrollo de las plantas, así como mejorar su resistencia a enfermedades y condiciones de estrés ambiental. Estos extractos se han utilizado con éxito en diversos cultivos para mejorar la salud de las plantas, y su aplicación en el manejo de enfermedades como el manchado necrótico en pimiento puede ofrecer una alternativa ecológica a los productos químicos convencionales. Además, el uso de algas marinas no solo favorece la salud del suelo, sino que también mejora la calidad nutricional de los cultivos, lo que contribuye a una producción más sostenible y amigable con el medio ambiente. (Tenorio, 2018)

MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes Investigativos

Salazar *et al.*, (2022) mediante su investigación evaluaron el efecto de la aplicación foliar de extractos de algas y fertilizantes en el cultivo de pimiento obteniendo como resultados que los tratamientos A y A+FF produjeron una cantidad superior de frutos comerciales y totales por planta, así como también para la variable tamaño de fruto en comparación con el tratamiento FF y T sin embargo para las variables área foliar, peso seco foliar, peso específico foliar, altura de planta y diámetro de tallo no se obtuvieron diferencias estadísticas entre los tratamientos en estudio. Lo cual concluyeron que el uso de extractos de algas generó mayores rendimientos tanto total como comercial a un menor costo de producción.

Los hongos del género *Cladosporium* son comunes en muchas partes del mundo, debido a que sus esporas se pueden encontrar en el aire, suelo y en el agua. Este hongo requiere condiciones climáticas frescas y húmedas para su correcta esporulación, germinación y desarrollo. Algunas especies son patógenas para varios cultivos, las cuales pueden causar varias pérdidas económicas. (Ogórek *et al.*, 2014).

Coello (2020) a través de su investigación determinó los efectos de la aplicación de extractos

de algas marinas en el cultivo de pimiento el mismo que fue realizado en la provincia de Los Rios teniendo como resultados que el tratamiento T3 (Elementos NPK, micronutrientes y ácidos orgánicos (foliar) genero los mejores promedios tanto en las variables altura de las plantas a los 15, 30 y 45 días, diámetro del tallo a los 15, 30 y 45 días, frutos por planta, peso del fruto, longitud del fruto y diámetro del fruto, seguido del tratamiento T4 (Algas marinas: 12.00 % (foliar) y el tratamiento T1 (Elementos NPK, micronutrientes y ácidos orgánicos (edáfico) ademas se procedio a determinar la mejor dosis siendo la mejor la de 2 L/ha obteniendo asi un rendimiento de 14392 kg/ha.

Los biostimulantes, especialmente aquellos derivados de organismos marinos como las algas, son ricos en biomoléculas fitoquímicas que contribuyen el crecimiento y rendimiento de las plantas, al mismo tiempo que mejoran su protección contra el estres bióticos y abióticos. Las algas marinas, como *Pterocladia capillacea*, *Jania rubens* y *Ulva lactuca*, han demostrado tener una composición bioquímica favorable y una actividad antioxidante, lo que les convierte en una fuente competente para el desarrollo de extractos que fortalezcan la defensa de las plantas. Los cuales pueden ayudar a las plantas a resistir condiciones adversas como sequías, salinidad y temperaturas extremas, al inducir la producción de proteínas y metabolitos que inhiben patógenos. Los biostimulantes derivados de algas representan una estrategia innovadora para mejorar la calidad y cantidad de los cultivos, contribuyendo a una agricultura más sostenible en un contexto de cambio climático. (Ashour *et al.*, 2021).

Las algas marinas son reconocidas como los primeros organismos vegetales en evolucionar a plantas terrestres hace más de 40.000 mil años, las algas marinas son organismos unicelulares que forman estructuras visibles para el ser humano, las cuales se caracterizan por su color verduzco, la mayoría de estos organismos se encuentran distribuidos alrededor de algún lago laguna o río, todo esto puede producir una constante turbiedad o algunas pérdidas en los equipos y materiales de la agricultura como son las bombas de riego y las mangueras, en ciertas ocasiones algunas poseen ciertas características con las bacterias ya que pueden generar un color verde y un color azulado cualquiera de estos 2 son característicos de las algas marinas de agua dulce (Monge & Coto, 2022).

En la actualidad los fertilizantes y plaguicidas han impulsado la producción agrícola ayudando a combatir ciertas plagas y enfermedades las mismas que en su mayoría causan pérdidas económicas significativas, sin embargo, el uso excesivo de los mismos ha generado grandes consecuencias negativas tanto para el medio ambiente y como para el ser humano. Los principales problemas asociados con estas sustancias químicas se ven reflejados tanto en la contaminación del suelo, el agua y el aire, así como también el surgimiento de enfermedades en los agricultores. Además, la resistencia de los patógenos a los fungicidas ha puesto en riesgo la eficacia de estos tratamientos. (García *et al.*, 2012).

Los bioestimulantes a base de algas, en particular los derivados de *Ascophyllum nodosum*, ejercen un efecto positivo tanto a nivel de planta como de suelo. Estos productos incrementan la eficiencia en la absorción de nutrientes, activan los mecanismos de defensa y promueven el crecimiento vegetal gracias a su contenido en fitohormonas y otros compuestos bioactivos. A nivel edáfico, mejoran la estructura del suelo, su capacidad de retención de agua y favorecen a la proliferación de microorganismos benéficos, generando una mayor disponibilidad de nutrientes para las plantas. (Morales *et al.*, 2023)

La agricultura actual busca soluciones más sostenibles para optimizar el uso de nutrientes en las plantas. Los extractos de algas marinas (EAM) brindan una alternativa prometedora, ya que ayudan a las plantas a absorber mejor los nutrientes, incluso en condiciones de estrés. Al aplicar estos extractos tanto en el suelo como en las hojas, se logra una fertilización más eficiente, reduciendo el impacto ambiental y mejorando la calidad y cantidad de las cosechas. El uso de EAM representa una inversión rentable para los agricultores, ya que permite obtener cultivos de mayor calidad y rendimiento reduciendo al mismo tiempo los costos de producción (Espinosa *et al.*, 2020).

Pérez *et al.*, (2022) mediante su investigación evaluaron la aplicación de *Chlorella vulgaris* en el cultivo de lechuga obteniendo como resultados un aumento significativo en el rendimiento del cultivo, además identificaron que ciertos compuestos de la biomasa generaron resistencia ante ciertos patógenos; por otra parte señalaron que las aplicaciones foliares de *Spirulina platensis*, en cultivos de remolacha y pimienta de igual manera

aumentaron los rendimientos a comparación de los obtenidos con fertilizantes comerciales (NPK) esto se debe a que los biofertilizantes a base de *spirulina* aumentan la calidad postcosecha.

Alemán (2015) mediante su investigación realizada sobre *Cladosporium spp.* Señala que a menudo se encuentran en la superficie y generalmente en la atmósfera. Por otra parte, mencionan que la podredumbre en tomates y pimientos son causadas por patógenos que infectan la fruta por daño mecánico o daño por frío las lesiones son redondas con bordes bien definidos. En etapas posteriores y en condiciones de humedad adecuadas, su micelio de color verde oscuro será observado con mayor facilidad

El presente estudio tiene como objetivo evaluar el efecto del extracto de algas en el manejo del manchado necrótico en pimiento (*Capsicum annuum* L.), con el fin de ofrecer una alternativa más ecológica y sostenible frente a las enfermedades bacterianas que afectan a este cultivo. A través de este trabajo, se busca contribuir a la reducción de la dependencia de productos químicos en la agricultura, promoviendo prácticas más amigables con el medio ambiente y la salud humana.

1.2 Categorías fundamentales

1.2.1 Cultivo de Pimiento

Origen

El pimiento (*Capsicum annuum* L.), perteneciente a la familia *Solanaceae*, es una especie originaria de las regiones tropicales y subtropicales de América. El cultivo de pimiento se ha extendido a nivel mundial debido a su versatilidad culinaria, destacándose tanto por su característico sabor como por su variedad de colores, lo cual lo convierten en un ingrediente esencial en diversas tradiciones gastronómicas. Además de su valor alimenticio, el pimiento posee una relevancia económica significativa, ya que es ampliamente cultivado tanto en sistemas tradicionales como en métodos tecnificados, como invernaderos e hidroponía, adaptándose a distintas condiciones climáticas y de manejo agrícola (Salazar *et al.*, 2022)

1.2.2 Clasificación Taxonómica

La clasificación taxonómica del género *Capsicum* es compleja debido a la gran variedad de fenotipos y a la aplicación de múltiples criterios taxonómicos. (Coello, 2020)

Tabla 1.

Taxonomía del cultivo de Pimiento

TAXONOMÍA	
REINO:	<i>Plantae</i>
DIVISIÓN:	<i>Magnoliophyta</i>
CLASE:	<i>Magnoliopsida</i>
SUBCLASE:	<i>Asteridae</i>
ORDEN:	<i>Solanales</i>
FAMILIA:	<i>Solanaceae</i>
SUBFAMILIA:	<i>Solanoideae</i>
TRIBU:	<i>Capsiceae</i>
GÉNERO:	<i>Capsicum</i>
ESPECIE:	<i>Capsicum annuum</i> L.,

Fuente: (Coello, 2020).

1.2.3 Características Botánicas

El presente cultivo se caracteriza por poseer un sistema radicular pivotante y profundo, cuya extensión depende de la textura y la profundidad del suelo. Además, cuenta con numerosas raíces adventicias que pueden extenderse horizontalmente entre 0,5 y 1 m. Su tallo es de crecimiento limitado y erecto al igual que sus ramas, a partir de cierta altura conocida como “cruz” emite de 2 o 3 ramificaciones (dependiendo de la variedad) lo cual continúa ramificándose de forma dicotómica hasta llegar al final del ciclo. Sus hojas son de tipo lanceolada, entera con un ápice pronunciado su peciolo es largo, el haz es liso y de color verde brillante dependiendo de la variedad. Las flores son solitarias en cada nudo del tallo. Son pequeñas y constan de una corola blanca. Su fruto es una baya hueca, semi-cartilaginosa su color es variable (verde, rojo, amarillo, naranja, violeta o blanco); algunas variedades van

pasando del verde al anaranjado e incluso al rojo a medida que van madurando. Su tamaño es variable, llegando a pesar desde escasos gramos hasta más de 500 gramos. (Monge & Coto, 2022).

1.2.4 Características agroecológicas

Temperatura

La temperatura ideal para el cultivo de *Capsicum annuum* varía entre 18 y 28°C. Es importante tener en cuenta que temperaturas superiores a los 32°C, especialmente en condiciones de baja humedad relativa, pueden causar la caída de botones florales, flores y abortos de frutos, además de reducir la capacidad del polen para fertilizar las flores. Por otro lado, si las temperaturas son inferiores al rango óptimo durante la formación de los botones florales, pueden ocurrir diversas alteraciones, como frutos de tamaño reducido y deformados (Valdez, 2022).

Humedad Relativa

La humedad relativa varía entre el 50 % y el 70 %, un nivel elevado de humedad favorece el desarrollo de enfermedades fúngicas en las partes aéreas del cultivo, lo que puede interferir con la fecundación. En cambio, altas temperaturas acompañadas de baja humedad relativa provocan la caída de flores y frutos recién formados. Para evitar el exceso de humedad relativa, es esencial contar con una adecuada ventilación, controlar el riego y asegurar un buen drenaje. La falta de humedad se puede solucionar ajustando los intervalos de riego (Valdez, 2022).

Luminosidad

El pimiento es una planta que necesita una alta cantidad de luz, especialmente durante las primeras etapas de su reproducción. Sin embargo, cuando la radiación solar es excesiva, puede causar daños como grietas en el fruto, manchas y colores inusuales al momento de la

maduración (Valdez, 2022).

Suelo

Los suelos ideales para cultivar pimiento son aquellos con una textura que varía de media franca a franca arenosa, con una estructura suelta, buen drenaje, alta fertilidad natural y un pH ligeramente ácido a neutro, entre 5,8 y 7,0. Este cultivo tiene una baja tolerancia tanto a la salinidad del suelo como al agua de riego (Valdez, 2022).

Figura 1.

Ciclo vegetativo del pimiento



Fuente: (Aleján, 2015)

1.2.5 Etapas fenológicas del cultivo de pimiento

Tabla 2.

Etapas fenológicas del cultivo de pimiento

Etapa Fenológica	Descripción	Días Aproximados
Germinación	La semilla comienza a brotar y aparece la primera raíz y los cotiledones.	3-7 días
Emergencia	Las primeras hojas verdaderas emergen, marcando el inicio del crecimiento vegetativo.	7-14 días

Desarrollo vegetativo	La planta crece y desarrolla más hojas, ramas y raíces. Esta etapa es clave para un buen establecimiento.	20-40 días
Floración	Se desarrollan las primeras flores, las cuales se preparan para la polinización.	40-50 días
Cuajado de frutos	La polinización ocurre y los frutos comienzan a formarse.	50-70 días
Crecimiento del fruto	Los frutos siguen creciendo en tamaño y adquieren su forma, pero aún no están maduros.	70-100 días
Maduración	Los frutos alcanzan su tamaño final y cambian de color, señalando que están listos para la cosecha.	100-120 días
Cosecha	Se recogen los frutos maduros. Esta es la última etapa del ciclo.	120 días o más

(Enriquez, Rodriguez, Barrera, & Cedeño, 2022)

1.2.6 Plagas y enfermedades

Plagas

Áfidos o pulgones (*Aphisgossypii*, *Macrosiphumeu phorbiae*, *Myzuspersicae*)

Son insectos que se localizan en el reverso de las hojas y en los brotes terminales de la planta. Estos se alimentan de la savia y secretan una saliva tóxica que causa el rizado de las hojas, produciendo deformaciones y un color amarillento en ellas (Chirinos, Castro, Peñarrieta, Solis, & Geraud, 2020).

Trips (*Frankliniella occidentalis* (Pergande) *Thripstabaci* (Lindeman)

Son insectos que extraen la savia de las partes jóvenes de la planta, lo que les impide obtener agua y nutrientes, provocando deformaciones y cicatrices en hojas, flores y frutos. Estos daños pueden generar pérdidas económicas significativas y, si no se controlan, pueden expandirse rápidamente (Chirinos, Castro, Peñarrieta, Solis, & Geraud, 2020).

Minador de Hojas (*Liriomyza trifolii* (Burgess))

Son larvas que causan daños importantes en las hojas, creando pequeños túneles irregulares y curvados. Estos insectos provocan efectos graves, como retrasos en el desarrollo de la planta y la pérdida parcial o total de las hojas durante la fructificación. Como resultado, los frutos quedan expuestos directamente al sol, lo que puede causar quemaduras en ellos (Chirinos, Castro, Peñarrieta, Solis, & Geraud, 2020).

Araña blanca (*Polyphagotarsonemus latus*)

También llamados ácaros, estos insectos causan daños al extraer el contenido de las células vegetales y liberar sustancias que impiden el crecimiento en la zona afectada, provocando malformaciones y alteraciones en el crecimiento aéreo de la planta. Prefieren los tejidos jóvenes y en desarrollo, como las yemas apicales, las hojas jóvenes y las yemas florales (Chirinos, Castro, Peñarrieta, Solis, & Geraud, 2020).

Nemátodos (*Meloidogyne javanica*, *M. arenaria* y *M. incognita*)

Los nematodos son gusanos finos que habitan en las raíces, donde generan nódulos visibles. Por lo general, causan marchitez, amarillamiento o clorosis, enanismo, crecimiento lento, frutos pequeños y un bajo rendimiento (Chirinos, Castro, Peñarrieta, Solis, & Geraud, 2020).

Enfermedades

Las enfermedades más frecuentes en las hojas del pimiento incluyen la mancha foliar, la decoloración acelerada, el mosaico y el rizado de las hojas. Los síntomas de las manchas foliares en el pimiento se caracterizan por lesiones circulares con un centro blanco. Estas afecciones pueden ser causadas por diversos microorganismos como oomicetos, bacterias, hongos y micoplasmas, los cuales generalmente provocan una reducción en la producción, lo que lleva a una disminución del rendimiento (Perez, y otros, 2021).

Generalmente, el centro de las manchas foliares se desintegra, dejando pequeños orificios, mientras que las decoloraciones se caracterizan por un color amarillento anómalo en la hoja, comenzando en las puntas y extendiéndose hacia la parte inferior. Este fenómeno afecta

primero a las hojas más viejas del pimiento, y luego se propaga a las hojas más jóvenes de color verde claro. En cuanto al rizado de las hojas, se refiere a un crecimiento irregular que provoca que se enrosquen o deformen, y puede ir acompañado de manchas marrones en las hojas (Perez, y otros, 2021).

Tabla 3.

Enfermedades foliares del cultivo de pimiento

Enfermedad Foliar	Causante
Mancha bacteriana	<i>Xanthomonas campestris</i> (bacteria)
Mosaico del pimiento	Virus del mosaico del pimiento (PepMV)
Alternariosis	<i>Alternaria solani</i> (hongo)
Mildiu	<i>Peronospora destructor</i> (hongo)
Oídio	<i>Leveillula taurica</i> (hongo)
Antracnosis	<i>Colletotrichum spp.</i> (hongo)
Pudrición de la raíz y hojas	<i>Phytophthora capsici</i> (hongo)
Cercosporiosis	<i>Cercospora capsici</i> (hongo)

(Perez, y otros, 2021)

1.2.7 Moho gris (*Cladosporium fulvum*) del cultivo de pimiento

C. fulvum es un hongo asexual que pertenece al género *Cladosporium*, el cual es diverso e incluye alrededor de 20 géneros diferentes. El género *Cladosporium* alberga tanto taxones beneficiosos como patógenos. *C. fulvum* es un hongo biotrófico no obligatorio que puede cultivarse in vitro en medios simples. Sus colonias son de color verde a negro y presentan un crecimiento lento. Los conidios se desarrollan en largas cadenas ramificadas que surgen de conidióforos pigmentados. *C. fulvum* tiene un micelio superficial bien formado, compuesto por hifas ramificadas y septadas, con paredes celulares hechas de polisacáridos de glucano y quitina (Thomma, Van, & Crous, 2005).

1.3 Algas rojas (*Gymnogongrus* sp)

Las algas rojas del género *Gymnogongrus*, al igual que otras variedades de algas marinas, han captado la atención en el ámbito agrícola gracias a sus propiedades que favorecen la mejora en el rendimiento de los cultivos. Estas cualidades están vinculadas a su composición química y a su potencial para funcionar como bioestimulantes naturales (Selmi, Khiari, Snoussi, & Bouzouita, 2021).

Los extractos de *Gymnogongrus* destacan por su contenido en compuestos bioactivos como polisacáridos sulfatados, aminoácidos, oligoelementos (zinc, hierro, magnesio) y vitaminas, que favorecen el crecimiento de las plantas al estimular procesos metabólicos esenciales, como la fotosíntesis y la síntesis de proteínas. Además, estas algas ayudan a las plantas a enfrentar condiciones de estrés abiótico, como la sequía, la salinidad, las temperaturas extremas y la contaminación del suelo, regulando hormonas vegetales clave, como las auxinas y las giberelinas (Selmi, Khiari, Snoussi, & Bouzouita, 2021).

También contribuyen a la mejora del suelo al aportar materia orgánica que optimiza su estructura, aumenta su capacidad de retención de agua y fomenta una mejor aireación para el desarrollo radicular. Como fertilizantes naturales, sus extractos, ricos en nutrientes como potasio, calcio y magnesio, pueden aplicarse foliarmente o a través del riego, liberando sus componentes de manera gradual, lo que minimiza la lixiviación y reduce el impacto ambiental. Además, contienen compuestos antimicrobianos y antifúngicos que ayudan a proteger las plantas de plagas y enfermedades. En consecuencia, los cultivos tratados con estos extractos presentan una mejora significativa en el tamaño, peso y calidad de sus frutos, flores o granos, promoviendo un mayor rendimiento agrícola. (Selmi, Khiari, Snoussi, & Bouzouita, 2021)

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

- Evaluar el efecto del extracto de algas sobre el agente causal del manchado necrótico en pimiento (*Capsicum annuum L.*).

1.4.2 Objetivos específicos

- Aislar el agente causal del manchado necrótico en *Capsicum*.
- Determinar el efecto in vitro del extracto de algas sobre el agente causal del manchado necrótico a nivel de laboratorio.
- Evaluar el efecto del extracto de algas en planta de pimiento, sobre el agente causal del manchado necrótico a nivel de campo.

CAPITULO II

METODOLOGÍA

2.1 Ubicación del experimento

El trabajo de investigación se realizó en el Laboratorio de Sanidad Vegetal de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, localizado en el cantón Cevallos, provincia de Tungurahua a 1°22'02" de latitud Sur y 78°36'22" de longitud Oeste, a 2850 msnm (INAMHI, 2022).

2.2 Características Del Lugar

2.2.1 Clima

Acorde a los registros meteorológicos el área de Querochaca posee veranos cortos, frescos y nublados al igual que los inviernos cortos, fríos y parcialmente nublados. La precipitación anual es de 632 mm, una temperatura media de 12.7°C y la humedad relativa de 76.1% con una velocidad de viento de 3.3 m/seg, la dirección predominante son vientos del Este. (INAMHI, 2022).

2.2.2 Suelo

OAS (2020) menciona la existencia de una diversidad de tipos de suelos, siendo predominante los de origen volcánico, convirtiéndolos como apto para toda clase de cultivos. Al igual el suelo negro en abundancia en la zona es rico en minerales y carbono orgánico, siendo un punto clave en la economía al ser un suelo productivo y fértil. pH entre 6,5 a 7, aunque se puede tolerar pH de hasta 5,5 y Textura Franco arenoso.

2.3 Lugares del Muestreo

Tabla 4.

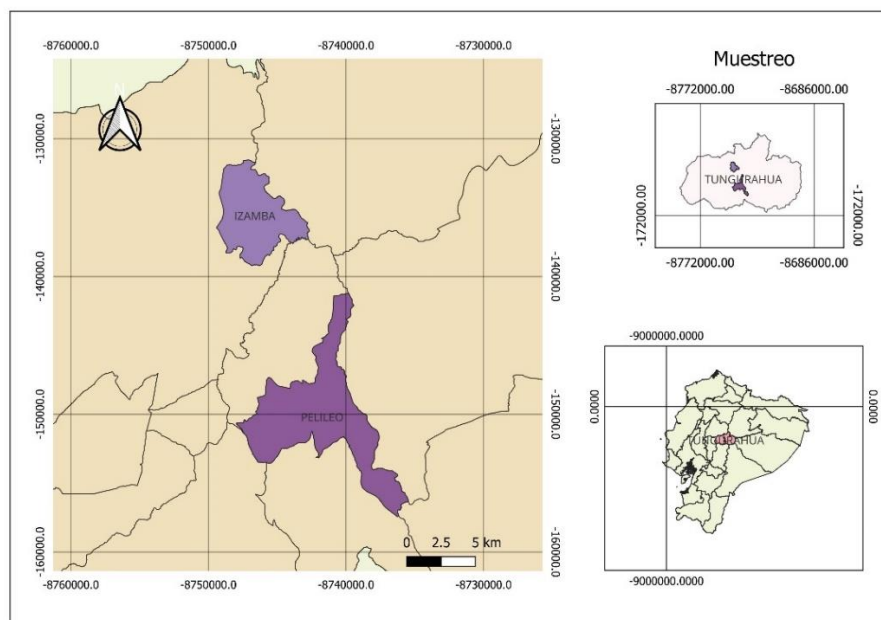
Lugares de muestreo de plantas con sintomatología de enfermedades foliares en pimiento

No	Cantón	Parroquia	Sector
1	Ambato	Izamba	Quillanloma
2	Pelileo	Chiquicha	Centro

Elaborado por: Vanessa Vaca

Figura 2.

Lugares de Muestreo



Nota: Sistema referencial de coordenadas UTM WGS84 Zona 17S.

2.4 Equipos y materiales

2.4.1 Equipos

- Cámara de flujo laminar
- Incubadora

- Balanza
- Microscopio
- Termómetro
- Autoclave
- Agitador magnético
- Refrigerador
- Cámara fotográfica
- Cámara microscópica

2.4.2 Materiales

- Medio de cultivo PDA
- Muestra de la hoja con síntomas del machado foliar en pimiento
- Cajas Petri
 - Alcohol al 90%
 - Mechero de Bunsen
 - Kit quirúrgico
 - Cinta para film
 - Papel aluminio
 - Marcador
 - Fundas plásticas
 - Sustrato
 - Plántulas de pimiento
 - Gradilla
 - Atomizador
 - Tubos de ensayo

- Cubre objeto
- Porta objeto
- Agar
- Agua destilada
- Glicerol
- Tubos eppendorf
- Matraz
- Pipeta de Pasteur
- Gotero

2.5 Factores de estudio

2.5.1 Concentración del extracto de algas

- C1: 1%
- C2: 5%
- C3: 10%

2.6 Tratamientos

Tabla 5.

Tratamientos

Nº	IN VITRO	PLANTA
1	E1C1	E1C1
2	E1C2	E1C2
3	E1C3	E1C3
4	Testigo	Testigo

Elaborado por: Vanessa Vaca

2.7 Diseño Experimental

Para la realización de la presente investigación se utilizó un diseño experimental de bloques completamente al azar con 3 tratamientos y tres repeticiones más 1 testigo absoluto.

Tabla 6.

Cultivo In vitro

Nº	TRATAMIENTO	DESCRIPCION
1	E1C1	Extracto al 1%
2	E1C2	Extracto al 5%
3	E1C3	Extracto al 10%
4	Testigo	Solo medio de cultivo

Elaborado por: Vanessa Vaca

Tabla 7.

En planta

Nº	TRATAMIENTO	DESCRIPCION
1	E1C1	Extracto al 1%
2	E1C2	Extracto al 5%
3	E1C3	Extracto al 10%
4	Testigo	Sin aplicación

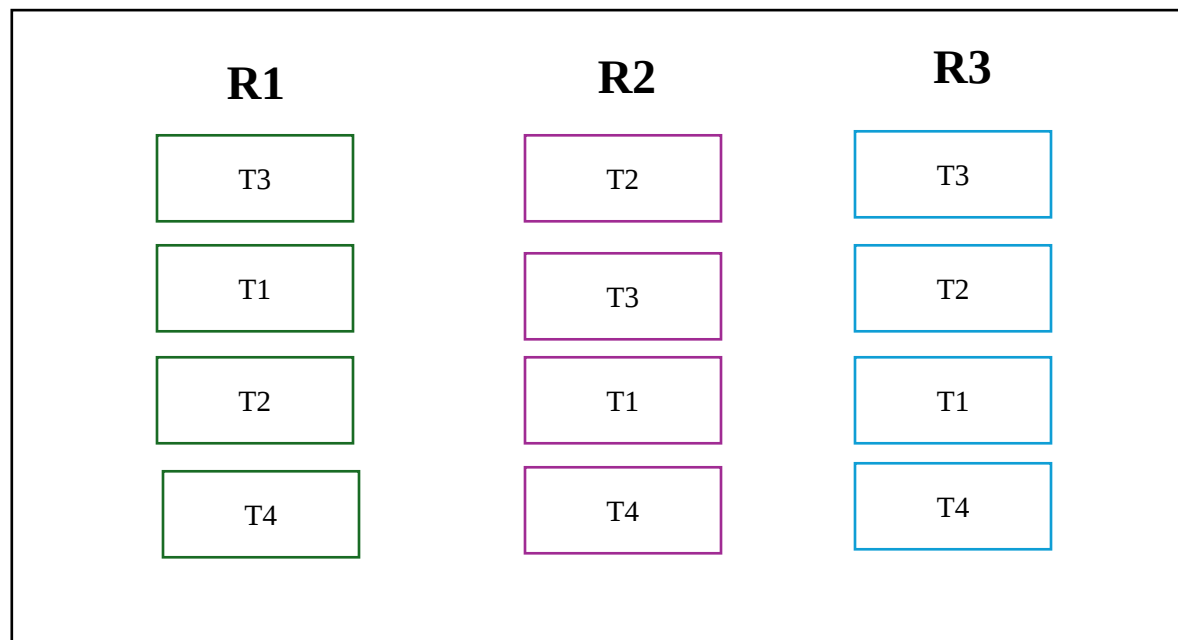
Elaborado por: Vanessa Vaca

La unidad experimental estuvo conformada por tres plantas de pimiento cultivadas en maceta, en las cuales se aplicaron los tratamientos establecidos en el presente ensayo.

2.8 ESQUEMA DE DISPOSICIÓN

Figura 3.

Esquema de Laboratorio



Elaborado por: Vanessa Vaca

2.9 MANEJO DEL EXPERIMENTO

2.9.1 Obtención de aislamiento

Colecta de la muestra

Se procedió a identificar los principales síntomas de manchas foliares tanto como color amarillo o gris pardo, frutos necrosados con manchas hendidas color gris claro, de las cuales se tomaron del tercio medio de la planta muestras de hojas, las mismas que fueron colocadas en fundas ziploc, identificadas y transportadas en un cooler, para evitar contaminación y deshidratación, para su posterior procesamiento.

Aislamiento

Para el aislamiento se procedió a realizar múltiples actividades tales como:

- Esterilización de los materiales y equipos a utilizar.
- En el laboratorio de Microbiología se procedió a preparar el medio de cultivo Agar (PDA) para posteriormente esterilizarlo y dispensarlo en las cajas Petri y dejarlo reposar hasta que le mismos se haya solidificado
- Limpieza de muestra.
- Impresión de muestra. Esta técnica consistió en presionar el envés de la hoja en el medio de cultivo.

Parte - Caracterización

Identificación

Para la caracterización morfológica se procedió a elaborar una placa de los aislados y observarlo al microscopio; mediante la utilización de las claves morfológicas, identificamos la especie y genero del patógeno.

Obtención de cultivos puros

Los cultivos puros se obtienen por métodos de aislamiento. Este método consiste en la inoculación de medios sólidos en placas para que los microorganismos puedan formar colonias individuales (García, 2014).

Parte 2

2.9.2 Pruebas de patogenicidad

Incubación

Luego de identificar los patógenos y a la vez conocer los más incidentes de las diferentes muestras, y obtenidos los cultivos puros se procedió a realizar las debidas soluciones para la inoculación *in vitro* y en las plantas de pimiento. Para hacer la solución del cultivo puro se utilizó una concentración de 1×10^6 UFC. Por medio de un aspersor y manejando la presión se realizó la inoculación *in vitro* y en las plantas de pimiento, esto quiere decir que se colocó las unidades infectivas sobre la superficie.

Se contabilizó el número de días desde la incubación hasta la aparición de los síntomas de la infección.

Re – Aislamiento

Trascurrido 4 días desde la incubación, se procedió a observar si los cultivos *in vitro* y las plantas inoculadas presentan los signos y síntomas de la enfermedad, posteriormente se recolectaron las muestras con el manchado necrótico de la enfermedad.

2.10 VARIABLES RESPUESTA

2.10.1 Porcentaje de incidencia

Mediante la observación visual se determinó los síntomas del manchado foliar del pimiento presente en cada unidad experimental. Se aplicó la siguiente formula:

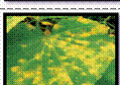
$$(\%)Incidencia = \frac{N^{\circ} \text{ de plantas afectados}}{N^{\circ} \text{ total de plantas analizadas}} * 100$$

(James ,1971)

2.10.2 Porcentaje de severidad

Se tomó 5 hojas de las plantas con síntomas de la enfermedad y se aplicó la siguiente tabla

Tabla 8.
Escala para la determinación de severidad.

Escala Numérica	Tolerancia	
0 = No hay presencia de síntoma	Resistente	
1 = 10% de afectación	Moderadamente Resistente	
3 = 25% de afectación	Poco Susceptible	
5 = 50% de afectación	Susceptible	
7 = 70% de afectación	Muy Susceptible	
9 = 100% de afectación	Altamente susceptible	

Fuente: (Alvarado *et al.* 2019).

2.10.3 Pruebas de agresividad

Se estableció el periodo de incubación al añadir en una plántula libre del patógeno, a una concentración de 1×10^6 UFC, contabilizando el número de días transcurridos desde la incubación hasta el apareamiento de los síntomas de la enfermedad.

2.10.4 Días a la aparición de síntomas

Se procedió a contabilizar los días transcurridos después de haber inoculado el extracto hasta la aparición de los síntomas en la planta.

2.10.5 Características de la colonia

Características morfológicas como, hábito de crecimiento, forma de la colonia, color de la colonia.

- Hábito de crecimiento: Al tener el patógeno en las cajas Petri se pudo observar de manera visual el hábito de crecimiento de la colonia, por lo común suele ser de manera grupal y desmesurada al tener un amplio rango de crecimiento sobre cualquier tipo de sustrato. La manera de propagación frecuentemente se da de manera asexual al contar con las condiciones ambientales aceptables en el medio de cultivo.
- Forma de la colonia: Para poder caracterizar la forma de la colonia se realizó una observación visual, donde se pudo determinar la forma irregular.
- Color de la colonia: El color de la colonia desarrollada en la caja Petri por lo general se presentó con un color verde oscuro a negro, esto nos ayudó a caracterizar la enfermedad.

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Características Morfológicas

Objetivo 1

Tabla 9.

Resumen características morfológicas

CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS DE LOS AISLADOS													
CONIDIOS													
Muestra	Aislado	LARGO µm	ANCHO µm	HIFA µm	Conidióforo mm	FORMA HIFA	COLOR HAZ	COLOR ENVEZ	APARIENCIA	FORMA	EXSUDADOS	CRECIMIENTO	ELEVACIÓN
M1	1	5.33	2.66	4.33	29.67	ramificadas	Verde oliváceo	negro	aterciopelada	plano	no	regular	Superficial
M2	2	4.66	2.33	5	31.00	ramificadas	Verde oliváceo	negro	aterciopelada	plano	no	regular	Superficial
M3	3	4.66	2.33	5	30.33	ramificadas	Verde oliváceo	negro	aterciopelada	plano	no	regular	Superficial
M4	4	4.33	2.33	4.33	32.33	ramificadas	Verde oliváceo	negro	aterciopelada	plano	no	regular	Superficial
M5	5	5.66	3	4.33	31.33	ramificadas	Verde oliváceo	negro	aterciopelada	plano	no	regular	Superficial
M6	8	5.33	2.33	4.66	30.33	ramificadas	Verde oliváceo	negro	aterciopelada	plano	no	regular	Superficial

En la tabla 9 se puede apreciar las características descritas para las colonias de *C. fulvum* de cada una de las muestras en estudio M1, M2, M3, M4, M5 y M6 presentando un color negro en el envés y verde oliváceo en el haz, de crecimiento regular y de apariencia aterciopelada además presentaron una elevación superficial y de forma plana por otra parte se observó la presencia de exudados en el medio PDA. Así también, se logró identificar las características morfológicas de las muestras observando que para los conidios existen variación en cuanto al largo el cual oscila entre un rango de 4,33 a 5,66 μm mientras que para el ancho se ubica en un rango entre 2,33 a 3 μm , sin embargo, presentaron hifas de forma ramificada y con diámetro entre 4,33 a 5 μm respectivamente.

Lucentini (2020) señaló que la población de *C. fulvum* presentó un nivel considerable de diversidad, atribuible a cambios genéticos en su genoma afirmando que las características culturales de *C. fulvum* son homogéneas, hallazgo que coincide con los resultados de este estudio. Además, sugirió que el medio de cultivo empleado influye significativamente en la obtención de colonias homogéneas, siendo el PDA un medio comúnmente utilizado. Entre las características descritas para los aislados estudiados de *C. fulvum* se incluyen: color del anverso, color del reverso, bordes, pigmentación, secreción de líquidos, elevación, textura y forma. Según los resultados obtenidos, estas características presentan una alta uniformidad.

3.2 Agresividad de los aislados

Tabla 10.

Agresividad de los aislados (velocidad crecimiento, promedio de crecimiento diario por aislado) (incidencia y severidad, periodo latente).

Aislados	Período latente	SD +/-	Incidencia	SD+/-	Escala de Severidad	SD +/-
M1	14.4 ^c	0.5	84 ^{ab}	4.2	3.2 ^{ab}	0.4
M2	18 ^b	1	89 ^a	4.2	3 ^{ab}	0.5
M3	17.4 ^{bc}	0.9	66 ^{abc}	4.2	3.6 ^b	0.5
M4	16.6 ^b	1.7	68 ^c	10.4	3.6 ^a	0.5
M5	16.2 ^b	0.4	74 ^c	4.2	2.6 ^a	0.5
M6	20.6 ^a	1.1	75 ^{bc}	6.1	3.2 ^{ab}	0.4

Como se puede apreciar en la tabla 10 se obtuvo el mayor periodo de latencia en la muestra M6 con un promedio de 20,6 días a comparación de la M1 con un promedio de 14,4 días mientras que M2, M3, M4 y M5 mantienen un promedio entre 16 a 18 días en la aparición de los primeros síntomas. Por lo tanto para la variable porcentaje de incidencia se logró constatar que tanto M1 y M2 mantienen el porcentaje más alto con 84 y 89 % respectivamente a comparación de los aislados M3, M4 y M5 los cuales se encuentran en un porcentaje entre 66% a 75%. Por otra parte, en la variable porcentaje de severidad no existen diferencias significativas entre los tratamientos en estudio debido a que todos los aislados se encuentran en un grado de severidad a escala 3 que representa el 25% de afectación siendo poco susceptible.

Martínez *et al.*, (2021) y su equipo de trabajo analizaron el porcentaje severidad y latencia de *C. fulvum* en pimiento observando que el mayor porcentaje de afectación ocurrió a los 46 días después de la inoculación del patógeno, estos hallazgos no coinciden con los resultados obtenidos en nuestra investigación ya que el porcentaje de afectación se detectó a los 20 días promedios sin embargo para la variable porcentaje de severidad el autor manifiesta que obtuvo como resultados escalas de afectaciones mayores a escala 3 lo cual no concuerdan con los resultados obtenidos debido a que no existen diferencias entre los tratamientos estudiados. Según McGilp (2018) incidencia del patógeno está estrechamente relacionada con las condiciones de temperatura y humedad del medio en el que se desarrolla ya que los niveles de humedad relativa oscilan entre 80 % y temperaturas entre 20 y 25 °C que no limitan el desarrollo del patógeno.

3.3 Evaluación In Vitro

Tabla 11.

Distribución de medias para el efecto del extracto de algas sobre el crecimiento en medio de cultivo de *Cladosporium fulvum*

Trata	Diam Ecu(mm)			Diam Pol(mm)		
	Med	Desvest	Rango	Med	Desvest	Rango
10%	0.00	0.00	a	0.00	0.00	a
5%	0.15	0.04	a	0.15	0.02	a
1%	1.95	0.44	b	1.97	0.45	b
Tes	2.16	0.27	b	2.14	0.26	b

Elaborado por: Vanessa Vaca

En la tabla 11 se observa el efecto causado por las diferentes dosis de extracto de algas en el crecimiento de *C. fulvum* en PDA, observando que en el tratamiento con concentración del 10% no se evidencia crecimiento es decir que existe inhibición en crecimiento del aislado, para el caso de la concentración al 5% el crecimiento es mínimo, mientras que para la concentración al 1% y el tratamiento testigo presentan un crecimiento tanto en el diámetro polar como ecuatorial por tal razón dichos tratamientos no generan ningún tipo de efecto en el aislado.

Según Ashour et al., (2021) mediante su investigación demostraron la eficacia en el control de *C. fulvum* mediante la aplicación de extractos de algas marinas en el cultivo de pimiento señalando que dichos extractos son ricos en compuestos bioactivos como polisacáridos y hormonas vegetales las cuales fortalecen la resistencia de la planta y activan los mecanismos de defensa por otra parte mencionan que los mejores resultados lo obtuvieron al aplicar de 1-4 ml / L de extracto de alga *Ascophyllum nodosum* reduciendo notablemente el crecimiento del aislado en estudio lo cual concuerda con los resultados obtenidos en la presente investigación.

3.4 Efecto de los extractos de algas (*Gymnogongrus* sp) en planta de pimiento sobre el agente causal del manchado necrótico

Tabla 12.

Efecto de los extractos de algas en planta sobre el agente causal del manchado necrótico a nivel de campo.

TRATAMIENTO	SEVERIDAD	DESV.	RANGO	INCIDENCIA	DESV.	RANGO	PERIODO LATENTE	DESV.	RANGO
TESTIGO	0.17	0.08	a	50	0.94	b	2.66	1.03	c
10%	0.09	0.02	ab	1.5	0.37	c	19.66	1.47	a
1%	0.064	0.07	b	66	0.55	a	3.83	0.82	c
5%	0.045	0.01	b	40	10.95	b	11.66	0.82	b

Como se puede apreciar en la tabla 12 se obtuvo el mayor periodo de latencia en el tratamiento E1C3 de 19,66 días a comparación del tratamiento E1C2 con un promedio de 11,6 días mientras que E1C1 y el testigo mantienen un promedio entre 3,83 y 2,66 días en la aparición de los primeros síntomas. Mientras que para la variable porcentaje de incidencia se logró constatar que tanto E1C1 y Testigo mantienen el porcentaje más alto con 66 y 50 % seguido del tratamiento E1C2 que posee un porcentaje de 40%, a diferencia del tratamiento E1C3 que posee el menor porcentaje de incidencia con 1,5 %. Por otra parte, en la variable porcentaje de severidad el tratamiento E1C1, E1C2, E1C3 y testigo se encuentran en una escala de severidad de 0 a 1 interpretándolos como plantas resistentes o moderadamente resistentes.

Torres *et al.*, (2021) en su investigación realizaron una evaluación en campo en la que analizaron la incidencia y severidad del nivel de daño causado por *C. fulvum* en seis cultivares de pimiento. Los resultados mostraron que dos de los cultivares presentaron un porcentaje de infección superior al 70%, mientras que los demás alcanzaron un 50%. Esto se atribuyó a las condiciones favorables de temperatura, que oscilaron entre 24 y 28 °C, y una humedad relativa del 65%, lo cual concuerdan con nuestros resultados obtenidos. También mencionan que los síntomas de la enfermedad se manifestaron a los 16 días después de la inoculación, caracterizándose por la aparición de pequeñas manchas amarillas y grisáceas en el haz de las hojas. Por tanto, el hongo afecta al cultivo de pimiento bajo condiciones controladas, impactando negativamente tanto en el rendimiento como en la calidad del producto.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- A través del presente trabajo investigativo se logró evaluar el efecto de los extractos de algas sobre el agente causal del manchado necrótico en pimiento (*Capsicum annuum* L.) logrando conocer que mediante la utilización de diferentes concentraciones tanto para la variable días de aparición como agresividad no presentan diferencias entre los tratamientos.
- A partir de las hojas de pimiento con síntomas se logró obtener varios aislados de *C. fulvum* como fue el agente causal de la mancha necrótica del cultivo en estudio.
- Mediante la evaluación en laboratorio se constató que tanto para el periodo de latencia fue de 20.6 días en la muestra M6 a comparación M1 el cual obtuvo un valor de 14.4 días sin embargo para la variable incidencia la muestra M1 y M2 obtuvieron un porcentaje alto entre 84 y 89 % a comparación de las otras muestras para recalcar que para la variable porcentaje de severidad no se encontró diferencias entre las muestras analizadas ya que se encuentran en un mismo grado.
- Las colonias fúngicas tratados con las diferentes concentraciones de algas rojas (*Gymnogongrus* sp) teniendo como colores verdes oliváceos en el anverso y el reverso negro con texturas afelpadas en su mayoría con una elevación superficial cuyos bordes enteros y lobulados que en el mayor parte no presentan pigmentación en el medio (PDA) pero si liquido de transpiración en ciertas muestras analizadas con forma regulares e irregulares.
- Para la variable porcentaje de incidencia en campo se logró determinar que el mejor tratamiento fue el E1C3 con una concentración del 10 %a comparación de los demás tratamientos de la misma forma para la variable severidad en campo se observó que los tratamientos que presentaron mejores resultados fueron el E1C1, E1C2 y E1C3 ya que se encuentran en una escala de severidad de 0 a 1 interpretándolos como resistes a moderadamente resistentes

4.2. Recomendaciones

- Utilizar diferentes extractos de algas de otras familias para comparar la eficiencia de los tratamientos.
- Se recomienda proseguir con los factores de investigación aplicados en el presente trabajo de titulación en los diferentes cantones de la provincia de Tungurahua.
- Se recomienda manejar herramientas moleculares para reconocer la presencia de los genes *Avr* estándares del cultivo de pimiento en la provincia Tungurahua.

BIBLIOGRAFÍA

- Alemán, L. (2015). CONTROL DE LAS PODREDUMBRES DE PIMIENTO (*Capsicum annuum* var. California) CON ÁCIDO PEROXIACÉTICO. *ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA, Departamento de Producción Vegetal*, 1-89. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/60433036.pdf>.
- Arias, R. (2019). Respuesta agronómica de cultivo de pimiento (*capsicum annuum*). *Universidad Técnica de Cotopaxi*, 20-30. Disponible en: <https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/4c57c414-4cca-4c98-aa65-1b09a0a03f8e/content>.
- Ashour, M., Hassan, S., Elshobary, M., Ammar, G., Gaber, A., Alsanie, W., . . . El-Shenody, R. (2021). Impact of of Commercial Seaweed Liquid Extract Biostimulant and Its Bioactive Molecules on Growth and Antioxidant Activities of Hot Pepper (*Capsicum annuum*). *Plants* , 1-13. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2223-7747/10/6/1045>.
- Chirinos, D., Castro, J., Peñarrieta, S., Solis, L., & Geraud, F. (2020). Los insecticidas y el control de plagas agrícolas: la magnitud de su uso en cultivos de algunas provincias de Ecuador. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 21(1), 84-99.
- Coello, V. (2020). EFECTO DE LA APLICACIÓN EDÁFICA Y FOLIAR DE EXTRACTOS DE ALGAS MARINAS EN EL CULTIVO DE PIMIENTO (*Capsicum annuum* L.). *Universidad Agraria del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrarias, Carrera de Ingeniería Agronomica*, 5-40. Disponible en: <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/COELLO%20VILLAMAR%20HENRY%20E DUARDO.pdf>.
- Enriquez, E., Rodriguez, L., Barrera, L., & Cedeño, J. (2022). Deficiencia nutricional de macronutrientes en plantas de pimiento (*capsicum annuum* linneo) cultivadas en solución nutritiva. *Revista de Investigación TALENTOS*, 9(1), 69-82.
- Espinosa, A., Hernández, R., & González, M. (2020). Extractos bioactivos de algas marinas como bioestimulantes del crecimiento y la protección de las plantas. *Biotecnología*

- Vegetal*, 20(4), 1-10. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2074-86472020000400257&lng=es&tlng=es.
- García, P., Rivero, J., & Romero, L. (2012). The role of fungicides in the physiology of higher plants: implications for defense responses. *The Botanical Review*, 69, 162-172. Disponible en: <https://cmad.ama.cu/index.php/cmاد/article/view/314>.
- Lucentini, G. (2020). Los Polimorfismos en los Avr de *Passalora fulva* afectan la virulencia y el control de la cladosporiosis del tomate con la resistencia sistémica inducida y adquirida. *Universidad de la plata. Tesis Doctoral. Buenos Aires.*, 20. Disponible en: [.http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/116403/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/116403/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- Martínez, L., Salazar, P., & Ramos, V. (2021). *Fulvia fulva* (Cooke) en el cultivo de Pimiento (*Capsicum annuum*). *RMA conocimiento*, 1-121. Disponible en: https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/plataforma_conocimiento/fichas/pdf/fd_121.pdf.
- McGill, L. (2018). Caracterización de *Passalora fulva* y hongos asociados al moho de la hoja del tomate en túneles altos de Minnesota y el manejo de enfermedades comunes del tomate de túnel alto. *University of Minnesota Digital Conservancy*, 1-44.
- Monge, J., & Coto, L. (2022). Aplicación foliar de caolinita y 33 *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis en chile dulce (*Capsicum annuum* L.). *Avances en la Investigación Agropecuaria*, 121-133. Disponible en: <https://doi.org/10.53897/RevAIA.22.26.09>.
- Morales, R., Betancur, G., Juárez, A., Hernández, A., González, J., & Méndez, A. (2023). Aplicación de extractos de algas, NP'SZnO y microorganismos sobre la biomasa vegetal en tomate. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 10(2), e3206., 5-10. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-90282023000200006&lang=pt.
- Ogórek, R., Pusz, W., & Lejman, A. (2014). Characteristics and taxonomy of *Cladosporium* fungi. *Mikologia Lekarska* 2012, 19 (2), 1-7. Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/233818972_Characteristics_and_taxonomy_of_Cladosporium_fungi?enrichId=rgreq-066be09775b7198a107c9278efb195ac-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzIzMzgxODk3MjtBUzoxMDY2MzQzODI2NzU5NjlAMTQwMjQzNTAyNjUyN.

- Perez, M., Alonso, M., Riahi, C., Bouagga, S., Urbaneja, A., & Depalo, L. (2021). Inducción de defensas en pimiento: una nueva herramienta sostenible de gestión de plagas y enfermedades. *Phytoma España*, (327), 96-98.
- Pérez, Y., López, I., & Reyes, R. (2022). Algae as a natural alternative for the production of different crops. *Cultivos Tropicales*, vol. 41, núm. 2, 1-10. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/1932/193264539009/html/>.
- Salazar, W. (2020). Efecto de la aplicación foliar de fertilizantes y extractos de algas en pepino y pimiento cultivados bajo ambiente protegidos. *Universidad De Costa Rica*, 3-20. Disponible en: <https://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr/home>.
- Salazar, W., Monge, J., & Loría, M. (2022). Aplicación foliar de extracto de algas y fertilizantes en pimiento (*Capsicum annuum*). *Cuadernos de Investigación UNED*, 14(2), 149-161. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.22458/urj.v14i1.4299>.
- Selmi, A., Khiari, R., Snoussi, A., & Bouzouita, N. (2021). Analysis of minerals and heavy metals using ICP-OES and FTIR techniques in two red seaweeds (*Gymnogongrus griffithsia* and *Asparagopsis taxiformis*) from Tunisia. *Biological Trace Element Research*, 199, 2342-2350.
- Tenorio, P. (2018). Compuestos polifenólicos de macroalgas marinas: actividad antioxidante, antiinflamatoria y antibacteriana. *Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste*, 1-84. Disponible en: https://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1001/949/1/tenorio_p.pdf.
- Thomma, B., Van, P., & Crous, P. (2005). *Cladosporium fulvum* (syn. *Passalora fulva*), un patógeno vegetal altamente especializado como modelo para estudios funcionales en plantas patógenas *Mycosphaerellaceae*.

- Torres, E., Lannacone, J., & Gomez, H. (2021). (2021). Biocontrol del moho foliar del pimiento (*Cladosporium fulvum*) empleando cuatro hongos antagonistas . *Bragantia*, *Campinas*, 1-10. .
- Valdez, R. (2022). Evaluación de dos saberes ancestrales y sus prácticas agroecológicas en el manejo de plagas del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum*), en sectores rurales del cantón Babahoyo. *UTB*.

ANEXOS

Anexo 1. Recolección de hojas que presentes signos y síntomas de *C. fulvum*.

 Recolección de muestras con signos y síntomas para obtención de aislados.	 Hojas con <i>C. fulvum</i>.
--	---

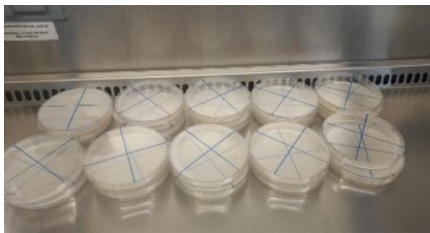
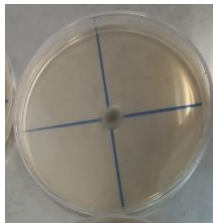
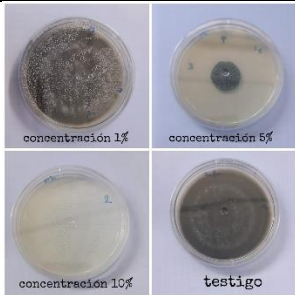
Anexo 2. Obtención de aislados de *C. fulvum*

 Esterilización de materiales y medios a utilizar.	 Dispensar medio de cultivo en las cajas Petri.
 Posterior realizamos impresión de hojas con signos y síntomas en el medio de cultivo.	 Incubadur a 24°C con oscuridad constante.

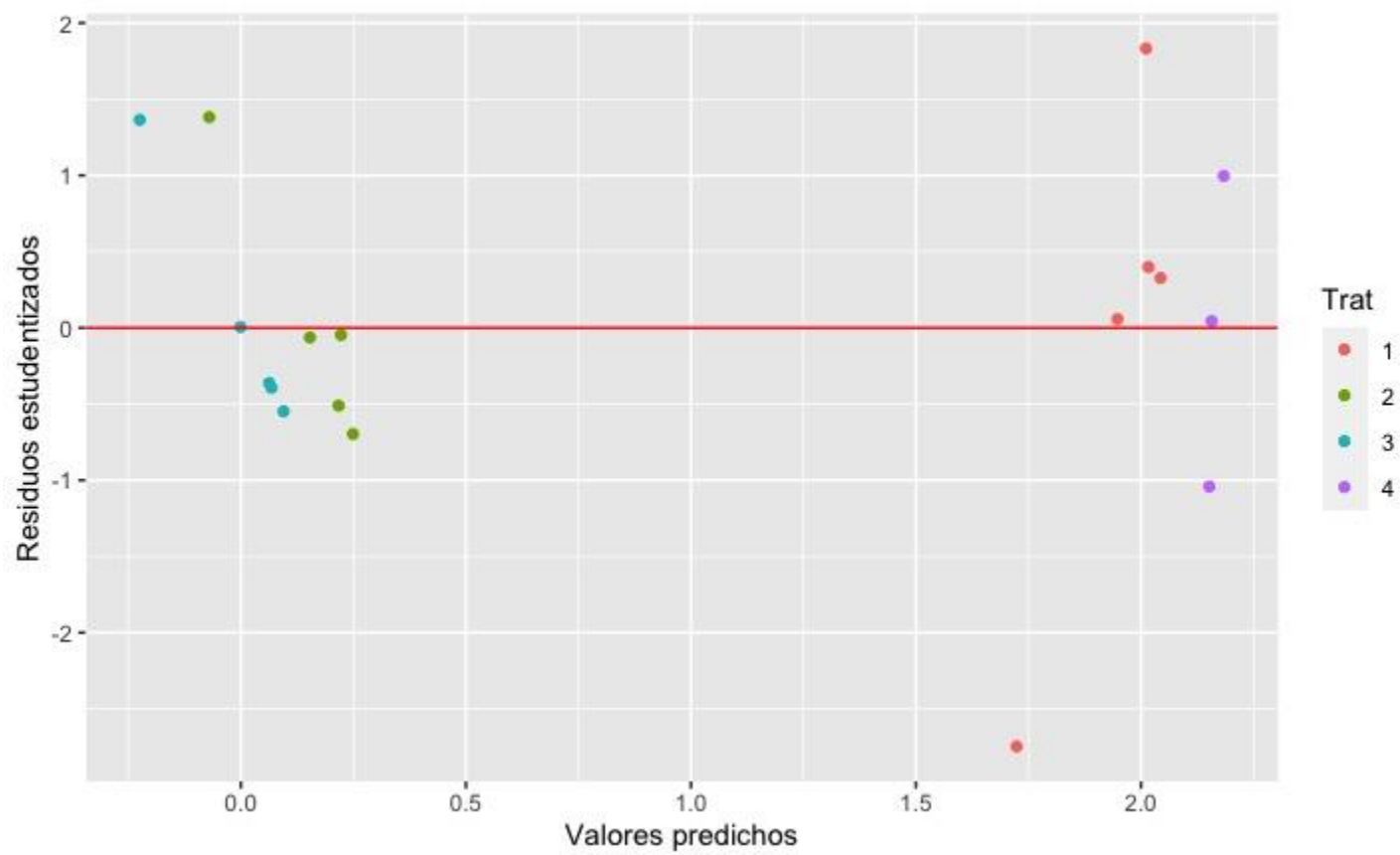
Anexo 3. Colección de aislados monospóricos

 Obtención de aislados monospóricos.
--

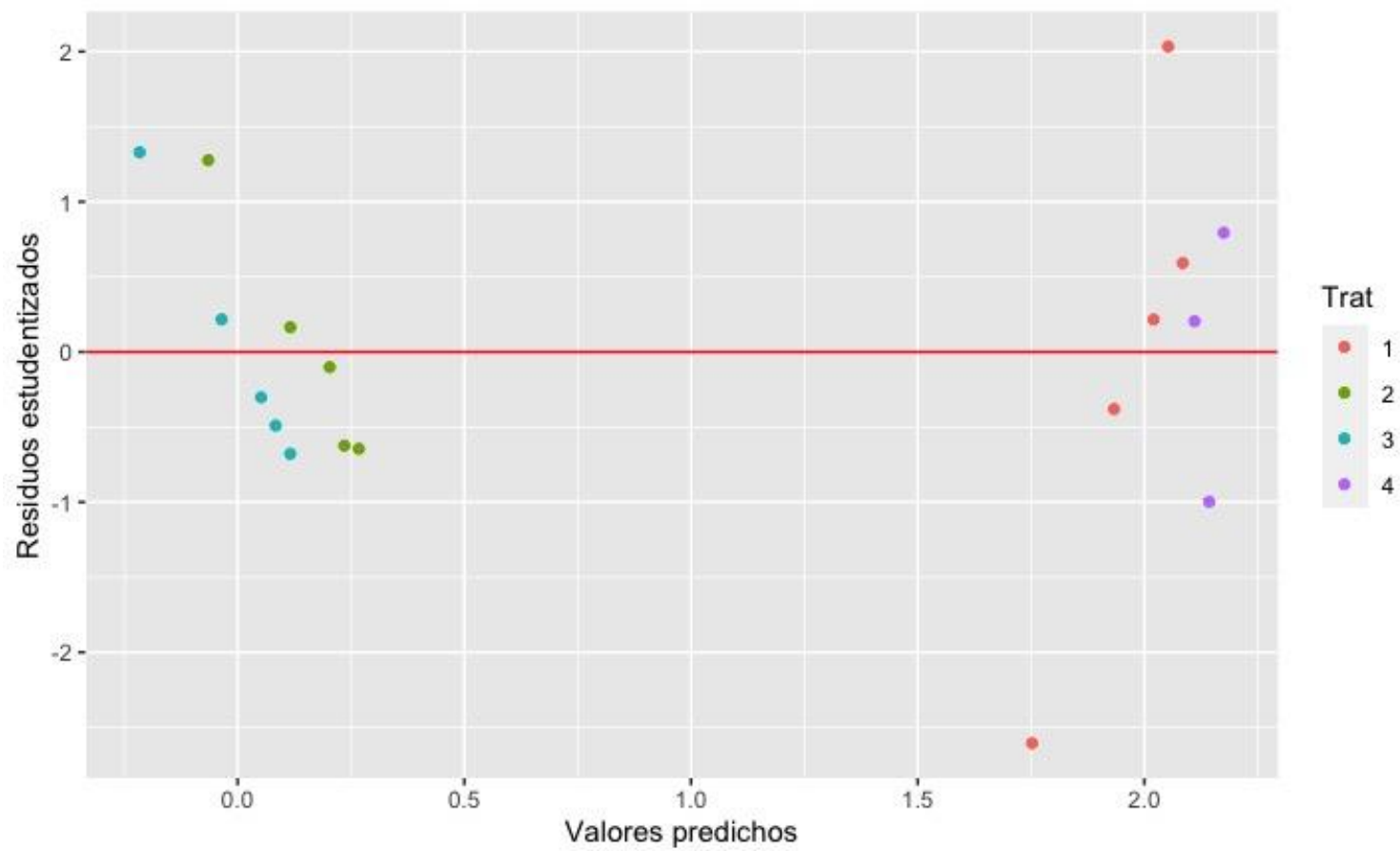
Anexo 4. Instalación del ensayo

 Aislados monospóricos.	 Realización de divisiones en las cajas Petri.
 Colocación de PDA con extracto de algas en diferentes concentraciones en cada caja Petri.	 En el centro de la caja Petri colocar el micelio.
 Incubarlos a 24°C	 Obtención de crecimiento micelial

Diámetro ecuatorial



Diametro polar



Porcentaje de incidencia de *C. fulvum* en el cultivo de pimiento

Porcentaje de incidencia

Tratamiento	% Incidencia	Imagen
E1C1	$\%I = \frac{20}{30} \times 100 = 66.66$	
E1C2	$\%I = \frac{12}{30} \times 100 = 40.00$	
E1C3	$\%I = \frac{5}{30} \times 100 = 1.5$	
Testigo	$\%I = \frac{5}{10} \times 100 = 50$	

Elaborado por: Vanessa Vaca