

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



“Eficiencia del hongo *Cladosporium* sp. para el control del ácaro *Tetranychus urticae* en el cultivo de fresa (*Fragaria ananassa*), en la Granja Experimental Querochaca de la Universidad Técnica de Ambato”

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

AUTORA: SÁNCHEZ BERMEO VANESSA CAROLINA

TUTOR: ING. MSc. OLGUER ALFREDO LEÓN GORDÓN

CEVALLOS – ECUADOR

2022

“Eficiencia del hongo *Cladosporium* sp. para el control del ácaro *Tetranychus urticae* en el cultivo de fresa (*Fragaria ananassa*), en la Granja Experimental Querochaca de la Universidad Técnica de Ambato”

REVISADO POR:

.....
Ing. Olguer Alfredo León Gordon

TUTOR

APROBADO POR LOS MIEMBROS DE CALIFICACIÓN

.....
Ing. PhD Patricio Núñez
PRESIDENTE TRIBUNAL
.....
FECHA
08/03/2023
.....

.....
Dr. Carlos Vásquez Freytez, Ph. D.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN
.....
FECHA
08/03/2023
.....

.....
Ing. David Guerrero Cando
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN
.....
FECHA
08/03/2023
.....

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

“La suscrita, SÁNCHEZ BERMEO VANESSA CAROLINA, portadora de cédula de identidad número: 0931974307, libre y voluntariamente declaro que el Informe Final del Proyecto de investigación titulado: **“Eficiencia del hongo *Cladosporium* sp. para el control del ácaro *Tetranychus urticae* en el cultivo de fresa (*Fragaria ananassa*), en la Granja Experimental Querochaca de la Universidad Técnica de Ambato”** 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”



SÁNCHEZ BERMEO VANESSA CAROLINA

DERECHOS DE AUTOR

“Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado: **“Eficiencia del hongo *Cladosporium* sp. para el control del ácaro *Tetranychus urticae* en el cultivo de fresa (*Fragaria ananassa*), en la Granja Experimental Querochaca de la Universidad Técnica de Ambato”**, 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 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 parte de él”



.....

SÁNCHEZ BERMEO VANESSA CAROLINA

DEDICATORIA

Uno de los grandes logros como persona es poder realizarse como un profesional, pero para alcanzar este objetivo debemos recorrer un largo camino en el que se involucra la dedicación y perseverancia.

La presente investigación se la dedico primeramente a Dios, por ser mi guía y brindarme sabiduría, fuerza para poder culminar mi carrera, ya que es mi motor fundamental para que mis propósitos se cumplan.

Con todo mi amor y cariño a mi madre Alexandra Bermeo y a la memoria de mi padre de crianza Byron, por ser mi pilar fundamental, por su confianza, esfuerzo y sacrificio a lo largo de mi carrera ya que me han enseñado a luchar por mis sueños y a superarme cada día.

A mis hermanos Jazmine y Darwin quienes han estado siempre en los buenos y malos momentos brindándome su amor y apoyo, siendo mi motivación para seguir adelante y cumplir cada una de mis metas.

A mis queridos abuelitos Marujita y Manuel, por cuidarme desde pequeña, por ser tan bondadosos, afectuosos y brindarme siempre sus palabras de amor, confianza, fomentando un cariño muy especial hacia ellos.

A Sebastian por acompañarme durante la mayor parte de mi vida universitaria, brindándome su apoyo, ayuda, paciencia, consejos, amor y entrega que me han impulsado a culminar una meta muy importante en mi vida.

AGRADECIMIENTO

Primero, agradezco a Dios, por siempre cuidarme y ser uno de los pilares fundamentales en mi vida y en mis decisiones.

A mis padres, por su paciencia, por orientarme y guiar mi camino, agradezco los sabios consejos que han sabido darme en el momento exacto para no dejarme caer y poder enfrentar los momentos difíciles de la vida. Gracias por siempre apoyarme incondicionalmente y sobre todo por su amor y perseverancia. A mis hermanos y abuelitos por siempre apoyarme y ayudarme cuando más lo he necesitado.

A la Universidad Técnica de Ambato y de manera especial a la Facultad de Ciencias Agropecuarias, por abrirme sus puertas y permitir formarme profesionalmente. A mis docentes por sus enseñanzas y consejos, por cumplir su misión de formar una profesional competitiva.

A mi tutor Ing. Olguer León, por aceptarme para realizar este proyecto bajo su dirección, por su apoyo y confianza en mi trabajo, por su inigualable capacidad para guiarme y enseñarme lo necesario, y, sobre todo, por su predisposición, disponibilidad y paciencia, lo cual nos ha permitido tener resultados benéficos tanto a nivel científico como personal.

A la Ing. Nataly Solis por su constante ayuda y apoyo, por facilitarme los medios necesarios para cumplir con las actividades propuestas durante el desarrollo de este proyecto.

A mis amigos de la universidad, con quienes he compartido momentos llenos de alegrías y tristezas, pero siempre apoyándonos, en especial a quienes han estado a mi lado durante el recorrido de este camino.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I	1
MARCO TEÓRICO	1
1.1 Introducción	1
1.2 Antecedentes Investigativos	6
1.3 Categorías fundamentales o marco conceptual.....	8
1.3.1 Generalidades	8
1.3.2 Clasificación taxonómica	9
1.3.3 Descripción botánica	9
1.3.4 Etapas fenológicas del cultivo.....	10
1.3.5 Condiciones agroecológicas	11
1.3.6 Preparación del terreno.....	11
1.3.7 Fertilización del cultivo.....	12
1.3.8 Manejo agronómico del cultivo.....	13
1.3.9 Plagas y enfermedades	13
1.3.10 Cosecha y postcosecha.....	17
1.3.11 Araña roja (<i>Tetranychus urticae</i>).....	18
1.3.12 <i>Cladosporium</i> sp.	20
1.4 Hipótesis y Objetivos.....	22
1.4.1 Hipótesis.....	22
1.4.2 Objetivo general	23
1.4.3 Objetivos específicos.....	23
CAPÍTULO II.....	24
METODOLOGÍA.....	24

2.1 Ubicación del experimento	24
2.2 Características del lugar	25
2.3 Equipos y materiales	25
2.3.1 Equipos	25
2.3.2 Materiales	26
2.3.3 Material biológico	26
2.4 Factores en estudio	27
2.4.1 Objetivo 1	27
2.4.2 Objetivo 2	27
2.4.3 Objetivo 3	27
2.5. Diseño experimental	27
2.6 Manejo del experimento	28
2.6.1 Objetivo 1: Determinar el porcentaje de mortalidad de <i>Tetranychus urticae</i> por efecto de la aplicación del hongo <i>Cladosporium</i> sp. en condiciones de laboratorio. Procedimiento para la obtención de unidades de cría de <i>Tetranychus urticae</i>	28
2.6.2 Objetivo 2: Determinar el porcentaje de mortalidad de <i>Tetranychus urticae</i> por efecto de la aplicación del hongo <i>Cladosporium</i> sp. en condiciones de campo.	30
2.6.3 Objetivo 3: Determinar la mejor dosis de <i>Cladosporium</i> sp. para el control de <i>Tetranychus urticae</i> en el cultivo de <i>Fragaria ananassa</i> en condiciones de campo.	32
2.7 Variable respuesta	33
2.8 Procesamiento de la información	33
CAPÍTULO III	34
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
3.1 Determinar el porcentaje de mortalidad de <i>Tetranychus urticae</i> por efecto de la aplicación del hongo <i>Cladosporium</i> sp. en condiciones de laboratorio.	34

3.2 Determinar el porcentaje de mortalidad de <i>Tetranychus urticae</i> por efecto de la aplicación del hongo <i>Cladosporium</i> sp. en condiciones de campo.	35
3.3 Determinar la mejor dosis de <i>Cladosporium</i> sp. para el control de <i>Tetranychus urticae</i> en el cultivo de <i>Fragaria ananassa</i> en condiciones de campo.	37
Figura 1. Comparación de la mortalidad de ácaros entre el tratamiento 4 y el tratamiento 5 en condiciones de campo	38
CAPÍTULO IV	39
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	39
4.1 CONCLUSIONES	39
4.2 RECOMENDACIONES.....	39
BIBLIOGRAFÍA	40
ANEXOS	45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica de fresa (<i>Fragaria ananassa</i>).....	9
Tabla 2. Etapas fenológicas de fresa (<i>Fragaria ananassa</i>)	10
Tabla 3. Clasificación taxonómica de araña roja (<i>Tetranychus urticae</i>)	19
Tabla 4. Clasificación taxonómica de <i>Cladosporium</i> sp.	21
Tabla 5. Características del lugar (Granja Experimental Querochaca)	25
Tabla 6. Factores en estudio	27
Tabla 7. Análisis de varianza en condiciones de laboratorio	35
Tabla 8. Análisis de varianza en condiciones de campo	36
Tabla 9. Prueba t de student en condiciones de campo	37

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Figura 1. Comparación de la mortalidad de ácaros entre el tratamiento 4 y el tratamiento 5 en condiciones de campo	38
---	----

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Recolección de hojas sanas y de hojas que presenten signos y síntomas de <i>Tetranychus urticae</i> . _____	45
Anexo 2: Preparación e incubación de las unidades de cría de <i>Tetranychus urticae</i> . ____	45
Anexo 3: Obtención de colonias purificadas del hongo <i>Cladosporium</i> sp _____	46
Anexo 4: Obtención de las diferentes dosis. _____	47
Anexo 5: Aplicación del hongo <i>Cladosporium</i> sp. en condiciones de laboratorio. _____	48
Anexo 6: Aplicación del hongo <i>Cladosporium</i> sp, en condiciones de campo. _____	49
Anexo 7: Visualización de la estructura del hongo <i>Cladosporium</i> sp. _____	50

RESUMEN

Tetranychus urticae o conocida también como araña roja es una plaga que afecta en gran medida a las plantaciones de fresa en Ecuador ya que es causante del 80% de pérdidas, por lo que los agricultores optan por realizar frecuentes aplicaciones de agroquímicos. En la presente investigación se evaluó la actividad patogénica del hongo *Cladosporium* sp. como controlador de *Tetranychus urticae*, mediante la formulación de diferentes concentraciones 2×10^3 conidios/ml, 2×10^4 conidios/ml, 2×10^5 conidios/ml, 2×10^6 conidios/ml, la aplicación se realizó mediante dos fases, la primera fase en condiciones de laboratorio, donde se recolectó muestras vegetales contaminadas con ácaros para realizar la preparación e incubación de las unidades de cría. Una vez realizado este procedimiento, se realiza nuevas unidades de cría para transferir 10 ácaros hembras adultas de aproximadamente 19 días de vida, se realizó la aplicación de las distintas dosis con 5 repeticiones cada una incluyendo el testigo, se realizó observaciones durante 12 días, lo que demostró que las dosis 2×10^5 conidios/ml, 2×10^6 conidios/ml fueron las que mayor mortalidad de ácaros presentaron. Se realizó la segunda fase que fue la aplicación de la dosis 2×10^5 conidios/ml, 2×10^6 conidios/ml, en condiciones de campo para esta aplicación se utilizó 10 plantas para cada tratamiento incluyendo el testigo y se realizó observaciones durante 15 días y se determinó que la dosis 2×10^6 conidios/ml es la que mayor porcentaje de mortalidad de ácaros presenta, sin embargo, se establece que la concentración 2×10^6 conidios/ml tiene un mayor porcentaje de mortalidad 58% en condiciones de laboratorio y en condiciones de campo su porcentaje de mortalidad disminuye al 50%.

Palabras claves: *Tetranychus urticae*, *Cladosporium* sp, mortalidad, concentraciones.

ABSTRACT

Tetranychus urticae, also known as red spider mite, is a pest that greatly affects strawberry plantations in Ecuador since it causes 80% of losses, so farmers choose to make frequent applications of agrochemicals. In the present investigation, the pathogenic activity of the fungus *Cladosporium* sp as a controller of *Tetranychus urticae* was evaluated by formulating different concentrations 2×10^3 conidia/ml, 2×10^4 conidia/ml², 2×10^5 conidia/ml, 2×10^6 conidia/ml, the application was carried out in two phases, the first phase in laboratory conditions, where plant samples contaminated with mites were collected for the preparation and incubation of the rearing units. Once this procedure was carried out, new rearing units were made to transfer 10 adult female mites of approximately 19 days of life, the application of the different doses was carried out with 5 repetitions each one including the control, observations were made during 12 days, which showed that the doses 2×10^5 conidia/ml, 2×10^6 conidia/ml were the ones with the highest mortality of mites. The second phase was the application of the doses 2×10^5 conidia/ml, 2×10^6 conidia/ml, in field conditions. For this application, 10 plants were used for each treatment including the control and observations were made for 15 days and it was determined that the dose 2×10^6 conidia/ml is the one with the highest percentage of mite mortality, however, it was established that the concentration 2×10^6 conidia/ml has a higher percentage of mortality 58% in laboratory conditions and in field conditions its percentage of mortality decreases to 50%.

Key words: *Tetranychus urticae*, *Cladosporium* sp, mortality, concentrations.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Introducción

El cultivo de fresa posee una gran importancia a nivel mundial ya que son ampliamente consumidas por la población en los distintos derivados de esta como los productos procesados, además cuentan con antioxidantes esenciales que ayudan a la disminución de enfermedades y a su vez tienen propiedades anticancerígenas y antiinflamatorias que benefician a la salud de la población (**Armstrong, 2021**).

El cultivo de fresa cuenta con varias características tales como el color, sabor, grado de madurez, fertilidad, forma, tamaño, que influyen significativamente en la comercialización, además, cabe mencionar que esta puede ser cultivada en diferentes condiciones ambientales ya que el cultivo posee una gran capacidad de adaptación (**Agroecuador, 2016**).

Los distintos beneficios nutricionales y de salud influyen en la producción de fresa ya que se obtiene un aumento económico para los principales países productores, el principal país productor de fresa es Estados Unidos que cuenta con 1,312,960 toneladas, seguido de Turquía que cuenta con 302,416 toneladas y en tercer lugar tenemos a España que posee 262,730 toneladas, también podemos mencionar a México, Rusia, Alemania, Japón, Egipto como principales países productores de fresa en el mundo (**Vizcaino, 2011**).

En Ecuador el cultivo de fresa se realiza en zonas que van desde los 1300 y 2600 msnm, a su vez su clima templado permite que la fresa pueda ser producida durante todo el año. En Ecuador la producción más alta se encuentra en la provincia de Pichincha ya que esta abarca 400 hectáreas, siguiendo la provincia de Tungurahua con 240 hectáreas, en las provincias de

Cotopaxi, Azuay, Imbabura y Chimborazo la producción de fresa no supera las 40 hectáreas **(Chimborazo, 2014)**.

Tungurahua es la segunda provincia más alta en producción de fresa, donde su incremento en cuanto a producción ha sido evidente ya que la fruta es muy demandada por la población, sin embargo, esta producción no abastece el mercado y gran parte de la comercialización es traída desde la provincia de Pichincha. Dentro del cantón Ambato, la producción de fresa no sobrepasa las 50 hectáreas entre las diferentes parroquias productoras como Montalvo, Ambatillo, Santa Rosa, Totoras, Pinllo, Huachi Grande, Picaihua y Augusto N Martínez **(MAG, 2020)**.

Dentro del cultivo de fresa, una de las plagas más comunes es la araña roja ya que se puede observar una decoloración rojiza en el envés de las hojas, generalmente esta plaga surge cuando existe una falta de humedad, temperaturas altas, épocas de sequía y puede afectar seriamente en el crecimiento de las plantas llegando a causar grandes pérdidas económicas **(Escobar, 2014)**.

Tetranychus urticae conocido como ácaro de dos puntos o araña roja, es una plaga perteneciente a la familia de los tetraníquidos y afecta en gran medida al cultivo de la fresa, ya que posee la facultad de causar serios daños en poco tiempo debido a su gran capacidad reproductora, lo que causa altas pérdidas económicas. Este ácaro se puede observar a simple vista en hojas y tallos del cultivo ya que los adultos miden aproximadamente 0,5 mm y posee una coloración roja intensa en su adultez, sin embargo, algunas poblaciones son permanentemente verdosas **(Fasulo, 2009)**.

La araña roja se encuentra ampliamente distribuida en varias regiones del mundo y vive naturalmente agrupada en colonias en el envés de las hojas, donde se encargan de producir en grandes cantidades hilos de seda que actúan como refugio ante los depredadores y a su

vez ayudan a mantener una humedad estable ya que su desarrollo y aparición se ven favorecidos por las humedades bajas, en el caso de tener humedades excesivamente altas o bajas genera retraso en su desarrollo además de causar mortalidad en larvas. En el caso que el ácaro se encuentre expuesto a una temperatura menor a 12°C, este finaliza su desarrollo y entra en diapausa y si se expone a una temperatura mayor a 40°C bloquea su desarrollo lo que causa la mortalidad en los diferentes estados **(IVIA, 2020)**.

En los distintos estadios de desarrollo de la araña roja se incluye la fase de huevo que se caracteriza por su color blanquecino que a medida que se desarrolla va tomando un color amarillento y suele medir 0,13 mm de diámetro. Posteriormente tenemos la fase de larva que posee una forma esférica y suele tomar un color verde claro, amarillento o verde oscuro, esto dependerá de su alimentación y su tamaño es de 0,15 mm de longitud. El ácaro posee dos estadios ninfales conocidos como protoninfa y deutoninfa, ambos poseen cuatro pares de patas y el mismo color de las larvas, pero a su vez las manchas en los laterales que se encuentran en el dorso son de mayor tamaño. La diferencia de ambos estadios radica en que el estadio de deutoninfa es de mayor tamaño y según las formas se pueden diferenciar que ninfas darán origen a hembras y las ninfas que serán precursoras de los machos. En el estadio de adulto la hembra tiene forma ovalada y su tamaño es aproximadamente de 0.30 mm de ancho y 0.50 mm de largo, el macho posee un tamaño inferior con un cuerpo más estrecho, el abdomen es puntiagudo y las patas son más largas **(Hortoinfo, 2014)**.

Tetranychus urticae deposita los huevos en las hojas de la planta hospedante y también se alimenta de los contenidos celulares de las hojas, lo que conlleva a dejar una mancha pálida, estas lesiones pueden ser relativamente pequeñas cuando se dan individualmente, sin embargo, el ataque puede darse por una población grande dando como resultado la reducción de la fotosíntesis en la planta y la reducción de nutrientes. También el daño de esta plaga puede generar intensas defoliaciones al cultivo de fresa y a su vez este fruto puede verse afectado ya que debido al daño presentará manchas de color gris **(IVIA, 2020)**.

El ataque de ácaros en los cultivos de fresa es muy frecuente, por lo que los productores optan por la utilización de agroquímicos para el control de plagas y esto ha generado un uso y aumento incorrecto en estos productos, además de representar un alto rubro económico para el productor, originan un gran daño en la salud de los consumidores y contaminación al medio ambiente **(Escobar, 2014)**.

Una gran alternativa para combatir el mal uso de los agroquímicos y los daños ocasionados por los ácaros es el control biológico, esta alternativa debe usarse de manera adecuada para poder controlar el daño causado por la araña roja, al aplicar esta técnica se debe tomar en cuenta que es fundamental la utilización de enemigos naturales **(INTAGRI, 2017)**.

Estudios realizados por **(Pacheco et al. 2020)** mencionan que, para obtener un control eficaz de esta plaga, una gran opción es la utilización de hongos acaro patógenos ya que estos son utilizados para el control eficiente de ácaros, este grupo de hongos constituyen una importancia significativa en el control biológico ya que al actuar de forma epizoótica genera la reducción de poblaciones.

Los hongos del género *Cladosporium* abarca más de 500 especies, estos hongos son saprofitos y producen conidióforos verticales que suele germinar en humedades relativamente altas, estos usualmente poseen un aspecto aterciopelado de color marrón y pueden desarrollarse en temperaturas que van desde los 6°C hasta los 28°C **(Lozada, 2011)**.

Estudios realizados han determinado la eficacia del control de araña roja mediante hongos patógenos, se ha evidenciado la ruptura de colonias de *Tetranychus urticae* provocado por el brote de un hongo aparentemente *Cladosporium*, despertando así el interés por su identificación y evaluación como agente de control de araña roja **(Gamarra, 2015)**.

Mediante un bioensayo (**Gámez et al. 2019**) probaron 13 cepas del hongo *Cladosporium* dentro de laboratorio, donde se obtuvo una mortalidad de entre 50,95 y 74,76% para el ácaro, inicialmente se recolectaron ácaros muertos (*Tetranychus urticae*) y se utilizó como planta huésped el cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris*) que se encontraba establecido en un invernadero, se procedió a aislar la cepa fúngica de los ácaros muertos. El hongo fue cultivado en Agar Dextrosa de Papa y se mantuvo en una incubadora a una temperatura de 25°C, este procedimiento fue repetido hasta obtener cultivos monoconidiales. La preparación del inóculo se llevó a cabo mediante soluciones de esporas que se prepararon añadiendo sobre el cultivo, 10 ml de agua destilada y 0,1% de Tween 20, se contó el número de conidios por medio de la cámara Neubauer y se procedió a preparar concentraciones diferentes a partir de una suspensión madre 2×10^8 conidios ml⁻¹ y se diluyeron en agua 2×10^4 , 2×10^5 , 2×10^6 y 2×10^7 conidios ml⁻¹ para realizar la aplicación en el bioensayo, dentro de este bioensayo se utilizó la hoja de rosa (*Rosa* sp.) y se colocaron 20 ácaros en cada hoja para posterior aplicar el hongo con un pulverizador mediante diferentes concentraciones con siete tratamientos durante los ácaros fueron contados durante 10 días y se calculó el porcentaje de individuos muertos. Por medio de la investigación (**Gámez et al. 2019**) concluyeron que *Cladosporium* es un agente de control biológico muy eficaz contra ácaros e insectos, por lo tanto, es un candidato favorable para contribuir al manejo de poblaciones de *Tetranychus urticae*, además mediante el estudio de metabolitos secundarios de esta cepa se podría realizar estrategias de control biológico contra diferentes plagas.

A su vez (**Ramírez, 2016**) menciona que la especie *Cladosporium hemileiae* actúa como un potencial biocontrolador de plagas, ya que actúa como hiperparásito, donde penetra la pared celular e inhibe el desarrollo de la plaga, quedando en evidencia la capacidad de germinación de esta cepa.

Dentro de la alternativa del control biológico podemos mencionar que existen varios agentes para el control de plagas y enfermedades, con este enfoque cabe destacar que una alternativa de biocontrol muy destacada es el uso de bacterias donde (**Mendoza et al. 2019**) menciona que trabajó con concentraciones de *Bacillus subtilis*, mediante la técnica de contacto, donde

se evaluó el efecto in vitro de diferentes dosis (0, 1, 2 y 3 cc.l-1 de agua), para esto se utilizó el producto Subtilin, en presentación líquida (concentración de 1×10^9 UFC.ml-1) que fueron aplicadas en hembras de *Tetranychus urticae*. Se observó que no hubo una diferencia significativa en la oviposición, sin embargo, las concentraciones de este agente causaron mortalidad en hembras, donde se presume que *Bacillus subtilis* se caracteriza por presentar daños en el contenido celular y ruptura de paredes externas, concluyendo que este agente tiene alta relevancia en programas de controles biológicos.

(Viera *et al.* 2020) menciona que en Ecuador existe una baja superficie de cultivos que son manejados mediante control biológico debido al uso de agroquímicos y a la falta de investigación de las técnicas de control biológico. La utilización del control biológico es una técnica de gran importancia hacia el enfoque de la agricultura, sin embargo, la carencia de estudios sobre este tema dentro de Ecuador es evidente, especialmente en estudios de especies de ácaros depredadores junto con ácaros tetránquidos en plantaciones de fresa con perspectiva a elaboración de programas de control biológico para contribuir en el manejo de plagas de este cultivo, es por ello que el presente estudio pretende ejercer un fundamento para el desarrollo de estudios focalizados al manejo de *Tetranychus urticae* en fresa.

1.2 Antecedentes Investigativos

La fresa es un cultivo que tiende a aumentar la superficie de producción con los años, los principales países productores son Estados Unidos, China, Turquía, Egipto, y dentro de los países Sudamericanos hallamos principalmente a México, Chile, Colombia y Perú (Maza, 2008).

De acuerdo con (Vásquez *et al.* 2018) en su investigación titulada “Efectividad in vitro del extracto etanólico de crisantemo y de hongos acaropatógenos en el control del ácaro rojo de las palmeras” menciona que el ácaro es una plaga de importancia económica y que existen

nula información sobre las estrategias de control ecológicas, este estudio evaluó la efectividad del extracto etanólico de crisantemo y la compatibilidad con los hongos entomopatógenos, llegando a demostrar que esta combinación puede ser una alternativa viable en el manejo de población del ácaro rojo.

Mientras, (**Sánchez, 2019**) en su artículo científico sobre “Determinación de la capacidad entomopatógena de diferentes hongos contra pulgones”, plantea el objetivo de evaluar la capacidad de los hongos entomopatógenos mediante la utilización de 4 hongos contra 4 especies de pulgones, finalmente obtuvo una mortalidad del 100% utilizando los hongos *Penicillium* sp, *T. agressivum* y *Cladosporium* sp.

Los estudios publicados por (**Valle et al. 2020**) en su investigación titulada, “*Tetranychus merganser* (Acari: Tetranychidae): opciones para su control en *Carica papaya* L. mediante el uso de *Beauveria bassiana* Y *Metarhizium robertsii*” mencionó que utilizando la técnica de hija residual, evaluó la susceptibilidad de hembras de *Tetranychus merganser* con cuatros especies de hongos entomopatógenos, las mortalidades fueron entre 10 y 100% de mortalidad, obteniendo como resultado que las especies *M. robertsii* y *B. bassiana* deben considerarse como especies acaropatógenas.

(**Álvarez et al. 2016**) en su artículo titulado “Formulación y evaluación de *Cladosporium hemileiae* biocontrolador de *Hemileia vastatrix*” mencionó que se evaluaron diferentes cepas de *Cladosporium hemileiae*, después fueron propagadas en arroz blanco obteniendo diferentes concentraciones. Estas concentraciones fueron aplicadas en campo donde se obtuvo un producto de control biológico para *Hemileia vastratrix*, sin embargo, se determinó que las aplicaciones en campo deberían ser con una concentración más alta del inóculo y con mayor frecuencia de aplicación.

1.3 Categorías fundamentales o marco conceptual

1.3.1 Generalidades

(**Chiqui et al. 2010**) mencionan que la fresa es originaria de Europa específicamente de la región alpina, donde poseía un tamaño pequeño y un sabor intenso, sin embargo, en el siglo XVIII se descubrió en Chile una fresa de tamaño más prominente y se realizaron cruces entre esta variedad y la fresa de Virginia descubierta en el siglo XIX, obteniendo variedades con un sabor exquisito y con un tamaño voluminoso.

Actualmente en Ecuador, la fresa es producida en la Sierra, específicamente en las provincias de Pichincha, Tungurahua, Cotopaxi, Azuay, Imbabura y Chimborazo; en la provincia de Pichincha es donde se encuentra la mayor producción de esta fruta, seguido por la provincia de Tungurahua (**Chimborazo, 2014**).

1.3.2 Clasificación taxonómica

Tabla 1. Clasificación taxonómica de fresa (*Fragaria ananassa*)

TAXONOMÍA	
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Rosales
Familia	Rosaceae
Sub – familia	Rosoideae
Género	<i>Fragaria</i>
Nombre científico	<i>Fragaria ananassa</i>
Nombre común	Fresa, Frutilla, Fresón

(Chiqui *et al.* 2010)

1.3.3 Descripción botánica

(Olivera, 2012) menciona que la fresa o también conocido como fresón, frutilla, es una planta de tipo perenne y herbáceo, su sistema radicular está compuesto de raíces que tienen cambium suberoso, vascular y sus raicillas tienen un período de vida corto, son de color claro, estas pasan por una renovación fisiológica dependiendo de los patógenos, factores ambientales; el sistema radicular es fasciculado y su profundidad puede variar debido a las

condiciones del suelo y pueden llegar a alcanzar de 2 a 3 m, sin embargo, lo usual es que no sobrepasen los 40 cm.

El tallo está conformado por un eje corto (corona) que posee escamas foliares. Las hojas son pecioladas que poseen dos estípulas de color rojizo, donde su limbo se encuentra dividido en tres folíolos de bordes aserrados, estas se muestran en forma de roseta y presentan aproximadamente 3500/mm² de estomas lo cual conlleva a que la hoja pierda una gran cantidad de agua en su transpiración (Zaragoza, 2013).

Las inflorescencias se desarrollan en las yemas axilares de las hojas o a partir de la yema terminal del eje corto y sus ramificaciones pueden ser basales donde se aprecian flores de porte semejante, en la ramificación distal existe una flor primaria o terminal y otras secundarias de inferior tamaño. La flor posee de 25 a 25 estambres, entre 5 – 6 pétalos y cientos de pistilos sobre el receptáculo. El óvulo una vez fecundado desarrolla un fruto achenio que es distribuido por el receptáculo estimulando el crecimiento, coloración, dando lugar al fruto (Zaragoza, 2013).

1.3.4 Etapas fenológicas del cultivo

Tabla 2. Etapas fenológicas de fresa (*Fragaria ananassa*)

Etapas	Días
Brotación	0 - 3
Desarrollo de las hojas	10 - 19
Desarrollo de partes vegetativas	41 - 49
Aparición del órgano floral	55 - 59
Floración	60 - 67
Formación del fruto	71 - 73
Maduración del fruto	81 - 89

(Olivera, 2012)

1.3.5 Condiciones agroecológicas

El cultivo de fresa se puede realizar en diferentes regiones ya que se cultivan en zonas templadas y zonas tropicales, esta planta puede vivir a temperaturas de -20°C y 55°C , sin embargo, para la producción de frutos se requiere de una temperatura entre 15°C y 20°C , ya que temperaturas más bajas provocarían frutos deformados y temperaturas más altas aceleraría la maduración del fruto (**Chiqui et al. 2010**)

(**Chiqui et al. 2010**) menciona que la a fresa debe ser cultivada en terrenos con textura franco – arenoso, ubicados entre los 2 600 y 3 400 msnm, con fertilidad de media a alta, con un suelo que se encuentren bien drenado, con una profundidad mayor a 80 cm, que sean ricos en materia orgánica y con un pH entre 4,5 – 7,5. A su vez el requerimiento hídrico de la planta de fresa es exigente ya que la precipitación mínima se encuentra alrededor de los 600 mm.

1.3.6 Preparación del terreno

Para el cultivo de fresa es necesario una apropiada preparación del terreno para obtener un desarrollo favorable de las raíces, circulación de aire y agua, capacidad de retención de humedad y adecuado drenaje (**Kirschbaum, 2021**).

En el caso de ser una plantación nueva es recomendable introducir los rastrojos del cultivo anterior, en el caso de no contar con estos rastrojos se puede incorporar compost, enmiendas orgánicas, bocashi o cualquier insumo que contenga nutrientes y ayuden a la estructura y fertilidad del suelo (**Kirschbaum, 2021**).

Antes de la plantación es necesario conocer el nivel de compactación del suelo, esto se puede observar mediante calicatas en diferentes sectores donde se va a plantar, en esta debe

observarse el desarrollo de raíces, perfil del suelo, profundidad de la humedad (**Kirschbaum, 2021**).

Para el cultivo de fresa es necesario el uso de camellones o platabandas ya que permite adecuar la humedad de las raíces y el ambiente de aire, también ayuda a eliminar el exceso de agua en el riego, disminuye la incidencia de *Phytophthora sp*, disminuye la asfixia radicular (**Kirschbaum, 2021**).

Esta platabanda es realizada con la capa superficial del terreno, generalmente la forma tradicional utilizada es la piramidal ya que se realiza de una manera más fácil, sin embargo, la forma trapezoidal que tiene la parte superior plana ofrece mejores resultados ya que la distribución del agua es más uniforme y el camellón dura más tiempo (**Kirschbaum, 2021**).

1.3.7 Fertilización del cultivo

Para la fertilización del cultivo de fresa es recomendable realizar un aporte de 3 kg/m² de estiércol descompuesto, este debe incorporarse en la preparación del terreno, también se debe realizar un abonado de fondo, aportando cerca de 100 g/m² de abono 15-15-15. A su vez se puede realizar el abonado de cobertera mediante el riego por gravedad, este se realizará al comienzo de la floración y en cada tercer riego se realiza una mezcla de 10g/m² de sulfato potásico y 15g/m² de sulfato amónico, o también puede abonarse mediante la mezcla 15g/m² de nitrato potásico y 5cm³/m² de ácido fosfórico (**Kirschbaum, 2021**).

Las aplicaciones de N – P – K serán: 20g/m² de nitrógeno, 10g/m² de anhídrido fosfórico, 15g/m² de óxido de potasa. Es importante que el abonado se interrumpa 15 días antes de la recolección del fruto (**Kirschbaum,2021**).

Cuando inicia la floración es necesario realizar el riego tres veces por semana y se debe

proporcionar las siguientes cantidades de abono en cada riego 0,25g/m² de nitrógeno, 0,20g/m² de anhídrido fosfórico, 0,15g/m² de óxido de potasa, 0,10g/m² de óxido de magnesio, en el caso de ser necesario (**Kirschbaum,2021**).

Desde la floración hasta la recolección el riego debe ser diario y debe abonarse tres veces por semana, las recomendaciones adecuadas de cantidades de abono son las siguientes 0,30g/m² de nitrógeno, 0,30g/m² de óxido de potasa. A su vez es necesario el suministro de fósforo dos veces por semana con un aporte de 0,25g/m² de anhídrido fosfórico y en el caso que exista carencia de magnesio en el suelo, es recomendable suministrar 0,10g/m² de óxido de magnesio una vez por semana (**Kirschbaum, 2021**).

1.3.8 Manejo agronómico del cultivo

Para realizar la plantación de fresa la distancia entre hileras es de 30 cm y la distancia sobre hileras va desde los 25 a 30 cm, estas deben alternarse en forma se zig – zag para que las raíces se desarrollen de una manera adecuada. A su vez es necesario conocer que en el momento de la plantación la raíz tiene que quedar en posición recta, la corona debe estar cubierta hasta la zona media y no debe tapar las yemas nuevas (**Kirschbaum, 2021**).

1.3.9 Plagas y enfermedades

1.3.9.1 Plagas

Áfidos o pulgones (*Chaetosiphon fragaefolii*): Poseen un color amarillento con rayas transversales en el abdomen, pueden causar pérdidas en el rendimiento debido a la mielcilla que producen ya que esta causa el crecimiento de fumagina o conocido también como moho negro, también los pulgones son transmisores de virus causando pérdidas en el cultivo de fresa (**Zalom, 2005**).

Babosas (*Arion hortensis*, *Deroceras reticulatum*): Esta plaga tiene cuerpo flexible, es viscosa y se desliza mediante un pie muscular que secreta baba constantemente, este se seca y deja el rastro viscoso de color plateado. Se alimentan del fruto maduro causando grandes orificios, impidiendo que este se pueda vender (**Zalom, 2005**).

Trips (*Franfliniella occidentalis*): Las hembras poseen un tamaño de 1,2 mm y los machos 0.8mm, se desarrollan en el interior de las flores ya que estas tienen poca luminosidad, provocando daños con su estilete y afectando flores y frutos. Las manchas necróticas en la base del receptáculo y deformación en el fruto son los síntomas que se pueden observar ante el ataque de esta plaga (**Zalom, 2005**).

Trozadores o chizas (*Hoplia callipyge*): Son insectos de color café en forma de C que se alimentan durante la noche y en el día se esconden en las coronas de las plantas, las larvas se alimentan de las raíces provocando que las plantas se marchiten (**Zalom, 2005**).

Araña roja (*Tetranychus urticae*): Su color puede variar entre anaranjado, verde, rojo con dos puntos oscuros en estado adulto, generalmente se ubica en el envés de los folíolos, su reproducción es rápida y los ataques producen secados y coloraciones foliares, reduciendo el área fotosintética y los rendimientos (**Zalom, 2005**).

1.3.9.2 Enfermedades

Pudrición gris (*Botrytis cinerea*): Los hongos que producen esta enfermedad se desarrollan en temperaturas desde los 15°C hasta los 20°C y en humedad relativa alta, los daños generalmente se localizan en el fruto, también originan manchas de color pardo (**Zalom, 2005**).

Oidio (*Sphaerotheca macularis* f. sp. *fragariae*): Para el desarrollo de este hongo se necesita una temperatura entre 15°C hasta los 27°C y una humedad elevada, este hongo origina un polvo blanco denominado micelio en el envés de la hoja por ende se produce una coloración en el haz, también producen manchas rojizas o púrpuras en el envés y en los márgenes de las hojas existe un curvamiento (**Zalom, 2005**).

Mancha púrpura (*Mycosphaerella fragariae*): Los hongos que producen esta enfermedad también conocida como viruela se desarrollan en temperaturas de entre 15°C hasta 20°C y en una humedad relativa alta, esta enfermedad produce manchas redondeadas de color rojo en el haz de la hoja para posteriormente tornarse de color pardo y el borde se torna de color púrpura (**Zalom, 2005**).

Bacterias (*Xanthomonas fragariae*): La bacteria se desarrolla en temperaturas alrededor de los 20°C y una humedad relativa alta, esta enfermedad presenta manchas translúcidas aceitosas en el envés de la hoja y según avanza la enfermedad las manchas se unen y toman una pigmentación necrótica (**Zalom, 2005**).

Antracnosis (*Colletotrichum* sp.): Usualmente el principal inóculo procede de plantas infectadas, el hongo que causa esta enfermedad se desarrolla en una humedad relativa alta y a temperaturas desde los 20°C hasta los 30°C, la planta enferma presenta marchitez y en los estolones, tallos se observan manchas redondeadas de color negruzco – pardo y en el fruto produce manchas de color pardo cubiertas de esporas anaranjadas (**Zalom, 2005**).

Viruela (*Ramularia tulasnei*): Esta enfermedad se desarrolla en temperaturas alrededor de los 20°C hasta los 25°C, la propagación de esta viruela se da con la lluvia ya que este es el agente diseminador del inóculo. Generalmente se distingue porque las hojas tienen pústulas de bordes bien definidos con coloración púrpura y en el centro tiene una coloración plomiza o café claro (**Zalom, 2005**).

Tizón de la hoja (*Phomopsis obscurans*): Las hojas nuevas son más vulnerables ya que la enfermedad proviene desde el vivero y los síntomas más visibles se observan en los bordes de las hojas ya que presentan una lesión necrótica que cuando crece toma la forma de V y avanza a la vena principal de los folíolos y en el centro se observa una lesión color café oscuro, este patógeno también afecta a los sépalos, estolones, peciolos, presentando lesiones circulares u ovaladas necróticas, en el caso de que el daño sea grave las hojas, cáliz y estolones se secan y los frutos presentar una lesión circular opaca con una consistencia dura (Zalom, 2005).

Pudrición de la corona (*Phytophthora cactorum*): Esta enfermedad se ve beneficiada en los suelos inundados, con exceso de riego y presencia de maleza, las temperaturas para la producción de esporangios van desde los 13°C hasta los 19°C. El inóculo puede generarse de plantas enfermas y una vez establecido en el suelo es muy difícil erradicar al patógeno, el principal síntoma que presenta esta enfermedad es en la corona ya que esta alcanza un color rojizo o café oscuro y pueden abarcar toda la corona, produciendo la muerte de esta, lo que conlleva a que el follaje no reciba agua y se marchite (Zalom, 2005).

Corazón rojizo (*Phytophthora fragariae*): El inóculo generalmente proviene de plantas enfermas, este patógeno suele diseminarse a través de zoosporas que se aceleran cuando el suelo tiene compactación, exceso de riego, mal drenaje, en el caso que el patógeno se ha establecido es imposible de erradicar y a medida que la enfermedad progresa la población de plantas disminuye ya que la enfermedad es transmitida de planta a planta. Esta enfermedad afecta a las raíces obteniendo raíces primarias con coloración rojiza y la corteza se desprende fácilmente, lo que afecta la absorción de nutrientes, agua por ende ocasiona daños como marchitez, clorosis, necrosis, las flores y frutos se pierden y por último la planta se cae y muere (Zalom, 2005).

Rizoctoniasis (*Rhizoctonia solani*): La diseminación usualmente proviene de plantas enfermas ya que el hongo únicamente se disemina como esclerocios o micelios, las plantaciones de fresa que presentan esta enfermedad muestran disminución de crecimiento, clorosis, aborto de flores, frutos de bajo calibre, en raíces primarias se observa necrosis, a su vez estas plantaciones pueden ser atacadas mediante asociaciones de hongos como *Cylindrocarpon*, *Fusarium*, lo que producen un significativo (**Zalom, 2005**).

1.3.10 Cosecha y postcosecha

1.3.10.1 Cosecha

Una vez establecido el cultivo la cosecha de fresas se lleva a cabo aproximadamente en la semana 12 y se extiende de 28 a 32 semanas posteriormente a partir de esta fecha la planta entra en un período de descanso que dura aproximadamente 12 semanas. La cosecha se puede realizar una o dos veces por semana dependiendo de la variedad, esta debe estar libre de pudrición, firme y con una coloración adecuada. Al momento de cosechar las fresas deben ser manipuladas adecuadamente para asegurar que se encuentre en buen estado por varios días (**Alcántara et al. 2009**).

Al momento de realizar la recolección de fresa la fruta debe ser tomada por el pedúnculo, entre los dedos pulgar e índice y realizando un movimiento de rotación, la fruta debe depositarse inmediatamente en baldes, cestas, cajas a temperatura fresca (**Alcántara et al. 2009**).

1.3.10.2 Postcosecha

(**Alcántara et al. 2009**) menciona que una vez cosechada la fruta empieza los procesos de selección, empaque, transporte y almacenamiento. La selección se realiza de acuerdo con el

mercado a donde va dirigida la fruta, en el momento de la cosecha se separa la fresa de acuerdo con la calidad, tamaño y es empacada.

1.3.11 Araña roja (*Tetranychus urticae*)

La araña roja o también denominado araña de dos manchas, ácaro rojo es una plaga que pertenece al grupo de los ácaros y es considerada una especie de clima templado, esta araña se alimenta de la savia de plantas lo cual conlleva a que estas pierdan vigor, ya que el ácaro destruye la hoja para poder alimentarse disminuyendo la transpiración y fotosíntesis (**López, 2020**).

1.3.11.1 Importancia

La araña roja *Tetranychus urticae* es considerado como una de las mayores preocupaciones en el sector fresero ya que es una plaga que produce altos daños en las plantaciones porque produce el marchitamiento de las plantas y a su vez es difícil de controlar debido a la resistencia a acaricidas que esta presenta, las plantaciones al mantenerse bajo plástico favorecen la instalación y propagación del ácaro generando grandes pérdidas económicas a los agricultores (**López, 2020**).

1.3.11.2 Taxonomía

Tabla 3. Clasificación taxonómica de araña roja (*Tetranychus urticae*)

TAXONOMÍA	
Reino	Animalia
Filo	Arthropoda
Subfilo	Chelicerata
Clase	Arachnida
Subclase	Acari
Superorden	Acariformes
Orden	Trombidiformes
Superfamilia	Tetranychoidae
Familia	Tetranychidae
Género	<i>Tetranychus</i>
Nombre científico	<i>Tetranychus urticae</i>
Nombre común	Araña roja, Ácaro rojo, Araña de dos manchas

(López, 2020).

1.3.11.3 Ciclo Biológico

Tetranychus urticae puede desarrollarse en temperaturas desde los 10°C, sin embargo, para cumplir el ciclo de huevo a adulto es necesario tener una temperatura sobre los 14°C, a temperaturas de 18°C tienen un promedio de vida de alrededor de 36 días y a 21°C su ciclo de vida reduce a 30 días (López, 2020).

Los huevos de la araña roja miden 0,1 mm tienen forma esférica, son lisos, de color transparente – amarillento, este estado puede tener una duración de entre 2 a 5 días. Las larvas poseen tres pares de patas, son redondas y pueden alcanzar su desarrollo entre 1 a 3 días. Las ninfas poseen cuatro pares de patas, son redondas, de color amarillento, tienen manchas oscuras laterales y dos ojos color rojo, su desarrollo abarca entre 2 a 6 días. Los ácaros adultos

poseen cuatro pares de patas largas son redondos de color amarillento anaranjado con dos manchas en la parte dorsal y su tamaño es de 0,5 mm (**López, 2020**).

1.3.11.4 Signos y síntomas del daño causado por Tetranychidae

El ácaro rojo se nutre de los contenidos celulares de las hojas de fresa, al momento de alimentar se puede observar cómo deja una mancha pálida, usualmente los ataques individuales son muy pequeños, sin embargo, cada planta de fresa puede ser atacada por miles de ácaros lo que causa grandes lesiones, reduciendo grandes cantidades de producción de nutrientes e incluso en ocasiones la planta puede morir. Al momento del ácaro alimentarse causa desecación y decoloración a la hoja, se manifiesta con abombamientos en el haz y manchas amarillentas, producen intensas defoliaciones. También este ácaro puede alimentarse de los frutos y estos alcanzan manchas herrumbrosas en la superficie del fruto, en el caso que los ataques sean bruscos el fruto se manifiesta de color gris (**Zalom, 2005**).

1.3.12 *Cladosporium* sp.

(**Manisha et al. 2012**) menciona que *Cladosporium* sp. se caracteriza por presentar una coloración oscura en tonos verdosos, es un hongo filamentoso que al observarse microscópicamente se aprecia las hifas septadas ramificadas de tonalidad marrón, estas hifas mantienen las cadenas ramificadas de conidios unicelulares, ya sean cilíndricos o elipsoidales.

1.3.12.1 Supervivencia ambiental

Este hongo es saprófito y la temperatura adecuada para su crecimiento es de 18°C hasta los 28°C, ya que a temperaturas mayores a 35°C no logran desarrollarse. Generalmente este hongo requiere una humedad relativa aproximadamente del 90% y podemos encontrarlo colonizando plantas, en el suelo, madera húmeda, paja (**Manisha et al. 2012**).

1.3.12.2 Taxonomía

Tabla 4. Clasificación taxonómica de *Cladosporium* sp.

TAXONOMÍA	
Reino	Fungi
División	Ascomycota
Clase	Dothideomycetes
Orden	Capnodiales
Familia	Davidiellaceae
Género	<i>Cladosporium</i>

(Manisha *et al.* 2012)

1.3.12.3 Biología

(Manisha *et al.* 2012) menciona que la formación de colonias en cultivo de *Cladosporium* sp es de color verde oliváceo, a veces puede tornarse marrón o gris, estas colonias son aterciopeladas, pulvulentas, vellosas, pelosas, sus conidióforos son semimacronematosos o macronematosos simples o con pocas ramificaciones y puede tener diferentes formas como elipsoidales, oblongos, limoniformes, fusiformes, esféricos, subesféricos, con una cicatriz en la base.

Cladosporium sp se caracteriza por su rápido crecimiento en condiciones de laboratorio, especialmente en medios de cultivo como Agar Papa Dextrosa, Agar Extracto Malta, Agar Czapek, Agar Sabouraud (Manisha *et al.* 2012).

1.3.12.4 Importancia

Cladosporium sp es un hongo entomopatógeno que es de gran importancia debido a su gran aporte natural dentro del agroecosistema, ya que regula las poblaciones de insectos, esto se da debido a la asociación patógeno – hospedero, sin embargo, para que esta asociación se dé correctamente existen varios factores tales como la temperatura, humedad, rayos ultravioletas, persistencia del hongo y los nutrientes que los insectos presenten ya que estos factores son utilizados como medios de dispersión, propagación del hongo (**Diaz et al. 2006**).

1.3.12.5 Mecanismos de acción

(**Diaz et al. 2006**) menciona que los hongos entomopatógenos son grandes agentes de control ya que se dispersan en el ambiente, provocando infecciones fúngicas a las poblaciones de insectos. Su proceso infectivo empieza cuando las esporas son detenidas en la superficie del integumento, posteriormente el hongo excreta enzimas como quitinasa, quitobiasas, lipasas, proteasas, que son enzimas que se encargan de degradar la cutícula del insecto y ayuda a la penetración del apresorio mediante presión mecánica, el hongo al encontrarse dentro del insecto desarrolla cuerpo hifal que se invaden tejidos, mitocondrias, cuerpos grasos, hemocitos para finalmente causar la muerte del hospedero; esta acción generalmente se da de 3 a 14 días iniciada la infección, seguido el hongo realiza un crecimiento micelar que invaden los órganos del hospedero para que finalmente las hifas penetren la cutícula y emerjan a la superficie, donde darán inicio a la formación de nuevas esporas.

1.4 Hipótesis y Objetivos

1.4.1 Hipótesis

H: La aplicación de suspensiones de *Cladosporium* sp. contribuirá en el manejo de las poblaciones de *Tetranychus urticae* en cultivos de fresa (*Fragaria ananassa*).

1.4.2 Objetivo general

- Evaluar la eficiencia del hongo *Cladosporium* sp. para el control del ácaro *Tetranychus urticae* en el cultivo de fresa (*Fragaria ananassa*), en la Granja Experimental Querochaca de la Universidad Técnica de Ambato.

1.4.3 Objetivos específicos

- Determinar el porcentaje de mortalidad de *Tetranychus urticae* por efecto de la aplicación del hongo *Cladosporium* sp. en condiciones de laboratorio.
- Determinar el porcentaje de mortalidad de *Tetranychus urticae* por efecto de la aplicación del hongo *Cladosporium* sp. en condiciones de campo.
- Determinar la mejor dosis de *Cladosporium* sp. para el control de *Tetranychus urticae* en el cultivo de *Fragaria ananassa* en condiciones de campo.

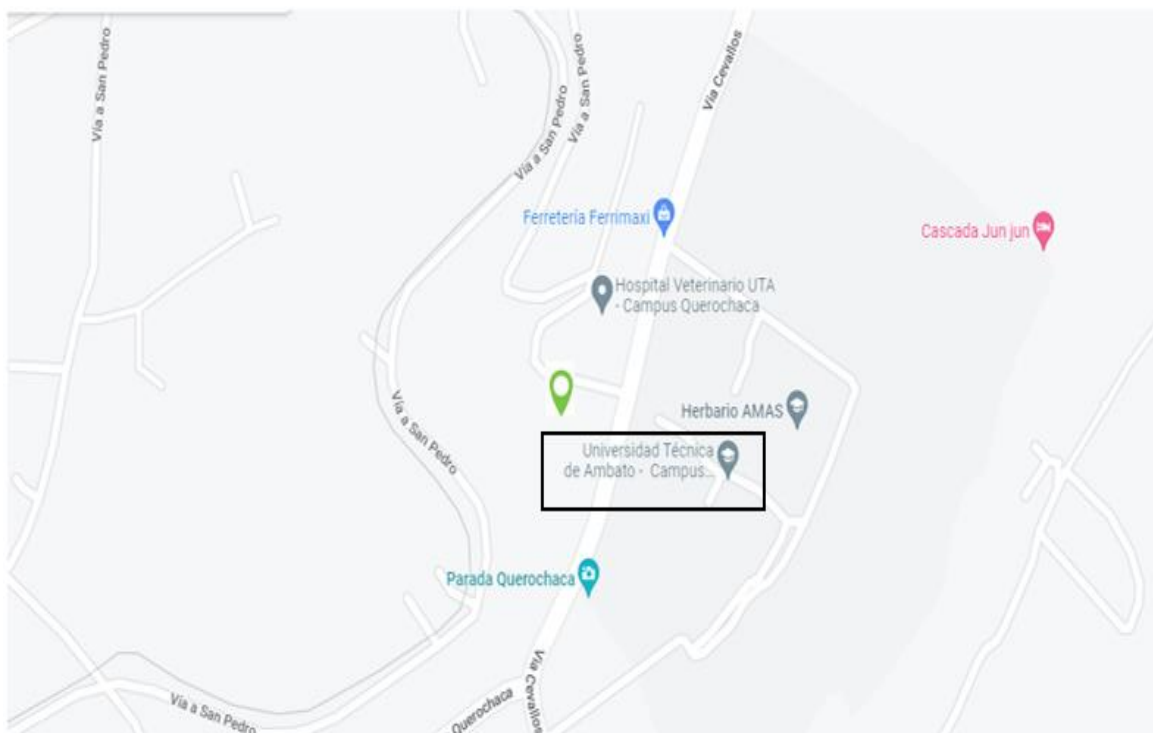
CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1 Ubicación del experimento

El ensayo se realizó en la Universidad Técnica de Ambato en la Facultad de Ciencias Agropecuarias, granja experimental Querochaca, la ubicación geográfica se muestra a continuación:

- **Provincia:** Tungurahua
- **Cantón:** Cevallos
- **Sitio:** Universidad Técnica de Ambato campus Querochaca
- **Altitud:** 2865 msnm
- **Latitud:** 01° 22' 0,2" S
- **Longitud:** 78° 36' 22" W



2.2 Características del lugar

El proyecto se llevó a cabo en la Granja experimental de Querochaca, la cual cuenta con las siguientes condiciones meteorológicas:

Tabla 5. Características del lugar (Granja Experimental Querochaca)

Características	Descripción
Temperatura mínima día	12 °C
Temperatura mínima noche	10 °C
Temperatura máxima obtenida	23 °C
Temperatura mínima obtenida	04 °C
Fuerza del Viento	6km/h
Precipitación anual	251 a 500 mm

:

(WeatherOnline, 2021)

2.3 Equipos y materiales

2.3.1 Equipos

- Microscopio (MOTIC, BA210LED)
- Estereoscopio (MOTIC DM 143)
- Incubadora (Pol-Eko-Aparatura, Cln 115)
- Balanza digital (Ohaus®, EX124)
- Motobomba
- Autoclave (Midmark, M11®)
- Cabina de flujo laminar (Thermo Scientific, 1300)
- Agitador vortex (Thermo Scientific, 88882009)
- Refrigerador (Indurama, A41141)

- Cámara de Neubauer (Boeco Clase A con espejo)

2.3.2 Materiales

- Cajas Petri plásticas (90 mm de diámetro)
- Muestras vegetales (Cultivo de fresa)
- Medio de cultivo PDA (Potato Dextrose Agar)
- Hongos entomopatógenos (*Cladosporium* sp.)
- Pipeta de Pasteur
- Pipeta automática
- Puntas de pipetas (VQIR, 500PCS, 0,2µl, 20µl, 1000µl)
- Tubos de ensayo con tapa (10 ml)
- Matraz Erlenmeyer
- Vaso de precipitación
- Mechero de Bunsen
- Marcador
- Parafilm (Sigma-Aldrich)
- Alcohol al 90%
- Encendedor
- Papel aluminio
- Aguja de inoculación
- Gradilla
- Atomizador
- Gotero de 2 cc
- Agua destilada

2.3.3 Material biológico

Hongo acaropatógeno *Cladosporium* sp. desarrollado en el laboratorio de microbiología de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato.

2.4 Factores en estudio

Tabla 6. Factores en estudio

T1	H2O estéril (TESTIGO)
T2	(2×10^3) conidios/ml
T3	(2×10^4) conidios/ml
T4	(2×10^5) conidios/ml
T5	(2×10^6) conidios/ml

2.4.1 Objetivo 1: Determinar el porcentaje de mortalidad de *Tetranychus urticae* por efecto de la aplicación del hongo *Cladosporium* sp. en condiciones de laboratorio.

2.4.2 Objetivo 2: Determinar el porcentaje de mortalidad de *Tetranychus urticae* por efecto de la aplicación del hongo *Cladosporium* sp. en condiciones de campo.

2.4.3 Objetivo 3: Determinar la mejor dosis de *Cladosporium* sp. para el control de *Tetranychus urticae* en el cultivo de *Fragaria ananassa* en condiciones de campo.

2.5. Diseño experimental

Se utilizó el diseño completamente aleatorizado, donde se realizó 5 tratamientos con 5 repeticiones, comprendiendo el testigo, mediante formulaciones con distintas concentraciones tales como, (2×10^3) conidios/ml, (2×10^4) conidios/ml, (2×10^5) conidios/ml, (2×10^6) conidios/ml, desarrolladas mediante el hongo *Cladosporium* sp. en condiciones de laboratorio y los resultados que arrojen las dos mejores dosis serán aplicadas en campo.

2.6 Manejo del experimento

2.6.1 Objetivo 1: Determinar el porcentaje de mortalidad de *Tetranychus urticae* por efecto de la aplicación del hongo *Cladosporium* sp. en condiciones de laboratorio.

Procedimiento para la obtención de unidades de cría de *Tetranychus urticae*



Aplicación del hongo *Cladosporium* sp. en condiciones de laboratorio.

Una vez transcurridos aproximadamente 19 días se procedió a realizar nuevas unidades de crías



Se transfirieron 10 hembras adultas en cada unidad de cría, en total se realizaron 25 unidades de cría



Se procedió a etiquetar las unidades de cría con el tratamiento y la repetición a la que corresponde



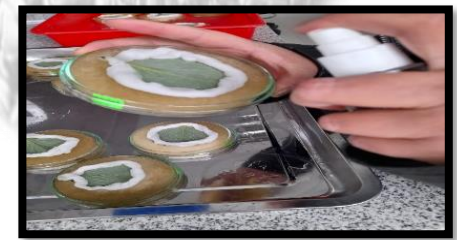
Se realizó la observación de cada unidad de cría bajo el estereoscopio, durante 12 días



Se colocó en diferentes bandejas las unidades de cría según el tratamiento utilizado



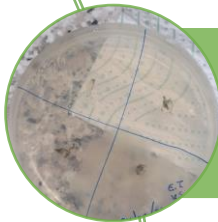
Una vez etiquetadas las unidades de cría se aplicó los tratamientos con 5 repeticiones cada uno incluido el testigo



2.6.2 Objetivo 2: Determinar el porcentaje de mortalidad de *Tetranychus urticae* por efecto de la aplicación del hongo *Cladosporium* sp. en condiciones de campo.



1. Obtención de la muestra de hongo *Cladosporium* sp: Se adquirió 1 kg de muestras de arroz que contenían cepas de *Cladosporium* sp.



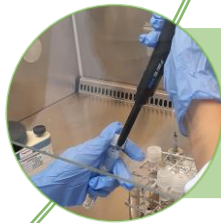
2. Aislamiento en medio de cultivo PDA (Potato Dextrose Agar): De la muestra obtenida se colocó una pequeña parte en una caja petri de plástico dividida en 4 partes y con medio de cultivo previamente preparado, se selló y se ubicó en la incubadora para que se desarrolle de una manera adecuada.



3. Purificación del hongo *Cladosporium* sp: Una vez transcurrido 6 días aproximadamente, la caja realizada con anterioridad desarrolló colonias de *Cladosporium* sp. con contaminantes (bacterias), de esta aislado se colocó una pequeña muestra en la caja petri con medio de cultivo y se dejó incubar, este procedimiento se realizó hasta que las colonias del hongo se encuentre en estado puro.

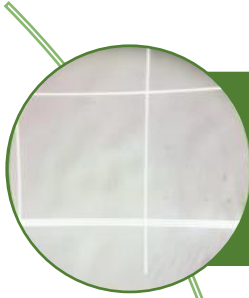


4. Disoluciones del hongo *Cladosporium* sp: Una vez obtenidas las colonias puras se procedió a colocar agua esterilizada con una pipeta en la caja petri para obtener la solución madre, a partir de esa solución se realizó las disoluciones. La solución madre se mezcló mediante un vortex y se tomó 1 ml y se colocó junto con 10 ml de agua esterilizada se procedió a mezclar y se realizó este procedimiento hasta obtener la concentración deseada.

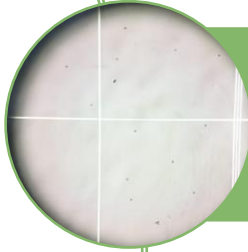


5. Obtención de dosis: Una vez preparadas las disoluciones se colocó una gota de cada disolución en la cámara de Neubauer, se llevó al microscopio para realizar la observación, conteo de conidios.

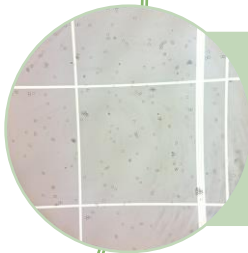




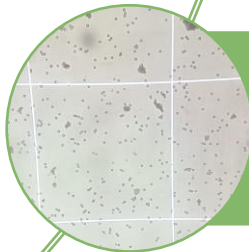
En la cámara de Neubauer se observó una concentración de 25.000.000 conidios/ml para la obtención de la dosis 2×10^3



En la cámara de Neubauer se observó una concentración de 231.250.000 conidios/ml para la obtención de la dosis 2×10^4



En la cámara de Neubauer se observó una concentración de 2.131.250.000 conidios/ml para la obtención de la dosis 2×10^5



En la cámara de Neubauer se observó una concentración de 22.018.750.000 conidios/ml para la obtención de la dosis 2×10^6



2.6.3 Objetivo 3: Determinar la mejor dosis de *Cladosporium* sp. para el control de *Tetranychus urticae* en el cultivo de *Fragaria ananassa* en condiciones de campo.



Se realizó un monitoreo donde se seleccionó las plantas que serán puestas en tratamiento.

Se marcó 10 plantas de fresa por cada tratamiento, incluido el testigo

Se registro el número de tratamiento y repetición en cada planta

Según las condiciones de laboratorio las mejores dosis de *Cladosporium* sp. frente al control de *Tetranychus urticae* fue la dosis 2×10^5 y la dosis 2×10^6



Aplicación dosis 2×10^5 y dosis 2×10^6 conidios/ml

2.7 Variable respuesta

Poblaciones de *Tetranychus urticae* en cultivos de fresa (*Fragaria ananassa*)

Porcentajes de mortalidad de *Tetranychus urticae*

2.8 Procesamiento de la información

Para la interpretación de la mortalidad de ácaros mediante la eficiencia de *Cladosporium* sp. se evaluó mediante análisis de varianza en el programa INFOSTAT y para la obtención de la mejor dosis se realizó una comparación mediante la prueba t-student.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Determinar el porcentaje de mortalidad de *Tetranychus urticae* por efecto de la aplicación del hongo *Cladosporium* sp. en condiciones de laboratorio.

En el estudio realizado por (León *et al.* 2019) se evaluó la actividad patógena de distintas concentraciones de *Bacillus subtilis*, donde se utilizó la técnica de contacto residual aplicada en ácaros hembras de 48 horas de edad, donde se determinó que la aplicación de 3 cc.l⁻¹ provocó un porcentaje mayor de mortalidad en referencia a las otras concentraciones.

En esta investigación se realizó distintas concentraciones del hongo *Cladosporium* sp, se trabajó en ácaros hembras adultas de 19 días de edad y se determinó que el porcentaje de mortalidad de *Tetranychus urticae* varía en cada concentración, sin embargo, podemos mencionar que la mayor mortalidad se obtuvo en el tratamiento 5.

Después de 12 días de la aplicación del hongo se observó que el tratamiento 5 perteneciente a la dosis 2×10^6 conidios/ml fue la más efectiva según la prueba de Tukey, alcanzando una mortalidad de 58%. Mientras que el tratamiento 4 con una concentración de 2×10^5 conidios/ml fue capaz de controlar 50% de la población de *T. urticae*. En el T3 con 2×10^4 conidios/ml dio como resultado mortalidad del 32% un valor alto de mortalidad, pero al comparar estadísticamente con tratamiento 4 y tratamiento 5 demuestra que hay la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos. Finalmente la prueba de significancia Tukey demostró que el tratamiento 2 con 2×10^3 conidios/ml obtuvo una mortalidad del 28% y el tratamiento 1 del 18 % no presentaron diferencias significativas entre el resto de tratamiento. El tratamiento 1 atribuye al testigo (tratado con agua estéril), dichos tratamientos tuvieron valores estadísticos similares pues fueron los que menos control ejercieron sobre *T. urticae*.

Tabla 7. Análisis de varianza en condiciones de laboratorio

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% MORTALIDAD	25	0,80	0,76	21,84

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=15,37510

Error: 66,0000 gl: 20

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
T5	58,00	5	3,63	A
T4	50,00	5	3,63	A
T3	32,00	5	3,63	B
T2	28,00	5	3,63	B
T1	18,00	5	3,63	B

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

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5384,00	4	1346,00	20,39	<0,0001
TRATAMIENTOS	5384,00	4	1346,00	20,39	<0,0001
Error	1320,00	20	66,00		
Total	6704,00	24			

Elaborado por: Vanessa Sánchez

3.2 Determinar el porcentaje de mortalidad de *Tetranychus urticae* por efecto de la aplicación del hongo *Cladosporium* sp. en condiciones de campo.

Según (Álvarez *et al.* 2016) en su investigación señala que realizó la formulación de *Cladosporium hemileiae* como controlador de *Hemileia vastratix*, esta aplicación se realizó en una fase de campo, donde se utilizó cuatro tratamientos y adicional el testigo, la aplicación se realizó en época seca y lluviosa, sin embargo, en la aplicación en época seca demostró que *Cladosporium hemileiae* hiperparasitó a *Hemileia vastratix*.

En la presente investigación se determinó que en condiciones de laboratorio las concentraciones con mayor mortalidad de ácaros fueron el tratamiento 4 (3×10^5) y el tratamiento 5 (3×10^6). Una vez comprobado la eficiencia del hongo *Cladosporium* en el laboratorio de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, en condiciones controladas. La prueba de Tukey demostró que los tratamientos que obtuvieron mayor mortalidad de *T. urticae*. fueron las concentraciones 2×10^5 y 2×10^6 conidios/ml. Para la aplicación en condiciones de campo realizado en las parcelas de fresa de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, mediante un monitoreo se tomó diez plantas de fresa por cada tratamiento (T4 y T5), además del testigo. Se preparó las diferentes concentraciones del hongo y se roció mediante una bomba manual en las hojas de las plantas, estas fueron etiquetadas individualmente de tal modo que después de 15 días constantes de observación mediante lupa, se constató la eficiencia del tratamiento 5 con 50% de mortalidad. Mientras que el tratamiento 4 presentó una mortalidad del 34% y para el testigo (T1) se obtuvo una mortalidad del 15%.

Tabla 8. Análisis de varianza en condiciones de campo

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% MORTALIDAD	30	0,71	0,69	29,10

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=10,64835

Error: 92,2222 gl: 27

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
T5	50,00	10	3,04	A
T4	34,00	10	3,04	B
T1	15,00	10	3,04	C

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

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6140,00	2	3070,00	33,29	<0,0001
TRATAMIENTO	6140,00	2	3070,00	33,29	<0,0001
Error	2490,00	27	92,22		
Total	8630,00	29			

Elaborado por: Vanessa Sánchez

3.3 Determinar la mejor dosis de *Cladosporium* sp. para el control de *Tetranychus urticae* en el cultivo de *Fragaria ananassa* en condiciones de campo.

En su investigación (Ruiz, 2021) menciona que expusieron hembras de *Raoiella indica Hirst* a un extracto vegetal con concentraciones de 0,25% – 0,50% – 0,75% – 1% y se evaluó la mortalidad a las 24, 48 y 72 horas después de la aplicación, obteniendo porcentajes de mortalidad entre el 90 y 100% con la concentración más alta 1% a las 72 horas de exposición.

Para poder determinar la mejor dosis de *Cladosporium* sp en condiciones de campo, se realizó una comparación con la técnica estadística paramétrica “T – student”, al analizar los tratamiento 4 y 5 se observó que el valor crítico ($P(T \leq t) = 2,26$) fue mayor que el valor estadístico ($t = -3,85$) de esta manera se determinó que el porcentaje de mortalidad del tratamiento 5 es considerablemente más alto que del tratamiento 4. Concluyendo que la eficiencia del hongo *Cladosporium* depende de la alta concentración conidial que existente en un medio líquido para ejercer control sobre *Tetranychus urticae*.

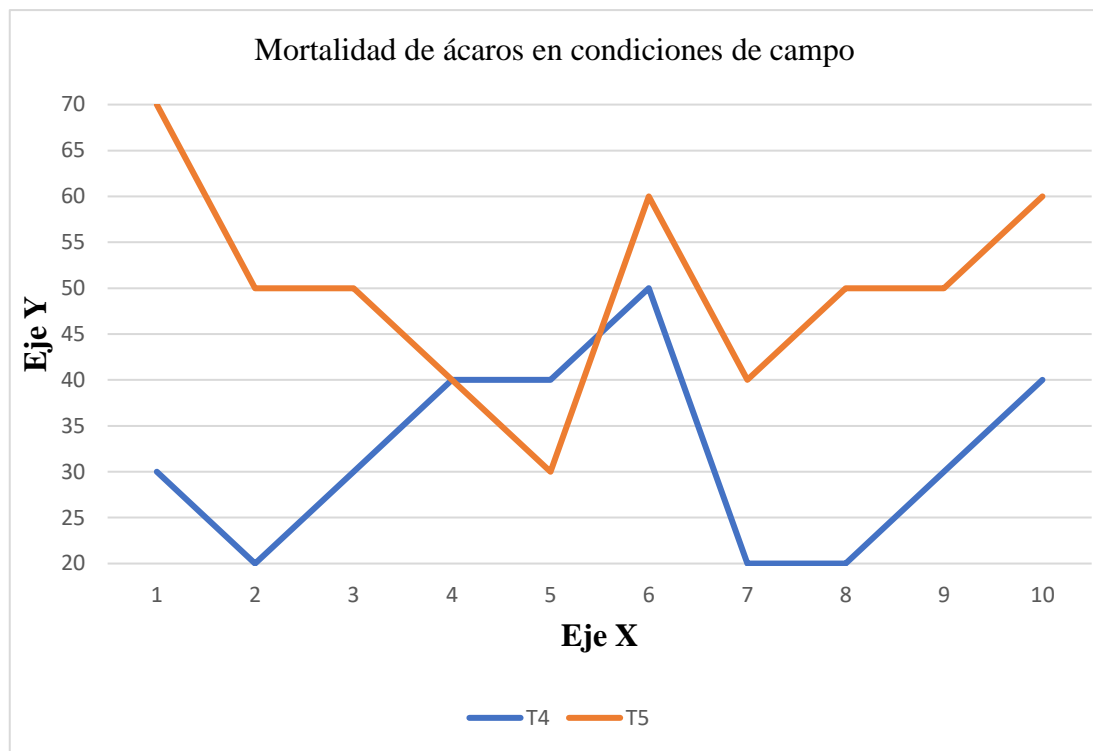
Tabla 9. Prueba t de student en condiciones de campo

	Variable 1	Variable 2
Media	32	50
Varianza	106,6666667	133,3333333
Observaciones	10	10
Coeficiente de correlación de Pearson	0,093169499	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	9	
	-	
Estadístico t	3,857142857	
P(T<=t) una cola	0,001931949	
Valor crítico de t (una cola)	1,833112933	
P(T<=t) dos colas	0,003864	
Valor crítico de t (dos colas)	2,262157163	

Elaborado por: Vanessa Sánchez

En la presente figura se puede observar la comparación del porcentaje de mortalidad de *T. urticae* en condiciones de campo. El tratamiento 4 con dosis 2×10^5 conidios/ml, obtiene un porcentaje que va desde el 20% como mínimo y 50% como máximo de mortalidad en ácaros, sin embargo, en el tratamiento 5 con dosis 2×10^6 conidios/ml, el porcentaje de mortalidad va desde 30% y llega a alcanzar un porcentaje máximo del 70%. Es por ello que se determina que el T5 es significativamente la mejor dosis para el control de *Tetranychus urticae* en el cultivo de *Fragaria ananassa* en condiciones de campo.

Figura 1. Comparación de la mortalidad de ácaros entre el tratamiento 4 y el tratamiento 5 en condiciones de campo



Elaborado por: Vanessa Sánchez

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- Se determinó el porcentaje de mortalidad de *Tetranychus urticae* por efecto de la aplicación del hongo *Cladosporium* sp. en condiciones de laboratorio.
- Se logró determinar el porcentaje de mortalidad de *Tetranychus urticae* inducido por efecto de la aplicación del hongo *Cladosporium* sp. en condiciones de campo.
- Se determinó que el tratamiento 5 es la mejor dosis de *Cladosporium* sp. para el control de *Tetranychus urticae* en el cultivo de *Fragaria ananassa* en condiciones de campo.

4.2 RECOMENDACIONES

- Realizar los procedimientos adecuados de desinfección en las prácticas de laboratorio, para evitar que exista contaminantes en los procedimientos a desarrollarse.
- Efectuar una adecuada incubación y preparación de las unidades de cría, para obtener un número suficiente de huevos y evitar la pérdida de ácaros que podrían influir en los resultados.
- Analizar los factores ambientales que intervengan en la mortalidad de ácaros *Tetranychus urticae* en condiciones de campo, para evitar alteraciones en los resultados.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez Valenzuela, G.A; Ramírez Barillas S; Escobar Sandoval J. M. (2016). “Formulación y evaluación de *Cladosporium hemileiae* biocontrolador de *Hemileia vastatrix*”. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. 13 – 19 p.
- Alcántara González, M.L. (2009). “ESTIMACIÓN DE LOS DAÑOS FÍSICOS Y EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LA FRESA DURANTE EL MANEJO POSCOSECHA Y EL TRANSPORTE SIMULADO”. Valencia, España. Tesis Doc. Universidad Politécnica de Valencia.
- Agroecuador. 2016. Cultivo de la frutilla. Disponible en: <https://agroecuador.org/index.php/blog-noticias/item/93-el-cultivo-de-la-frutilla>. Consultado el 27 de septiembre de 2021.
- Armstrong. 2021. Principales productores de fresas en el mundo. Disponible en: <https://es.ripleybelieves.com/which-countries-are-leading-producers-of-strawberries-in-world-3198>. Consultado el 27 de septiembre de 2021.
- Chimborazo Ashqui, LE. 2014. “Análisis de la producción de fresas y su relación con el nivel de ingresos de los productores de la parroquia de Ambatillo del cantón Ambato en el primer semestre del año 2013.”, Ambato, Ecuador. Tesis Econ. Universidad Técnica de Ambato. 180 p.
- Chiqui Chiqui, F.A; Cumbe Lema, M.L. 2010. “Evaluación del rendimiento en el cultivo de fresa (*Fragaria* sp) variedad oso grande, bajo invernadero mediante dos tipos de fertilización (orgánica y química) en la parroquia Octavio Cordero Palacios, Cantón Cuenca”, Cuenca, Ecuador. Tesis Ing. Agr. Universidad Pontificia Salesiana. 95 p.
- Diaz, M.P; Macías, A.F; Rodríguez, S.N; De la Torre, M. (2006). “MECANISMO DE ACCIÓN DE LOS HONGOS ENTOMOPATÓGENOS”. México. Universidad Autónoma Metropolitana.

- Escobar López, RM. 2014. “Las prácticas agrícolas de la asociación flores y frutas de Huachi Grande y su incidencia en la calidad y productividad de fresas (*Fragaria vesca*) variedad albión”, Ambato, Ecuador. Tesis Mg. Agro. Universidad Técnica de Ambato. 185 p.
- Fasulo, T. 2009. División de Industria Vegetal (entrevista). Florida, Universidad de Florida.
- Gamarra Bustamante, JA. 2015. Biocontrol de hongos manchadores en la madera de *Brosimum alicastrum* (Congona), Lima, Perú. Tesis Ing. For. Universidad Nacional Agraria La Molina. 77 p.
- Gámez Guzmán, AG; Torres Rojas, EM; Gaigl A. 2019. Potencial de una cepa de *Cladosporium cladosporioides* para el control de *Tetranychus urticae* Koch (*Acari: Tetranychidae*) bajo condiciones de laboratorio. *Agronomía Colombiana* 37 (1): 84 – 89.
- Hortoinfo. 2014. Araña Roja (*Tetranychus urticae*). Disponible en: <https://www.hortoinfo.es/index.php/plagas/564-ara-roja-tetranychus-urticae-090314>. Consultado el 27 de septiembre de 2021.
- Instituto para la innovación tecnológica en la agricultura (INTAGRI). 2017. Control Biológico de Ácaros en Horticultura Protegida. Disponible en: <https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/control-biologico-acaros-horticultura-protegida>. Consultado el 27 de septiembre de 2021.
- Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA). 2020. Araña Roja (*Tetranychus urticae*). Disponible en: <http://gipcitricos.ivia.es/area/plagas-principales/tetraniquidos/arana-roja>. Consultado el 27 de septiembre de 2021.

- Kirschbaum, D.S. 2021. Manejo, recolección y calidad de fresa. Disponible en: (PDF) Manejo, recolección y calidad de la fresa (researchgate.net). Consultado el 1 de diciembre de 2022.
- León Mendoza, D; Dobronski Arcos, J; Vásquez Freytez, C; Frutos Pinto, V; Paredes Carreño, S. (2019). “Control de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) con *Bacillus subtilis* en hojas de fresa (*Fragaria vesca*)”. *Revista de Agronomía Costarricense* 43 (1). 7-9 p.
- López, C.N. (2020). “La Araña roja, *Tetranychus urticae*: Ciclo de vida”. Florida. University of Florida. 13 p.
- Lozada Martínez AJ. 2011. Evaluación de productos orgánicos para el control de araña roja (*Tetranychus urticae koch*) en el cultivo de fresa (*Fragaria vesca*), Ambato, Ecuador. Ing. Agr. 101 p.
- Manisha Panwar, K. (2012). “Efectos de especies fúngicas: Cladosporium”. *Revista Iberoamerica* 8 (5): 14 p.
- Maza Silipú, S. (2008). “Estudio de la fresa en el Perú y el Mundo”. Lima, Perú. Ministerio de Agricultura. 17 p.
- Mendoza D; Dobronski J; Vásquez C; Frutos V; Paredes S. 2019. Control de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) con *Bacillus subtilis* en hojas de fresa (*Fragancia vesca*). *Agronomía Costarricense* 43 (1): 125 – 133.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. 2020. Productores de fresa, de Tungurahua, buscan obtener certificación BPA. Disponible en: <https://www.agricultura.gob.ec/productores-de-fresa-de-tungurahua-buscan-obtener-certificacion-bpa/>. Consultado el 27 de septiembre de 2021.

- Olivera, J.S. 2012 “Cultivo de fresa (*Fragaria ananassa* Duch.)”. Huaral, Perú. Dirección de Investigación Agraria. 51 p.
- Pacheco Hernández, ML; Reséndiz Martínez, JF; Arriola Padilla, VJ. 2020. “Organismos entomopatógenos como control biológico en los sectores agropecuario y forestal de México: una revisión”. *Revista mexicana de Ciencias Forestales* 10 (56): 1 – 29 p.
- Ramirez Barilla SS. 2016. “Formulación y evaluación de *Cladosporium hemileiae* biocontrolador de *Hemileia vastatrix*”, San Carlos, Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. 37 p.
- Ruiz Jiménez, KZ. 2021. “EXTRACTOS VEGETALES PARA EL CONTROL DEL ÁCARO ROJO DE LAS PALMAS *Raoiella indica* Hirst”, Nuevo León, México. Dr Ciencias Agr. 40 p.
- Sánchez Miranda, J. (2019). “Determinación de la capacidad entomopatógena de diferentes hongos contra pulgones”. Almería, Universidad de Almería. 12 – 14 p.
- Valle Cabrejo, CE; Narrea Cango, M; Llanos Chilet, PL. (2004). “, “*Tetranychus merganser* (ACARI: TETRANYCHIDAE): OPCIONES PARA SU CONTROL EN Carica papaya L. MEDIANTE EL USO DE *Beauveria bassiana* Y *Metarhizium robertsii*”. *Ecología Aplicada* 19 (1). 23 p.
- Vásquez, C; Velandia, P; Jiménez, M; Pazmiño, P; Velastegui, G; Pérez, C. (2018) “FECTIVIDAD IN VITRO DEL EXTRACTO ETANÓLICO DE CRISANTEMO Y DE HONGOS ACAROPATÓGENOS EN EL CONTROL DEL ÁCARO ROJO DE LAS PALMERAS”. *Bioagro* 30 (2). 15 p.
- Viera Arroyo, WF; Tello Torres, CM; Martínez Salinas AA; Navia Santillán DF; Medina Rivera LR; Delgado Párraga AG; Perdomo Quispe CE; Pincay Verdezoto AK; Báez Cevallos FJ; Vásquez Castillo WA. 2020. Control Biológico: Una

herramienta para una agricultura sustentable, un punto de vista de sus beneficios en Ecuador. *Revista de la Biosfera Selva Andina* 8 (2): 128 – 149.




- Vizcaino Moya, LD. 2011. Estudio de factibilidad para la producción y comercialización de frutilla (*Fragaria chiloensis*) en Checa – Pichincha, Quito, Ecuador. Tesis Ing. Agr. Universidad San Francisco de Quito. 78 p.
- Zalom Davis, UC. (2005). “Guía para el manejo de las plagas: Fresa”. California. Universidad de California Manejo Integrado de Plagas.
- Zaragoza Nieto, R.D. (2013). “Evaluación de Técnicas Hidropónicas de Producción en el Cultivo de Fresa (*Fragaria x ananassa*) Bajo Invernadero”. Saltillo, México. Posgrado Agroplasticultura. Centro de Investigación en Química Aplicada.

ANEXOS

Anexo 1: Recolección de hojas sanas y de hojas que presenten signos y síntomas de *Tetranychus urticae*.




 <p>Recolección de muestras vegetales que presenten signos y síntomas de <i>Tetranychus urticae</i> para realizar la incubación de las unidades de cría</p>	 <p>Recolección de muestras vegetales en buen estado para realizar las unidades de cría</p>
--	---



Anexo 2: Preparación e incubación de las unidades de cría de *Tetranychus urticae*.

 <p>Preparación de las unidades de cría, conformado por un disco de hoja</p>		 <p>Observación de los huevos después de 48 horas.</p>
---	--	---

<p>con la superficie abaxial hacia arriba, rodeada con algodón, sobre una lámina de espuma dentro de una caja Petri.</p>	<p>Incubación de ácaros con una relación de 3 – 1, utilizando 15 ácaros hembras y 5 ácaros machos</p>	
--	---	--

Anexo 3: Obtención de colonias purificadas del hongo *Cladosporium* sp

		
<p>Se preparó medio de cultivo y se dispensó en cajas Petri, se dejó reposar por más de una hora para que solidifique.</p>	<p>Obtención de 1 kg de muestra del hongo <i>Cladosporium</i> sp. en arroz.</p>	<p>La Caja Petri se dividió en 4 partes y en cada parte se colocó una muestra del hongo.</p>

	
<p>Una vez preparadas las cajas con el hongo se selló con Parafilm y se envolvió en papel aluminio, se colocó en la incubadora durante 6 días.</p>	<p>Transcurrido ese periodo el hongo se desarrolló de manera idónea y se obtuvo colonias que posteriormente realizando el mismo procedimiento se obtuvo colonias purificadas.</p>

Anexo 4: Obtención de las diferentes dosis.



Obtenidas las colonias puras se colocó agua esterilizada en una pipeta para obtener la solución madre.



A partir de la solución madre se realizó disoluciones.



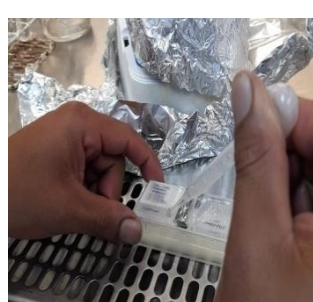
Cada disolución se realizó con la toma de 1ml de solución madre con 10 ml de agua esterilizada y se mezcló mediante un vórtex.



Las disoluciones se realizaron varias veces hasta obtener las diferentes concentraciones.



Cámara de Neubauer



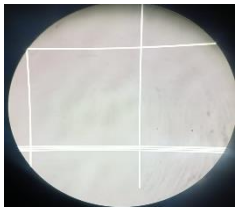
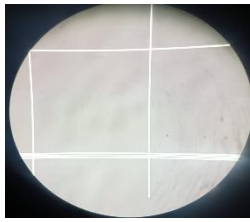
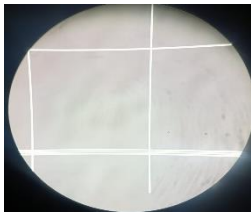
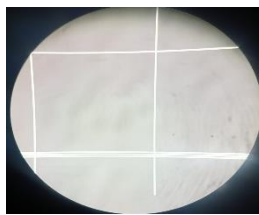
Se colocó una gota de las diferentes disoluciones en la cámara de Neubauer.






Se realizó el conteo en el microscopio.






Una vez establecidas las concentraciones de las dosis se colocó en aspersores móviles.



			
<p>Observación de 25.000.000 conidios/ml en la cámara de Neubauer para la obtención de la dosis 2×10^3</p>	<p>Observación de 231.250.000 conidios/ml en la cámara de Neubauer para la obtención de la dosis 2×10^4</p>	<p>Observación de 2.131.250.000 conidios/ml en la cámara de Neubauer para la obtención de la dosis 2×10^5</p>	<p>Observación de 22.018.750.000 conidios/ml en la cámara de Neubauer para la obtención de la dosis 2×10^6</p>

Anexo 5: Aplicación del hongo *Cladosporium* sp. en condiciones de laboratorio.

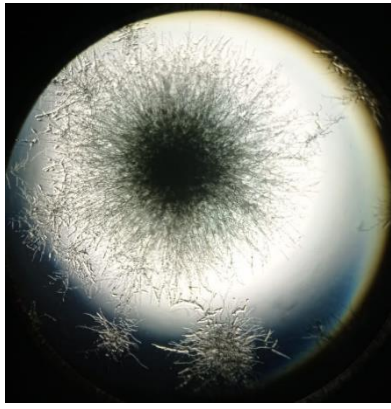
			
<p>Transcurridos 19 días desde el retiro de ácaros hembras y machos se realizó nuevas unidades de cría donde se transfirieron 10 hembras adultas.</p>	<p>Se etiquetó las unidades de cría con el tratamiento y repetición correspondiente.</p>	<p>Se aplicó los diferentes tratamientos en la unidad de cría respectiva.</p>	<p>Se realizó las observaciones bajo el estereoscopio durante 12 días.</p>

Anexo 6: Aplicación del hongo *Cladosporium* sp, en condiciones de campo.

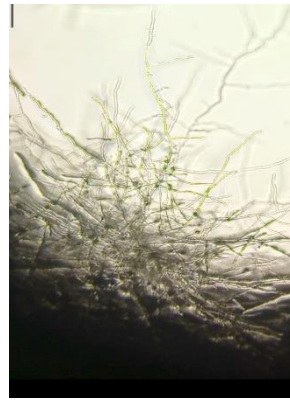
		
<p>Se realizó un monitoreo donde se seleccionó las plantas que se utilizó para la aplicación de tratamientos.</p>	<p>Se marcó 10 plantas de fresa por cada tratamiento incluido el testigo.</p>	<p>Se registro el número de tratamiento y repetición en cada planta.</p>

	
<p>Se realizó la aplicación del tratamiento 4 (2×10^5) y del tratamiento 5 (2×10^6)</p>	<p>Se realizó observaciones durante 15 días.</p>

Anexo 7: Visualización de la estructura del hongo *Cladosporium* sp.



Estructura del hongo *Cladosporium* sp. bajo el microscopio.



Estructura del hongo *Cladosporium* sp. bajo el microscopio.