



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES
CARRERA DE AGRONOMÍA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

“EVALUACIÓN Y MULTIPLICACIÓN DE *TRICHODERMA SPP.* EN TRES TIPOS DE SUSTRATOS (ARROZ, ARROCILLO Y ARROZ DE CEBADA) CON EL EFECTO DE TRES LUCES (LUZ AMARILLA, AZUL Y ROJA) EN EL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI, CAMPUS SALACHE 2022- 2023”

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de
Ingeniero Agrónomo.

Autor:
Fraga Pilataxi Darwin Arturo

Tutor:
Chancusig Espín Edwin Marcelo

LATACUNGA – ECUADOR

Febrero 2023

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Fraga Pilataxi Darwin Arturo, con cédula de ciudadanía No. 17545238990, declaro ser autor del presente proyecto de investigación: “Evaluación y multiplicación de *Trichoderma spp.* en tres tipos de sustratos (Arroz, Arrocillo y Arroz de cebada) con el efecto de tres luces (luz amarilla, azul y roja) en el cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi, campus Salache 2022-2023”, siendo el Ingeniero Edwin Marcelo Chancusig Espín, Ph.D. Tutor del presente trabajo; y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 13 de febrero del 2023

Darwin Arturo Fraga Pilataxi
Estudiante
CC: 1754523890

Ing. Edwin Chancusig Espín, Ph.D.
Docente Tutor
CC: 0501148837

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **Darwin Arturo Fraga Pilataxi**, identificado con cédula de ciudadanía **175452389-0**, de estado civil soltero a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, el Doctor Cristian Fabian Tinajero Jiménez, en calidad de Rector, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - EL CEDENTE es una persona natural estudiante de la carrera de Agronomía, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado: “Evaluación y multiplicación de *Trichoderma spp.* en tres tipos de sustratos (Arroz, Arrocillo y Arroz de cebada) con el efecto de tres luces (luz amarilla, azul y roja) en el cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi, campus Salache 2022- 2023”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

Historial académico.

Inicio de la carrera: abril 2019 – agosto 2019

Finalización: octubre 2022 - marzo 2023

Aprobación en Consejo Directivo: 30 de noviembre del 2022

Tutor: Ingeniero Edwin Marcelo Chancusig Espín, Ph.D.

Tema: “Evaluación y Multiplicación de *Trichoderma spp.* en tres tipos de sustratos (Arroz, Arrocillo y Arroz de cebada) con el efecto de tres luces (luz amarilla, azul y roja) en el cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi, campus Salache 2022- 2023”.

CLÁUSULA SEGUNDA. - LA CESIONARIA es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **EL CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO: Por el presente contrato **EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **EL CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **EL CEDENTE** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **EL CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia,

la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 13 días del mes de febrero del 2023.

Darwin Arturo Fraga Pilataxi
EL CEDENTE

Dr. Cristian Fabian Tinajero
LA CESIONARIA

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Proyecto de Investigación con el título:

“EVALUACIÓN Y MULTIPLICACIÓN DE *TRICHODERMA SPP.* EN TRES TIPOS DE SUSTRATOS (ARROZ, ARROCILLO Y ARROZ DE CEBADA) CON EL EFECTO DE TRES LUCES (LUZ AMARILLA, AZUL Y ROJA) EN EL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI, CAMPUS SALACHE 2022- 2023”, de Fraga Pilataxi Darwin Arturo, de la carrera de Agronomía, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 13 de febrero del 2023

Ing. Edwin Marcelo Chancusig Espín, Ph.D.

DOCENTE TUTOR

CC: 0501148837

AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, el postulante: Fraga Pilataxi Darwin Arturo, con el título de Proyecto de Investigación: “EVALUACIÓN Y MULTIPLICACIÓN DE *TRICHODERMA SPP.* EN TRES TIPOS DE SUSTRATOS (ARROZ, ARROCILLO Y ARROZ DE CEBADA) CON EL EFECTO DE TRES LUCES (LUZ AMARILLA, AZUL Y ROJA) EN EL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI, CAMPUS SALACHE 2022- 2023”, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autorizan los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 13 de febrero del 2023

Lector 1 (Presidente)

Ing. Clever Castillo de la Guerra, Mg.

CC:0501715494

Lector 2

Ing. David Carrera Molina, Mg.

CC: 0502663180

Lector 3

Ing. Carlos Torres Miño, Ph.D.

CC: 0502329238

AGRADECIMIENTO

Agradezco a toda mi familia que siempre estuvo presente desde mi primer día en la universidad hasta mi culminación gracias por su apoyo por estar siempre animándome a seguir adelante y ser un profesional, además de los consejos que me ofrecen y que hoy en día en día gracias a su ejemplo se ven reflejados al cumplir una meta anhelada.

A la prestigiosa Universidad Técnica de Cotopaxi por abrirme sus puertas dándome la oportunidad de formarme como persona y como un profesional.

A todo el cuerpo de docentes de la carrera de Agronomía, que impartió sus conocimientos y enseñanzas que me ha servido para crecer día a día como profesional.

Al Ing. Mg. PhD. Edwin Marcelo Chancusig Espín, por la paciencia, dedicación y esfuerzo, quien con sus conocimientos y experiencia me motivo a finalizar este proyecto de titulación.

Darwin Arturo Fraga Pilataxi

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación se los dedico a mis padres; Arturo Fraga y Graciela Pilataxi, que han estado conmigo en los buenos, malos y peores momentos, por los consejos por el apoyo moral, económico, que me ayudaron a terminar con éxito mi vida estudiantil universitaria, a mi Hermanita Lizeth Fraga a mi sobrino Arthur Alba por su enorme apoyo y cariño que fue lo que hizo que no me rindiera , y mis amigos Wendy Acurio, Alex Tipán y que ahora son parte de esta alegría con todo el amor de mi corazón Dios le pague por todo.

Darwin

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: “EVALUACIÓN Y MULTIPLICACIÓN DE *TRICHODERMA SPP.* EN TRES TIPOS DE SUSTRATOS (ARROZ, ARROCILLO Y ARROZ DE CEBADA) CON EL EFECTO DE TRES LUCES (LUZ AMARILLA, AZUL Y ROJA) EN EL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI, CAMPUS SALACHE 2022-2023”

AUTOR:

Fraga Pilataxi Darwin Arturo

RESUMEN

El proyecto fue llevado a cabo en el laboratorio del campus Salache, se inició la multiplicación de *Trichoderma* nativa del sector de Salache, esta se obtuvo de trampas realizadas en el campus Salache, se realizó el proceso de multiplicación en 20 cajas Petri en un agar de PDA, se dejó 5 días en la incubadora para que esta se multiplique y se obtenga mejores esporas, para aplicaciones en tres sustratos distintos, se realizó tres sustratos (arroz, arrozcillo, cebada), cada funda fue llenada con uno de los sustratos, se hicieron un total de 9 fundas por sustrato donde se llenó con 150 g por cada una para su contaminación, se contaminó cada sustrato con 8 ml de *Trichoderma* líquida, se dejó activar el hongo en las incubadoras por 7 días a una temperatura de 27°C con tres repeticiones por sustrato se dio un total de 27 sustratos, se determinó tres tipos de luces (amarillo, rojo, azul) donde se colocó 3 sustratos distintos se colocaron en una luz distinta para determinar su efecto en el *Trichoderma*, la luz amarilla con una temperatura de 22°C, se notó los efectos de la biodegradabilidad de los sustratos para ver cual resulta mejor en los momentos de contaminación, resulta de mejor manera para el incremento del hongo, mientras que la luz azul de menor temperatura se propagó de menor porcentaje o se tendía a pasmar.

Palabras clave: Trichoderma, sustrato, luz, temperatura, multiplicación, biodegradabilidad.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES

TITLE: “Evaluation and multiplication of *Trichoderma* spp. On three types of substrates (rice, jungle rice, and barley) with the effect of three lights (yellow, blue, and red light) in Latacunga Canton, Cotopaxi Province, Salache Campus 2022- 2023”

Author: Darwin Arturo Fraga Pilataxi

ABSTRACT

This research project was carried out in the Salache campus laboratory, the multiplication of *Trichoderma* native to the Salache sector was begun, it was obtained from traps made at the Salache campus, and the multiplication process was carried out in 20 Petri dishes on PDA agar. It was left for 5 days in the incubator to multiply and obtain better spores, for applications in three different substrates, three substrates (rice, jungle rice, barley) were used, and each bag was filled with one of the substrates. A total of 9 bags per substrate were made and each was filled with 150 g for contamination, each substrate was contaminated with 8 ml of liquid *Trichoderma*, and the fungus was left to activate in the incubators for 7 days at a temperature of 27°C with three repetitions per substrate, giving a total of 27 substrates, three types of lights were determined (yellow, red, blue) where 3 different substrates were placed in a different light to determine their effect on *Trichoderma*, the yellow light with a temperature of 22 ° C, the effects of the biodegradability of the substrates were noted to see which is better in moments of contamination, it is better for the increase of the fungus, while the blue light of lower temperature spread in lower percentage or tended to pass.

Keywords: *Trichoderma*, substrate, light, temperature, multiplication, biodegradability.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR	iii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	vi
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	vii
AGRADECIMIENTO.....	viii
DEDICATORIA	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xi
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	xii
ÍNDICE DE CUADRO	xvi
ÍNDICE DE FIGURAS	xvi
ÍNDICE DE TABLA.....	xvi
1. INFORMACIÓN DEL PROYECTO	1
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	2
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	3
5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACION	3
6. OBJETIVOS.....	4
6.1. Objetivo General	4
6.2. Objetivos Específicos	4
7. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....	4
8. FUNDAMENTACION CIENTIFICA TECNICA.....	6
8.1. Morfología y taxonomía del <i>Trichoderma</i>	6
8.1.1. Características	7
8.1.2. Temperatura de crecimiento de <i>Trichoderma</i>	7

8.1.3.	Control de patógenos.....	7
8.1.4.	Necesidad nutricional del <i>Trichoderma spp.</i>	8
8.1.5.	Producción de <i>Trichoderma spp.</i>	8
8.2.	Unidad formadora de colonias.....	8
8.2.1.	Unidad de análisis: condiciones de laboratorio.....	9
8.3.	Aplicación de <i>Trichoderma ssp.</i> para el control de enfermedades.	9
8.3.1.	Microorganismos benéficos en la agricultura.	10
8.4.	Sustratos orgánicos para propagación de <i>Trichoderma spp.</i>	10
8.4.1.	Residuos sólidos orgánicos.	10
8.4.2.	Restos vegetales	10
8.4.3.	Trasformación de residuos	11
8.4.4.	Biodegradabilidad	11
8.4.5.	Arroz precocido.....	11
8.4.6.	Arrocillo	11
8.4.7.	Cebada.....	11
9.	Luz.....	12
9.1.	Espectro de luz.....	12
9.2.	Tipos de espectros.....	12
9.3.	Espectro de luz en plantas.....	12
10.	Antibiosis.....	12
11.	Características microscópicas.	13
11.1.	Conidióforos.....	13
11.2.	Fiálides	13
11.3.	Conidios.	13
12.	Factores que influyen en el crecimiento	13
12.1.	Temperatura.	13
12.2.	Humedad	14

12.3.	Aireación.....	14
12.4.	pH.....	14
12.5.	Tamaño de partícula del sustrato.....	15
12.6.	Exposición de luz.....	15
12.6.1.	Luz roja.....	15
12.6.2.	Luz azul.....	15
12.6.3.	Luz amarilla.....	15
12.6.4.	Las distintas fuentes de luz distribuyen la luz de manera diferente.....	16
13.	Aplicaciones de <i>Trichoderma spp</i>	16
14.	HIPOTESIS.....	17
14.1.	Hipótesis alternativa (Ha).....	17
14.2.	Hipótesis nula (Ho):.....	17
14.3.	Hipótesis alternativa (Ha).....	17
15.	DISEÑO METODOLÓGICO.....	17
15.1.	Ubicación y duración de la investigación.....	17
15.2.	Tipo de investigación.....	18
15.3.	Materiales y equipos.....	18
15.4.	Diseño experimental.....	19
15.4.1.	Diseño completamente al azar.....	19
15.4.2.	Esquema de análisis de varianza.....	19
15.4.3.	ADEVA.....	20
15.4.4.	Elaboración de sustratos.....	21
15.4.5.	Elaboración de <i>Trichoderma ssp.</i>	22
15.4.6.	Contaminación de sustratos.....	22

15.4.7.	Distribución de tratamientos.....	23
16.	Variables a estudiar.....	23
16.1.	Porcentaje de propagación	23
16.2.	Temperatura de <i>Trichoderma</i>	23
16.2.1.	Afectaciones de luz en <i>Trichoderma</i>	24
16.3.	Arroz.....	24
16.3.1.	Sustrato de arroz	24
16.3.2.	Temperatura de arroz.....	24
16.3.3.	Luz roja, amarilla, azul.....	24
16.4.	Arrocillo	25
16.4.1.	Sustrato de arrozillo.....	25
16.4.2.	Temperatura de arrozillo	25
16.4.3.	Luz roja, amarilla, azul.....	25
16.5.	Cebada.....	25
16.5.1.	Sustrato de cebada	25
16.6.	Temperatura de cebada.....	26
16.7.	Luz roja, amarilla, azul.....	26
17.	Resultados.....	26
17.1.	Temperatura	26
17.2.	Sustratos	27
17.3.	Tipos de luz	28
18.	Conclusiones	30
19.	Recomendaciones	30
20.	Bibliografía.....	30
21.	Anexos	34
21.1.	Protocolo de laboratorio	34
22.	Certificado del abstrac.....	41

ÍNDICE DE CUADRO

Cuadro 1 actividad por objetivo	5
Cuadro 2 Taxonomía	7
Cuadro 3 grados de libertad.....	20
Cuadro 4 Materiales.....	21
Cuadro 5 materiales.....	22

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Comparación de medias Extraído de (John., 1949).....	21
Figura 2 Tratamiento aplicado.....	23

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1 materiales.....	19
Tabla 2 Tratamientos.....	20

1. INFORMACIÓN DEL PROYECTO

Título del proyecto: “Evaluación y Multiplicación de *Trichoderma spp.* en tres tipos de sustratos (Arroz, Arrocillo y Arroz de cebada) con el efecto de tres luces (luz amarilla, azul y roja) en el cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi, campus Salache 2022- 2023”

Tipo de proyecto: La investigación es de tipo experimental.

Fecha de inicio: 15-11-2022

Fecha de finalización: 23-01-2023

Lugar de ejecución: Cantón Latacunga provincia de Cotopaxi campus Salache.

Carrera que auspicia: Ingeniería Agronómica.

Proyecto de investigación vinculado: Cambio climático

Equipo de trabajo: Ing. Edwin Marcelo Chancusig Espin, Ph.D.
Darwin Arturo Fraga Pilataxi.

Área de conocimiento: Agricultura

Línea de investigación: Análisis conservación y aprovechamiento de la biodiversidad local.

Sub línea de investigación: Agua y suelos.

Línea de vinculación: Gestión de recursos naturales, biodiversidad, biotecnología y gestión para el desarrollo humano y social.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Trichoderma ssp. es un hongo que actúa como agente de control biológico. La producción de este agente se realiza mediante métodos artesanales, para cultivos líquidos, estáticos, sólidos y bifásicos. Uno de los sustratos más utilizados para la producción masiva de *Trichoderma ssp.* es la casulla de arroz más harina de maíz; ésta tiene un costo relativamente alto y es de difícil adquisición. Esta investigación se estableció con el propósito de encontrar un sustrato orgánico, económico y de fácil adquisición en la región, con el que *Trichoderma ssp.* tenga una alta producción de esporas. En este estudio se evaluaron los sustratos: sorgo, maíz, olote y bagazo de caña. Después de los estudios realizados se obtuvo como resultado que el sorgo fue el mejor sustrato, tanto, en producción como en germinación de esporas. (Bellino, 2013)

El éxito de las cepas de *Trichoderma ssp.* como ABC (agentes de control biológico) se debe a su elevada capacidad reproductiva, habilidad para sobrevivir en condiciones ambientales perjudiciales, eficiencia en el uso de nutrientes, capacidad para transformar la rizosfera, fuerte ataque contra hongos fitopatógenos y eficiencia en promoción del desarrollo en plantas e inducción de mecanismos de defensa (Benites & Rincón, 2004).

La multiplicación de *Trichoderma ssp.* se puede realizar en forma artesanal o industrial, poniendo en marcha distintas técnicas de fermentación líquida y/o sólida. Entre los sustratos naturales para la producción de estos hongos antagonistas se encuentran granos de trigo, avena, cebada, centeno, arroz, maíz, soya, cabecilla de arroz y salvado de trigo, inclusive desechos de los propios sistemas productivos como papa. Las experiencias de producción artesanal de *Trichoderma ssp.* en distintos países, se han basado en el uso del arroz como sustrato (Jujuy, 2017)

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Los microorganismos benéficos como *Trichoderma spp.* son una alternativa sana y limpias para combatir plagas y enfermedades en las plantas. Se ha demostrado que el *Trichoderma spp.* actúa contra un amplio rango de hongos fitopatógenos transmitidos por suelo y aire. Ha sido utilizado contra pudriciones en un amplio rango de especies, causadas por *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Pythium*; y patógenos formadores de esclerocios como *Sclerotinia* y *Sclerotium*.(Bucio, 2021)

Actualmente se conocen más de 200 especies de *Trichoderma*, las más comercializadas en cultivos agrícolas para el control biológico son *T. harzianum* (cepa T-22), *T. reesei*, *T. viride* y *T. hamatum*, y pueden funcionar tanto para el control de enfermedades en hoja y tallo como de raíz. La forma más económica y extensa para emplear *Trichoderma* en la agricultura, consiste en el tratamiento de las semillas previo a la siembra, ya que este hongo es capaz de colonizar la superficie de la raíz a partir de las semillas tratadas. No obstante, existen tratamientos combinados para semillas y sustrato para asegurar que el inóculo permanezca viable en condiciones ambientales adversas y posteriormente se establezca como habitante normal de la rizósfera. (Bellino, 2013)

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Los beneficiarios directos de este proyecto son los agricultores que apuestan por la producción de remolacha y hortalizas diversas, concientizándolos de que saben gestionar adecuadamente los recursos naturales para el mejoramiento y sostenibilidad de los cultivos y evitar el uso de fungicidas.

5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACION

La mayoría de las enfermedades de plantas generalmente se controlan con fungicidas químicos, los cuales se aplican al suelo, semillas, follaje y fruto. Las consecuencias negativas sobre la salud, la contaminación del ambiente, la residualidad y el desarrollo de resistencia, ha generado la búsqueda de alternativas de reemplazo con la incorporación de agentes biológicos. El control biológico (CB) utiliza organismos vivos; involucra también microorganismos cuya actividad biológica disminuye el daño causado por los patógenos de las plantas (Herrera–Estrella y Chet, 1998). Debido a este antagonismo se logra reducir o eliminar la incidencia del fitopatógeno. Independientemente de su actividad, un agente de biocontrol eficaz debe tener la capacidad de sobrevivir en el hábitat donde es aplicado. (Zuccarelli, 2019).

La necesidad de reducir el uso de fungicidas en el control fitosanitario hace necesario desarrollar tecnologías que permitan de forma fácil, económica y efectiva obtener productos a partir de microorganismos, con la calidad y cantidad suficiente para su aplicación masiva

en las áreas de cultivo. *Trichoderma spp.*, se desarrolla bajo diferentes condiciones ambientales y de nutrientes; para su producción masiva en condiciones in vitro tiene la capacidad de cultivarse sobre diferentes sustratos de bajo costo (Hjeljord y Tronsmo, 1998).

Los hongos antagónicos poseen características que definen muy bien sus posibilidades como biocontroladores, por su alto poder patogénico y capacidad de producir epífitas; sin embargo, su producción a escala comercial e industrial presenta algunos inconvenientes como el desconocimiento de sustratos alternativos eficientes, infraestructura y equipo mínimo necesario; situación que ha limitado su desarrollo y utilización a mayor escala. Existen diferentes métodos para reproducir a *Trichoderma*; sin embargo, tienen un costo elevado. Uno de los sustratos más utilizados es el grano entero de arroz, el cual tiene un costo relativamente alto, por lo cual se pretende incorporar el uso de sustratos regionales para su reproducción. (SACSA, 2021)

6. OBJETIVOS

6.1. Objetivo General

- Evaluar tres sustratos orgánicos para la propagación del *Trichoderma ssp.* en el cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi, campus Salache 2023.

6.2. Objetivos Específicos

- Determinar el sustrato que aumenta la proliferación de *Trichoderma ssp.* en un ambiente controlado.
- Identificar cual luz aumenta el número de esporas de *Trichoderma ssp.* en ambiente controlado.
- Determinar la temperatura óptima para el desarrollo de *Trichoderma ssp.* en ambiente controlado.

7. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Cuadro 1 actividad por objetivo

Objetivos Específicos	Actividad (tarea)	Resultado de la actividad	Medio de Verificación
<ul style="list-style-type: none"> Determinar el sustrato que aumenta la proliferación de <i>Trichoderma ssp.</i> en un ambiente controlado. 	<p>Toma de datos en la semana.</p> <p>Variables a estudiar</p> <ul style="list-style-type: none"> Porcentaje de contaminación. Temperatura de tratamiento. 	<p>Delimitar los efectos de la aplicación de sustratos en los tratamientos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Análisis estadístico Fotografías. Datos obtenidos.
<ul style="list-style-type: none"> Identificar cual luz aumenta el número de esporas de <i>Trichoderma ssp.</i> en ambiente controlado. 	<ul style="list-style-type: none"> Toma de datos. Diferenciación de tratamientos. 	<p>Diferenciar los resultados obtenidos de cada tratamiento y observar sus diferencias.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Análisis estadístico Fotografías
<ul style="list-style-type: none"> Determinar la temperatura óptima para el desarrollo de <i>Trichoderma ssp.</i> en ambiente controlado. 	<p>Medición de temperatura</p> <p>Realizar cálculos de temperatura de cada tratamiento</p>	<p>Conocer la cantidad de temperatura óptima para cada tratamiento</p>	<ul style="list-style-type: none"> Tablas de Excel. fotografías termómetro.

8. FUNDAMENTACION CIENTIFICA TECNICA

Es un hongo anaeróbico habitante natural del suelo, caracterizado por un comportamiento saprófito o parásito. Entre las especies más destacadas están *T. harzianum*, *T. viride*, *T. koningii*, y *T. hamatum*. El éxito de las cepas de *Trichoderma ssp.* como agentes de control biológico se debe a su alta capacidad reproductiva, habilidad para sobrevivir bajo condiciones ambientales desfavorables, eficiencia en la utilización de nutrientes, capacidad para modificar la rizósfera, fuerte agresividad contra hongos fitopatógenos y eficiencia en promoción del crecimiento en plantas e inducción de mecanismos de defensa. Las diferentes especies se caracterizan por tener un crecimiento micelial rápido y una abundante producción de esporas, que ayuda a la colonización de diversos sustratos y del suelo (Martínez, 2021)

8.1.Morfología y taxonomía del *Trichoderma*.

Trichoderma siendo un hongo imperfecto que carece de estructuras de reproducción sexual, se encuentra en suelos agrícolas y en ambientes como madera que decae, por su capacidad reproductiva, el crecimiento y propagación de este hongo es notorio en presencia de materia orgánica y humedad, siendo tolerantes a temperaturas extremas, pH y salinidad; la mayoría pertenece a un género de hongos saprofitos, siendo habitantes comunes del suelo (Argumento Delira, Alarcón, Ferrera Cerrato, & Peña Cabriales, 2009). Pertenece a la subdivisión Deuteromycotina, clase Hyphomycetes, familia Moniliaceae, posee conidióforos erectos o arrastrados, altamente ramificados, más o menos cónicos, débil o fuertemente verticilados. Las fiálides tienen apariencia de un juego de bolos en racimos o separadas, desde las cuales son sostenidas las conidias no septadas, subglobosas a elipsoidales y viscosas. Comúnmente forma clamidosporas, intercaladas o raramente terminales, las cuales son globosas a elipsoidales, hialinas y de pared suave. Las colonias en cultivo usualmente son de rápido crecimiento, suaves, blancas a verdes (Cook & Baker, 1989)

Clasificación Taxonómica. Las especies del género *Trichoderma spp.* pertenecen a un grupo de hongos filamentosos que han sido caracterizados por sus aplicaciones en el sector agrícola como controladores biológicos de una amplia gama de organismos patógenos.

La clasificación taxonómica del género *Trichoderma* es:

Cuadro 2 Taxonomía

Reino: Fungi

División Ascomycota

Subdivisión: Pezizomycota

Clase: Sordariomycetes

Orden: Hypocreales

Familia: Hypocreaceae

Género: *Trichoderma*

8.1.1. Características

Trichoderma spp., tiene diversas ventajas como agente de control biológico, posee un rápido crecimiento y desarrollo. Aparte de esto produce una gran cantidad de enzimas, inducibles con la presencia de hongos fitopatógenos. Puede desarrollarse en una amplia gama de sustratos, lo cual facilita su producción masiva para uso en la agricultura. Su gran tolerancia a condiciones ambientales extremas y a hábitats, donde los hongos causan enfermedades, le permiten ser un eficiente bio-agente de control. De igual forma, puede sobrevivir en medios con contenidos significativos de agrodefensivos y otros químicos. Aparte, su gran variabilidad se constituye en un reservorio de posibilidades de control biológico, bajo diferentes sistemas de producción y cultivo. (Gómez, 2015)

8.1.2. Temperatura de crecimiento de *Trichoderma*.

Las temperaturas de crecimiento de *Trichoderma spp.* señalan que la temperatura de activación del crecimiento miceliar de *T. harzianum* fue de 8 a 10 °C y la temperatura óptima de crecimiento de 25 a 28 °C, alcanzando un máximo de 35 °C. Estos datos muestran la alta capacidad de *Trichoderma spp.* de tolerar un amplio rango de temperaturas (Valenzuela, 2004)

8.1.3. Control de patógenos.

Las diferentes especies de *Trichoderma spp.* ejercen mecanismos de control mediante: competencia directa (por espacio y nutrientes), producción de metabolitos antibióticos, la inactivación de enzimas del agente patógeno, modificación de las condiciones ambientales,

producción de sustancias promotoras del crecimiento vegetal y por mico parasitismo. A continuación, se describen los tres principales: Competencia: La competencia por espacio y/o nutrientes ha sido considerada uno de los mecanismos clásicos de biocontrol de este género. Tiene una rápida tasa de desarrollo, lo que hace que sea un fuerte competidor por espacio a la hora de colonizar la rizosfera. Por otra parte, tiene una capacidad superior de movilizarse y tomar los nutrientes del suelo, siendo muy versátil para utilizar sustratos como fuente de carbono y nitrógeno, lo que permite colonizar un medio rápidamente, evitando la proliferación de otros microorganismos en el mismo hábitat. Producción de metabolitos (Antibiosis): El género *Trichoderma* tiene la capacidad de producir compuestos orgánicos volátiles y no volátiles, que juegan un papel importante inhibiendo el crecimiento y desarrollo de microorganismos patógenos. En estas interacciones están involucradas enzimas líticas extracelulares, antibióticos y compuestos de bajo peso molecular. ón de esporas, que ayuda a la colonización de diversos sustratos y del suelo. (Martínez, 2021)

8.1.4. Necesidad nutricional del *Trichoderma spp.*

Los *Trichodermas* se alimentan de otros hongos. O sea, son mico parásitos. Y ello lo hace una excelente herramienta para la agricultura. Si uno aplica *Trichodermas* a las raíces de los cultivos, estas cepas van alimentarse de aquellos hongos que están proliferando en esa región cerca de la planta. (Bucio, 2021)

8.1.5. Producción de *Trichoderma spp.*

Existen diferentes métodos para reproducir a *Trichoderma*; sin embargo, tienen un costo elevado. Uno de los sustratos más utilizados es el grano entero de arroz, el cual tiene un costo relativamente alto, por lo cual se pretende incorporar el uso de sustratos regionales para su reproducción. (Fernández–Larrea, 2004)

8.2. Unidad formadora de colonias.

Los microorganismos son muy pequeños y difíciles de contarlos directamente. En su lugar, se utiliza una técnica de laboratorio para contar las UFC. Esto implica hacer diluciones de una suspensión microbiana y su difusión en capas delgadas de agar que contienen nutrientes para su crecimiento en Cajas Petri (que se conocen como «placas de agar»). Después de la incubación en condiciones ideales, algunas placas están completamente cubiertas con el crecimiento microbiano; algunas tienen poco o nada de crecimiento; y algunas están

cubiertas con «puntos» aislados individuales, que son colonias microbianas. Dado que una colonia puede estar formada por un solo organismo o un grupo de microbios, los puntos representan las «unidades formadoras de colonias (UFC)». Cuento el número de colonias, multiplique por la dilución y allí tiene el “recuento de placa” en UFC. (Nutrition, 2019)

8.2.1. Unidad de análisis: condiciones de laboratorio.

Para el desarrollo óptimo de los hongos es muy importante controlar diferentes condiciones como son la temperatura, humedad y sustrato en el laboratorio, de esta manera, se puede aumentar o disminuir la velocidad de reproducción o propagación. (Gato & Rodríguez, 2010)

8.3. Aplicación de *Trichoderma ssp.* para el control de enfermedades.

Trichoderma ssp. puede ser inoculado al sustrato para semilleros o directamente al suelo en semilleros a campo abierto. También el tratamiento a la semilla (inoculación), se emplea para el combate de hongos fitopatógenos, siendo un método muy rápido, fácil y económico. (CARRANZA, 2019)

- Este hongo se propaga en el suelo, aumenta su población y ejerce control duradero en el tiempo sobre hongos fitopatógenos.
- Ayuda a descomponer materia orgánica, haciendo que los nutrientes se conviertan en formas disponibles para la planta, por lo tanto, tiene un efecto indirecto en su nutrición.
- *Trichoderma* estimula el crecimiento de los cultivos porque posee metabolitos que promueven los procesos de desarrollo en las plantas.
- Puede ser aplicado en compostaje para acelerar el proceso de maduración, el cual a su vez contendrá el hongo cumpliendo además con la función de biofungicida.
- Favorece la proliferación de organismos benéficos en el suelo, como otros hongos antagónicos. (Erazo Arias, n.d.)
- No necesita plazo de seguridad para recolección de la cosecha.
- Preservación del medio ambiente al disminuir el uso de funguicidas.
- Economía en los costos de producción de los cultivos.
- Ataca patógenos de la raíz y del follaje antes que puedan ser detectados y evita el ataque de *Phytophthora*.
- Previene enfermedades dando protección a la raíz y al follaje.

- Promueve el crecimiento de pelos absorbentes y raíces alimenticias, mejorando la nutrición y la absorción de agua.
- Disminuye o elimina la dependencia de fumigantes químicos.
- No se ha registrado ningún efecto fitotóxico.

8.3.1. Microorganismos benéficos en la agricultura.

Entre los principales microorganismos aplicados en la agricultura tenemos los hongos de los géneros *Trichoderma* y *Beauveria*, y distintas especies de micorrizas, así como bacterias del género *Bacillus*. Estos agentes biológicos han probado su eficiencia en el control de plagas a través de distintos mecanismos de acción como antibiosis, micoparasitismo o competencia. Además, han confirmado su efecto como organismos promotores de crecimiento vegetal, especialmente a nivel de biomasa radicular y su incidencia en la mejora de la absorción de nutrientes como N y Ca, elementos que están relacionados a la división celular, la estructura de las paredes celulares, el crecimiento de la planta. Incluso, han incidido en el rendimiento de cultivos incrementando la producción hasta en un 20%. (Biosph, 2020)

8.4. Sustratos orgánicos para propagación de *Trichoderma spp.*

8.4.1. Residuos sólidos orgánicos.

Son todos aquellos residuos de origen natural que pueden "echarse a perder". Algunos ejemplos son: cáscaras de fruta o verdura, restos de comida, cascarones de huevo, pan, tortillas, filtros para café, bolsitas de té, heces de animales, lácteos (sin recipiente), huesos, semillas, flores, pasto y hojarasca. (Hidalgo, 2019)

8.4.2. Restos vegetales

Llamamos residuos vegetales a la capa de materia orgánica viva y muerta que se ubica entre la materia verde y la superficie del suelo. La acumulación de residuos vegetales en exceso (más de ½ pulgada de grosor) crea un ambiente favorable para las plagas y las enfermedades, un ambiente de crecimiento desfavorable para las raíces del pasto y puede interferir con algunas prácticas de manejo del césped. (Mendoza, 2023)

8.4.3. Transformación de residuos

La gestión integral de residuos sólidos involucra la transformación de los mismos ya sea física, química o biológica, pudiendo ser la combustión y producción de abonos, así nos permite recuperar producción de conversión como, por ejemplo: compost, energía y 14 biogás, reduciendo la cantidad de materiales que terminan en el relleno sanitario e incrementando su vida útil (Alvarado Gualoto & Olives Erazo, 2013).

8.4.4. Biodegradabilidad

Capacidad que tiene un residuo sólido en degradarse mediante la acción de agentes biológicos sean estos microorganismos o insectos, debido principalmente a su composición de carbohidratos. Un factor importante es la presencia de lignina ya que determina la fracción biodegradable; en los residuos orgánicos sólidos representa un 0,4 %. (Betina, 2018)

8.4.5. Arroz precocido

Es el cereal más rico en almidón y la estructura química de este es relativamente sencillo comparado con otros sustratos. Esencialmente el almidón está compuesto de dos polímeros relacionados en diferentes proporciones: amilosa (16 – 30%) y amilopectina (68 – 85%). La amilosa es un polímero de glucosa unido por enlaces α -1,4 glucosídicas principalmente cadenas lineales.

La amilopectina es un polímero de glucosa altamente ramificado incluyendo también enlaces α -1,6 glucosídicos en los puntos de ramificación. De esta manera el hongo *Trichoderma ssp.* hidroliza el polímero del almidón mediante enzimas como glucoamilasas, α – amilasas, β – amilasas, permitiendo el crecimiento micelial y la producción de esporas. (Soria E. , 2016)

8.4.6. Arrocillo

El arrocillo se emplea usualmente en los pollos bebe porque es una materia prima que tiene una fuente de carbohidratos de rápida absorción, situación que favorece la digestión del animal, pero “no constituye una alternativa al maíz y a la soya”, manifestó Aguirre. (Aguirres, 2020)

8.4.7. Cebada

Contiene gran cantidad de vitaminas del grupo B, como por ejemplo ácido fólico. También destaca por ser un cereal con gran cantidad de fibra y en especial fibra soluble, lo cual es

súper importante para el buen control de los niveles de azúcar en sangre, así como para reducir el colesterol.

También aporta otros minerales como potasio, calcio, fósforo y zinc, entre otros, todos estos minerales son esenciales para el buen funcionamiento del organismo. (gullón, 2018)

9. Luz.

9.1. Espectro de luz

El espectro visible o luz visible es la región del espectro electromagnético que el ojo humano es capaz de percibir y traducir en los distintos colores que conocemos.

Las radiaciones electromagnéticas tienen distintas frecuencias, de las cuales nuestro ojo es capaz de percibir apenas un segmento: el correspondiente a las longitudes de onda entre 380 y 750 nanómetros aproximadamente. Dependiendo de la persona, este rango puede ser ligeramente más amplio o ligeramente más estrecho. (Vargas, 2021)

9.2. Tipos de espectros

- Rojo (rubeus en latín). Entre 780 y 618 nanómetros.
- Anaranjado (aureus). Entre 618 y 581 nanómetros.
- Amarillo (flavius). Entre 581 y 570 nanómetros.
- Verde (viridis). Entre 570 y 497 nanómetros.
- Cian (coeruleus). Entre 497 y 476 nanómetros.
- Azul (indicus). Entre 476 y 427 nanómetros.
- Violeta (violaceus). Entre 427 y 380 nanómetros.

(Vargas, 2021)

9.3. Espectro de luz en plantas

El conjunto de longitudes de onda que absorbe un pigmento se conoce como su espectro de absorción. En el siguiente diagrama, puedes ver los espectros de absorción de tres pigmentos importantes en la fotosíntesis: clorofila a, clorofila b y β -caroteno. El conjunto de longitudes de onda que un pigmento no absorbe, se refleja, y la luz reflejada es lo que vemos como color. Por ejemplo, percibimos las plantas de color verde por su gran contenido de moléculas de clorofila a y b, que reflejan luz verde. (Vargas, 2021)

10. Antibiosis.

La actividad antibiótica de *Trichoderma ssp.* se debería a la secreción de sustancia antibióticas o metabolitos que inhiben la actividad parasítica de los patógenos (Dubos, 1987) Estos metabolitos serían volátiles y no volátiles, del tipo antibióticos como viridín, trichodermin, glioviridin, gliotoxin y harzaniolide (Lumsden et al 1992).

De todas estas micotoxinas la más representativa es Trichodermin que actuaría inhibiendo la actividad ribosomal de los patógenos, por lo tanto, su reproducción (Ghisalberti, 1991).

11. Características microscópicas.

11.1. Conidióforos.

Son erectos, hialinos, no verticilados, en su mayoría ramificados, parecen un árbol pequeño con un sistema de ramas irregulares de manera piramidal y pueden estar solitarios o en grupos (POALACIN, 2015)

11.2. Fiálides.

Son en forma de botella, pueden estar solas o en grupos, hinchada en la región central pero delgada hacia el ápice: son hialinas y en ángulo recto con respecto a los conidióforos. Es donde se forman las esporas asexuales o conidios, de gran importancia para la identificación taxonómica a nivel de especies. (POALACIN, 2015)

11.3. Conidios.

Son esporas asexuales de color verde – amarillo – blanco, con esporulación densa que aseguran la generación del hongo durante gran parte del período vegetativo de las plantas. Su pared está compuesta por quitina y glucanos. Su función es la reproducción rápida, dispersión y supervivencia. (POALACIN, 2015).

12. Factores que influyen en el crecimiento

12.1. Temperatura.

La temperatura influye notablemente en el crecimiento fúngico y en la formación y germinación de conidios. El rango de temperatura para el crecimiento de *Trichoderma* se encuentra entre 10 - 40°C y tiene su óptimo de crecimiento alrededor de los 25 y 30°C. Pueden soportar temperaturas extremas y, aunque no pueden crecer, sus conidios se mantienen viables y germinarán cuando recuperen las condiciones apropiadas. El descenso de

la temperatura provoca una ralentización del metabolismo, y es una medida que se utiliza para frenar, en general, el deterioro de productos almacenados. (POALACIN, 2015)

12.2. Humedad.

La actividad metabólica del hongo depende estrechamente de la humedad del medio (sustrato), ya que esta variable influye significativamente en el crecimiento microbiano, en la biosíntesis y la secreción de diferentes metabolitos. Un bajo contenido de humedad limita la difusión de los nutrientes y la degradación del sustrato, dando como resultado un bajo crecimiento microbiano. Mientras que, altos valores de humedad en la matriz sólida disminuyen la porosidad del sustrato dificultando la transferencia de oxígeno. Por este motivo, es conveniente buscar el nivel óptimo de humedad con el objeto de optimizar el crecimiento del microorganismo o, en su caso, obtener una mayor producción de metabolitos (enzimas, ácidos orgánicos, etc.).

En general, los contenidos de humedad encontrados en los procesos de fermentación sólida se encuentran entre el 30% y 85%. Para cultivos bacterianos, la humedad del sustrato debe ser superior al 70%, mientras que, en el caso de los hongos filamentosos, ésta podría encontrarse en un rango que oscila entre el 20% y el 70%. (POALACIN, 2015)

12.3. Aireación.

Dos componentes del aire son esenciales para los hongos: el oxígeno y el dióxido de carbono, sin embargo, es necesario tener en cuenta que altas concentraciones de CO₂ como resultado de la respiración celular se puede acumular en ambientes cerrados, inhibiendo el crecimiento de este microorganismo. (POALACIN, 2015)

12.4. pH.

El hongo *Trichoderma* soporta un rango de pH relativamente amplio para su crecimiento. Presenta crecimiento a valores de pH comprendidos entre 2.0 y 9.0, con un intervalo de pH óptimo que se encuentra entre 4.0 y 7.0. A pH ácido, la asimilación de nutrientes como glucosa ejerce una influencia importante sobre el crecimiento del hongo y su posterior esporulación. Además, procesos como la germinación, se ven afectados por la escasez de nutrientes y por niveles de pH por encima de 9.0. (POALACIN, 2015)

12.5. Tamaño de partícula del sustrato.

El tamaño de partícula es un factor importante a tener en cuenta. Los sustratos de partículas pequeñas proporcionan una gran área específica, lo que afecta de manera positiva al desarrollo del microorganismo. Sin embargo, un tamaño de partícula demasiado pequeño, que genere a su vez un espacio interarticular reducido, disminuye la eficiencia de la respiración/aireación dificultando el crecimiento microbiano. (POALACIN, 2015)

12.6. Exposición de luz.

La mayoría de especies del género *Trichoderma* son fotosensibles, puesto que se presentan una mayor esporulación al ser expuestas a la luz. Sin embargo, cuando se someten a períodos alternados de luz y oscuridad, se favorece la colonización del hongo sobre diferentes sustratos sólidos. (POALACIN, 2015)

12.6.1. Luz roja

La luz roja es importante en la regulación del florecimiento y la producción de frutos. Además, ayuda a aumentar el diámetro del tallo y promueve la ramificación. Estimula la fotosíntesis, ralentiza el crecimiento de las plantas y genera una superficie de hoja más pequeña y gruesa. (Secom, 2021)

12.6.2. Luz azul

Esta radiación es responsable del crecimiento vegetativo y de las hojas. Es importante para las semillas y las plantas jóvenes porque ayuda a reducir el estiramiento de la planta. Estimula la fotosíntesis, mejora el ciclo de alimentación de la planta, aviva la clorofila y cloroplastos, abre las estomas y da a la planta una estructura compacta de hoja pequeña y gruesa (Secom, 2021)

12.6.3. Luz amarilla

La luz amarilla o también llamada cálida es aquella cuya temperatura de color está entre 2700K-3000K. Su uso se recomienda especialmente en entornos exteriores, espacios o salas destinados a la relajación y a la espera, o en entornos donde se quiera realzar decoración con base cromática (telas y cuadros) (Secom, 2021)

12.6.4. Las distintas fuentes de luz distribuyen la luz de manera diferente:

- Lámpara incandescente

Genera casi una tendencia lineal con poca luz que proviene del espectro azul y con mucha luz que proviene del espectro rojo.

- Lámparas fluorescentes

La mayor parte de su luz la generan en el espectro azul, verde y rojo; el nivel de luz más alto proviene del espectro azul.

- Lámpara de sodio de alta presión

El punto crítico más alto es el verde, seguido de cerca por el rojo.

- Lámpara halógena

El punto crítico más alto está en el espectro verde; el espectro rojo tiene aproximadamente la mitad del punto crítico de energía, seguido por el azul.

- Diodos emisores de luz (LED)

Este tipo de luz emite una longitud de onda específica. El fabricante puede producir estos diodos en el color o longitud de onda específicos (monocromático) que un cliente necesite. (Aguirres, 2020) (Lopez, 2022)

13. Aplicaciones de *Trichoderma spp.*

El hongo *Trichoderma* es utilizado en la industria alimenticia ya que produce enzimas hidrolíticas tales como glucanasas, quitinasas, proteasas, y xilanasas, que son usadas como aditivos en la elaboración de alimentos para el ganado, aves y mascotas. El hongo *Trichoderma spp.* también se usa ampliamente en la producción de aditivos alimentarios y productos relacionados. Actualmente varias enzimas de este género son utilizadas para mejorar el proceso de elaboración de la cerveza (β -glucanasa), y en la producción de zumos de frutas (pectinasas, celulasas, hemicelulasas). Las celulasas son aplicadas principalmente en la cocción, el malteado, y la producción de alcohol de grano.

Las celulasas producidas por el hongo *Trichoderma* son utilizadas en la industria textil para suavizar y acondicionar los textiles, así como para producir polvos de lavado de alta calidad. Las enzimas obtenidas a partir de estos microorganismos también son usadas en la industria del papel para modificar las propiedades de la fibra y para reducir el contenido de lignina.

Se ha demostrado que algunas especies de *Trichoderma* tienen potencial para ser aplicadas en la biorremediación de sitios contaminados con sustancias de origen orgánico (hidrocarburos del petróleo, explosivos y plaguicidas) e inorgánico (metales pesados y cianuro).

También existen reportes de *T. polysporum*, *T.koningii*, *T. pseudokoningii* y *T. harzianum* con la capacidad para degradar hidrocarburos saturados y aromáticos presentes en aceites combustibles. Así mismo, *Trichoderma ssp.* se ha empleado para la detoxificación de cianuro usando dos enzimas (rodanasa y cianuro hidratasa) capaces de degradarlo.

La lanctona 6PAP con aroma a coco es considerada como un agente saborizante no tóxico utilizado para la aromatización de artículos alimenticios, lo que le confiere importante interés comercial en la industria de alimentos y aroma. Además, tiene función antifúngica.

14.HIPOTESIS

14.1. Hipótesis alternativa (Ha):

Que tratamiento ofrece mejores resultados al ser aplicado para la proliferación de *Trichoderma* en tres tipos de sustratos.

14.2. Hipótesis nula (Ho):

La *Trichoderma* se prolifera de igual manera en los tres tipos de sustratos y a la aplicación de distintas luces.

14.3. Hipótesis alternativa (Ha)

El uso de distintos tipos de luces aumenta de manera variada el incremento de sepas de *Trichoderma*.

15.DISEÑO METODOLÓGICO

15.1. Ubicación y duración de la investigación

La presente investigación se realizó en la universidad técnica de Cotopaxi campus Salache, está dentro del perímetro rural cantón Latacunga, ubicada al suroeste de la cabecera cantonal, junto a la E35 en el km 7,53 vía Salache a 2,870 msnm su temperatura media es de 13,6°C

(GPS, 2020).



Ilustración 1 locación

15.2. Tipo de investigación

Tipos

Descriptiva: Tipo descriptiva porque nos permitió determinar las distintas respuestas físicas a la aplicación de láminas de riego.

Experimental: El proyecto fue de tipo experimental, permitió conocer que tratamiento ofrece los mejores resultados con respecto a la productividad.

Técnicas

Observación: Esta técnica se aplicó para determinar de forma visual el desarrollo y cambio morfológico de la planta de igual manera permitió comprobar la diferencia que tienen las distintas camas con las láminas de riego aplicadas (T1, T2, T3).

Registros: Se registro en la libreta de campo las variaciones de los datos experimentales de acuerdo a cada tratamiento.

15.3. Materiales y equipos

Se detallan los materiales utilizados en la investigación.

Tabla 1 materiales

MATERIALES	EQUIPOS
Caja Petri	autoclave
Papel fil	incubadora
Papel aluminio	cámara de flujo laminar
Alcohol	
Arroz	
Arrocillo	
Cebada	

Elaborado por: Fraga Darwin (2023).

15.4. Diseño experimental

El "Diseño de Experimentos" es una técnica estadística sistemática cuyo objetivo es realizar una serie de pruebas en las que se inducen cambios deliberados para averiguar si determinados factores influyen en la variable de interés o de estudio y, si existe influencia de algún factor en el proceso o producto. (Hernández, 2019)

15.4.1. Diseño completamente al azar

El diseño completamente al azar es el más sencillo de los diseños de experimentos que tratan de comparar dos o más tratamientos, puesto que sólo considera dos fuentes de variabilidad: los tratamientos y el error aleatorio.

El objetivo es determinar si existe una diferencia significativa entre los tratamientos, para lo cual se compara si la "varianza del tratamiento" contra la "varianza del error" y se determina si la primera es lo suficientemente alta según la distribución F. (Bosque, 2020)

15.4.2. Esquema de análisis de varianza

En la presente investigación se utilizó un Diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con tres tratamientos y tres repeticiones. Este modelo considera al campo experimental dividido en tres grupos de tres unidades experimentales (UE) cada uno,

Tabla N 1 Esquema del análisis de la varianza.

Cuadro 3 grados de libertad

Fuente de Variación	Formula	Grados de libertad
Repeticiones	(R-1)	2
Tratamientos	(S-1)	2
Error	(S-1)(R-1)	4
Total		8

Elaborado por: Fraga Darwin (2022)

El factor en estudio es tipo de luz aplicada en tres sustratos como se muestra en el cuadro.

Tabla 2 Tratamientos

TRATAMIENTO	Luz
T1S1	azul
T2S2	rojo
T3S3	Amarillo

Elaborado por: Fraga Darwin (2022)

.

15.4.3. ADEVA

La prueba de Tukey es un método diseñado para comparar medias individuales en un ANOVA de varias muestras que han sido tratadas de manera diferente. Esta prueba fue introducida por John en 1949. W. Tukey, permite discernir si los resultados obtenidos son significativamente diferentes. También se conoce como prueba HSD de Tukey (John., 1949).

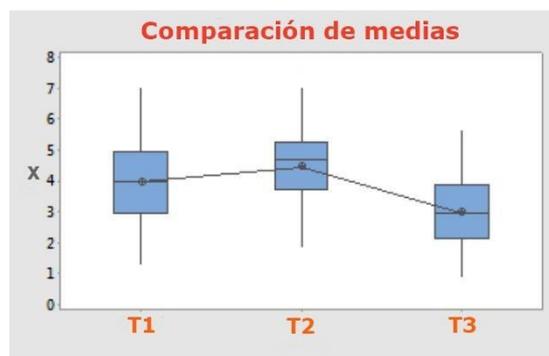


Figura 1 Comparación de medias Extraído de (John., 1949)

Extraído de (John., 1949)

Figura 1. La prueba de Tukey permite discernir si las diferencias de resultado entre tres o más tratamientos diferentes aplicado a tres o más grupos de iguales características, tienen valores promedio significativa y honestamente distintos.

15.4.4. Elaboración de sustratos

- Sustrato de arroz

Materiales	Cantidad
Arroz	5 lb
Bandeja metálica	3 unidades
Funda siploc	9 unidades

Cuadro 4Materiales

se coloca la cantidad de arroz en las 3 bandejas ya listas, se tapa con papel aluminio y se procede a auto clavar para descontaminar, una vez auto clavado se procede a rellenar las fundas ermiticas en la cámara de esterilización, cada funda debe tener un peso de 150 g y se sella para evitar contaminaciones

- Sustrato de arrocillo

Materiales	Cantidad
Arrocillos	5 lb
Bandeja metálica	3 unidades
Funda siploc	9 unidades

Cuadro 5materiales

se coloca la cantidad de arrocillo en las 3 bandejas ya listas, se tapa con papel aluminio y se procede a auto clavar para descontaminar, una vez auto clavado se procede a rellenar las fundas ermiticas en la cámara de esterilización, cada funda debe tener un peso de 150 g y se sella para evitar contaminaciones

- Sustrato de cebada

Materiales	Cantidad
Cebada	5 lb
Bandeja metálica	3 unidades
Funda siploc	9 unidades

Cuadro 6 materiales

se coloca la cantidad de cebada en las 3 bandejas ya listas, se tapa con papel aluminio y se procede a auto clavar para descontaminar, una vez auto clavado se procede a rellenar las fundas ermiticas en la cámara de esterilización, cada funda debe tener un peso de 150 g y se sella para evitar contaminaciones.

15.4.5. Elaboración de *Trichoderma ssp.*

- *Trichoderma* liquida

Se sacan las muestras de *Trichoderma ssp.* ya propagadas y se procede a sacar, en un baso de precipitación con 500ml de agua destilada se procede a colocar los conidios y esporas para que se una, se mezcla con un agitador y se deja reposar.

15.4.6. Contaminación de sustratos

- Se procede a tomar una muestra de la *Trichoderma ssp.* liquida con la ayuda de una jeringuilla.
- Se coloca 5cc a cada fundita con los sustratos y se revuelve para que se mezcle.
- Se deja reposar 3 días en la incubadora a una temperatura de 27°C.
- Pasado los 3 días se determina si existe contaminación, de existir contaminación se pasa a dejar en un cubículo con una luz distinta.

15.4.7. Distribución de tratamientos

Se elaboro 3 cubículos en 3 piso de una estantería donde se colocaron un tipo de luz distinta en cada uno de los cubículos cambiando las ubicaciones en cada piso, en cada uno de ellos se colocarán los 3 sustratos ya infectados con la *Trichoderma ssp*, se mantiene a una temperatura contante.

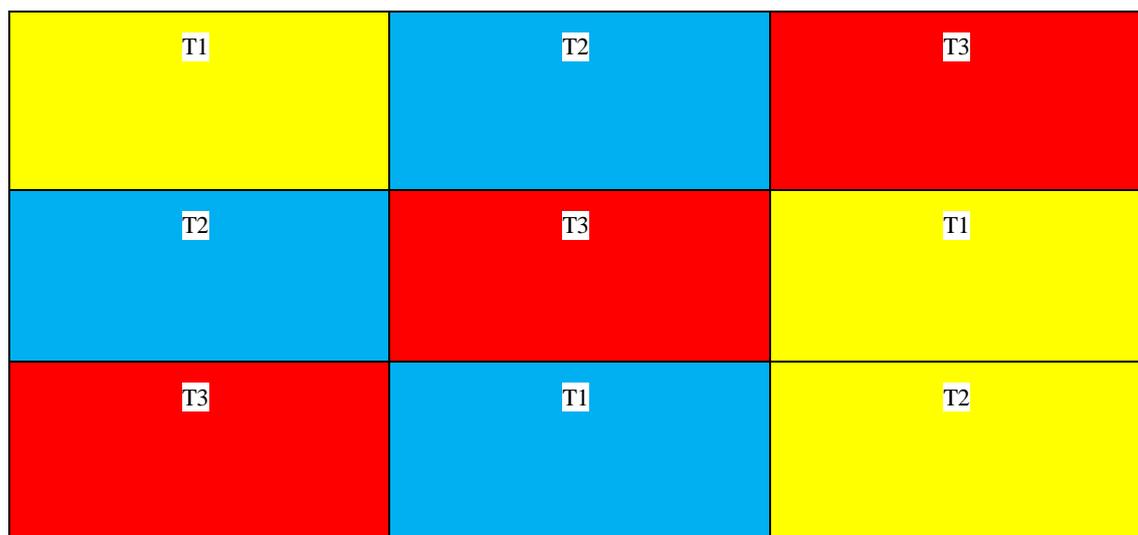


Figura 2 Tratamiento aplicado

16. Variables a estudiar

16.1. Porcentaje de propagación

El *Trichoderma* es un hongo bastante infestivo tiende a propagarse de manera inmediata y rápida, la propagación de esporas se da a temperaturas de 25 a 35 °C, en estas condiciones es más fácil la contaminación de sustratos.

Existen diferentes métodos para reproducir a *Trichoderma*; sin embargo, tienen un costo elevado. Uno de los sustratos más utilizados es el grano entero de arroz, el cual tiene un costo relativamente alto, por lo cual se pretende incorporar el uso de sustratos regionales para su reproducción. (Fernández–Larrea, *Trichoderma*, 2018)

16.2. Temperatura de *Trichoderma*

Las especies de *Trichoderma* predominan en ecosistemas terrestres (bosques o suelos agrícolas), tienen bajo requerimiento nutricional pero relativamente amplio rango de temperatura (25-30°C) para su crecimiento. Además, poseen alta adaptabilidad a condiciones ecológicas y pueden crecer de manera saprofítica, interactúan con animales y plantas, y se

desarrollan en diversos sustratos, lo cual facilita su producción masiva para uso en la agricultura (Ramos et al., 2008). Es por ello que el estudio de la diversidad de especies de *Trichoderma* en diversos hábitats naturales, permite ampliar el conocimiento sobre su aporte biotecnológico, y su importancia ecológica y agrícola. (Hernández-Melchor, 2019)

16.2.1. Afectaciones de luz en *Trichoderma*

Como reporta Moore - Landecker (1996), la luz afecta la esporulación de muchos hongos pudiendo ser inhibitoria o estimulando la producción de propágulos, y al igual que lo propuesto por este autor, la luz posee un especial efecto estimulante en la producción de esporas en algunas especies de *Trichoderma spp.*, ya que la exposición permanente a la luz genera una distribución constante y uniforme de conidios en el medio, mientras que la oscuridad si bien no afecta de manera negativa el crecimiento de este hongo, no estimula el proceso de producción de conidios y por el contrario lo inhibe. (Betina, 2018)

16.3. Arroz

16.3.1. Sustrato de arroz

El sustrato de arroz presenta medianamente la cantidad de propagación de *Trichoderma*, Para determinar la viabilidad de las esporas, en funda de 361 cm² de tamaño con medio de cultivo papa dextrosa agar (PDA), se sembraron 8 cc de esporas liquidas. A las 48 horas posteriores a la siembra se contabilizó el número de unidades formadoras de colonias (ufc) germinadas. El porcentaje se tomó mediante cuadrantes realizados en la superficie de la funda, se contabilizo de 15 al 20 % de propagación en las fundas, a una temperatura de 27 °C en la incubadora.

16.3.2. Temperatura de arroz

El sustrato de arroz se mantuvo en una temperatura inicial de 27 °C, al momento de llevarse a la incubadora se mantuvo una temperatura de 20°C, se dejó contaminar por 7 días para determinar el incremento de esporas en el sustrato.

16.3.3. Luz roja, amarilla, azul.

- En la luz roja se denoto un pequeño decrecimiento de temperatura de 2 grados para el sustrato de arroz, se dio un incremento menor en la propagación de *Trichoderma*.

- En la luz amarilla se denoto una temperatura igual a 20 y 21°C, la luz mantuvo una buna temperatura por lo que la propagación fue mayor.
- En la luz azul fue una temperatura de 19 a 20°C, se mantuvo un crecimiento medianamente diferente de la luz amarilla.

16.4. Arrocillo

16.4.1. Sustrato de arrozillo

El sustrato de arrozillo presenta medianamente la cantidad de propagación de *Trichoderma spp*, Para determinar la viabilidad de las esporas, en funda de 361 cm² de tamaño con medio de cultivo papa dextrosa agar (PDA), se sembraron 8 cc de esporas liquidas. A las 48 horas posteriores a la siembra se contabilizó el número de unidades formadoras de colonias (ufc) germinadas. El porcentaje se tomó mediante cuadrantes realizados en la superficie de la funda, se contabilizo de 10 al 15 % de propagación en las fundas, a una temperatura de 27 °C en la incubadora.

16.4.2. Temperatura de arrozillo

El sustrato de arrozillo se mantuvo en una temperatura inicial de 27 °C, al momento de llevarse a la incubadora se mantuvo una temperatura de 20°C, se dejó contaminar por 7 días para determinar el incremento de esporas en el sustrato.

16.4.3. Luz roja, amarilla, azul.

- En la luz roja se denoto un pequeño decrecimiento de temperatura de 2 grados para el sustrato de arroz, se dio un incremento menor en la propagación de la *Trichoderma*.
- En la luz amarilla se denoto una temperatura igual a 20 y 21°C, la luz mantuvo una buna temperatura por lo que la propagación fue mayor.
- En la luz azul fue una temperatura de 19 a 20°C, se mantuvo un crecimiento medianamente diferente de la luz amarilla.

16.5. Cebada

16.5.1. Sustrato de cebada

El sustrato de cebada presenta medianamente la cantidad de propagación de *Trichoderma ssp*, Para determinar la viabilidad de las esporas, en funda de 361 cm² de tamaño con medio de cultivo papa dextrosa agar (PDA), se sembraron 8 cc de esporas liquidas. A las 48 horas posteriores a la siembra se contabilizó el número de unidades formadoras de colonias (ufc) germinadas. El porcentaje se tomó mediante cuadrantes realizados en la superficie de la funda, se contabilizo de 45 al 50 % de propagación en las fundas, a una temperatura de 27 °C en la incubadora.

16.6. Temperatura de cebada

El sustrato de arroz se mantuvo en una temperatura inicial de 27 °C, al momento de llevarse a la incubadora se mantuvo una temperatura de 20°C, se dejó contaminar por 7 días para determinar el incremento de esporas en el sustrato.

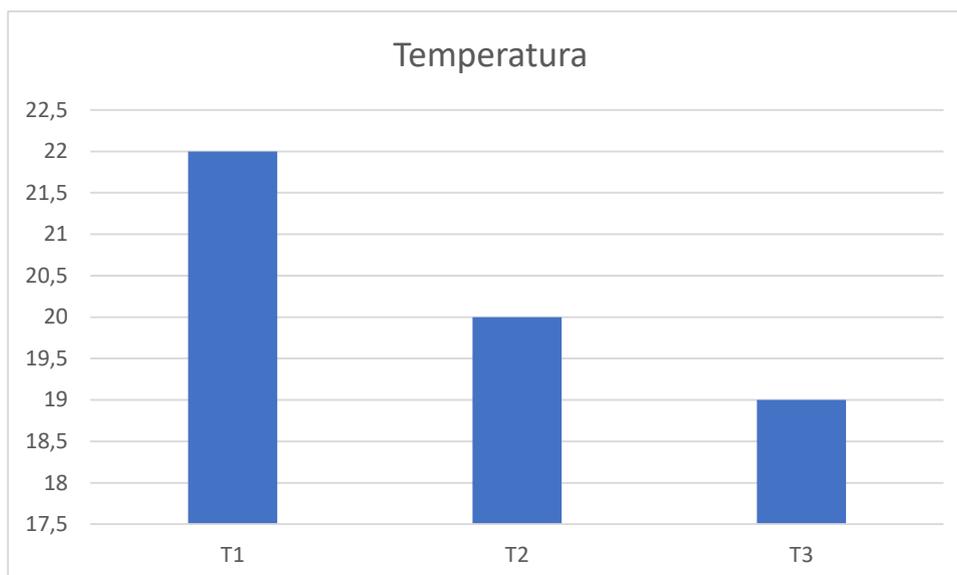
16.7. Luz roja, amarilla, azul.

- En la luz roja se denoto un pequeño decrecimiento de temperatura de 2 grados para el sustrato de arroz, se dio un incremento menor en la propagación de la *Trichoderma ssp*.
- En la luz amarilla se denoto una temperatura igual a 20 y 21°C, la luz mantuvo una buna temperatura por lo que la propagación fue mayor.
- En la luz azul fue una temperatura de 19 a 20°C, se mantuvo un crecimiento medianamente diferente de la luz amarilla.

17. Resultados

17.1. Temperatura

Se mantuvo unas temperaturas casi iguales, el T1 de luz amarilla demostró una temperatura media de 22 °C, mientras que en la luz roja tomo una media de 20°C y el T3 con una media de 10°C, la *Trichoderma* se mantiene mejor a temperaturas altas entre 20 a 30°C.



Discusión

Según (Bellino, 2013) propone que la temperatura óptima para la producción de *Trichoderma* es de 20 a 30°C, entre más baja la temperatura el hongo tendrá a decaer en la cantidad de producción de esporas, entre mayor temperatura exista se dará una mejor invasión de este en los sustratos.

17.2. Sustratos

Se realizó una prueba de medias de Tukey, en la cual se procedió a ver cuál sustrato y a que luz demuestra mejor porcentaje de invasión, el tratamiento que mejores resultados a demostrado es el T1 con temperaturas medias de 22°C, y el mejor sustrato es el de cebada con un 100% de contaminación, mientras que los sustratos de cebada son los más efectivos entre los 3, el arrozillo demostró un bajo porcentaje de invasión

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Datos	27	0,85	0,83	14,27

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	11132,74	2	5566,37	65,88	<0.0001
Tratamientos	11132,74	2	5566,37	65,88	<0.0001
Error	2027,78	24	84,49		
Total	13160,52	26			

Sustratos	Medias	n	E.E.		
T1	85,00	9	3,06	A	
T2	71,44	9	3,06		B

T3 36,78 9 3,06 C

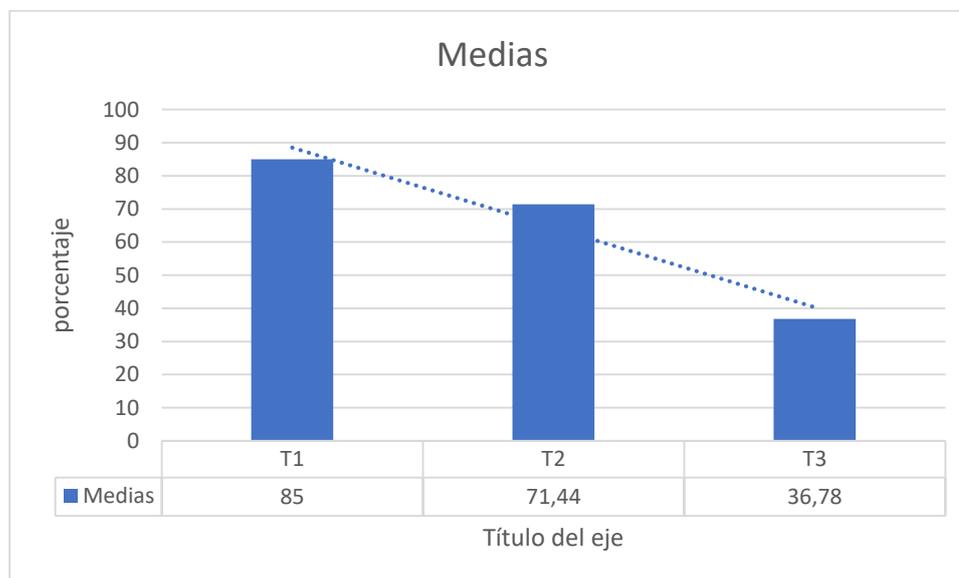


Ilustración 2 porcentaje de invasión

Discusión

Según (Michel–Aceves, 2018) los sustratos de partículas más pequeñas son más biodegradables para la producción de *Trichoderma*, el sustrato de cebada se encontraba en estado casi de polvo lo que facilita la infestación de *Trichoderma*, mientras que si las partículas son duras y no se puede degradar será más complicado la contaminación de este hongo en el sustrato.

17.3. Tipos de luz

Las afecciones de por cada tipo de luz varía dependiendo la cantidad de temperatura y espectro lumínico presente, siendo el de mejor resultados el T1 de luz amarilla con un total de 22°C siendo una temperatura óptima para la producción de *Trichoderma*, entre mejor temperatura será menor tiempo y mejor infestación.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
porcentaje	27	0,98	0,97	5,94

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

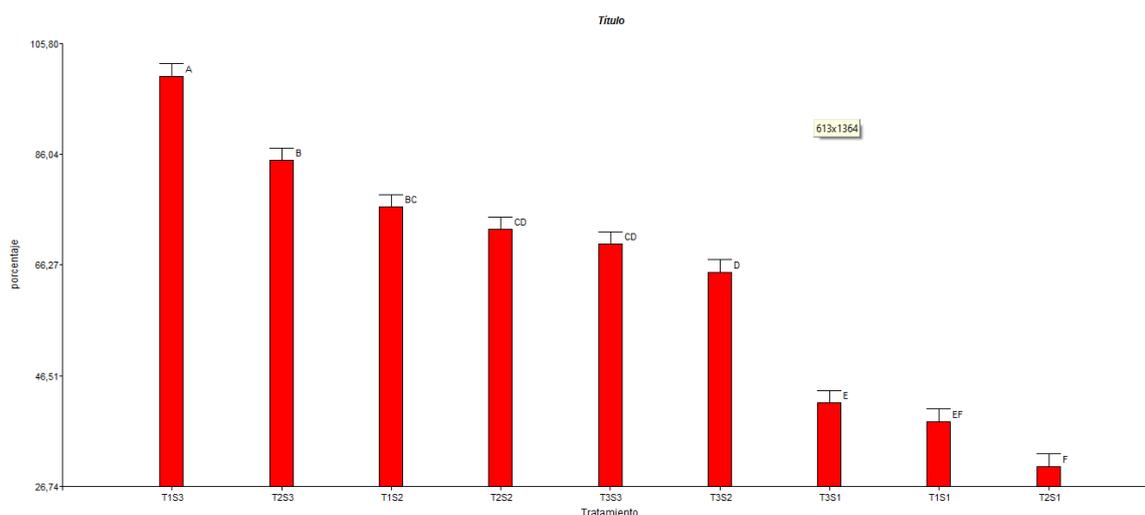
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	12897,19	8	1612,15	110,20	<0,0001
Tratamiento	12897,19	8	1612,15	110,20	<0,0001
Error	263,33	18	14,63		
Total	13160,52	26			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=10,94254

Error: 14,6296 gl: 18

Tratamiento Medias n E.E.

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T1S3	100,00	3	2,21	A
T2S3	85,00	3	2,21	B
T1S2	76,67	3	2,21	B C
T2S2	72,67	3	2,21	C D
T3S3	70,00	3	2,21	C D
T3S2	65,00	3	2,21	D
T3S1	41,67	3	2,21	E
T1S1	38,33	3	2,21	E F
T2S1	30,33	3	2,21	F



Discusión

Según (Biosph, 2020) las afecciones de luces claras tienen mayor efecto con espectros de luces amarillas para la función de *Trichoderma*, entre más oscura sea la luz una menor respuesta tendrá, las luces amarillas y roja son luces con alta contaminación y reproducción de *Trichoderma*, mientras que luces oscuras no tienden a tener alta contaminación.

18. Conclusiones

- La cebada es el sustrato donde la proliferación de *Trichoderma* aumenta de manera exponencial, con temperaturas de 22°C.
- La luz amarilla aumenta la temperatura por ende aumenta el número de esporas de la producción de *Trichoderma*, la luz amarilla demostró un 100 y 80% de contaminación en los sustratos.
- Se determinó que la temperatura más óptima es entre los 20 a 30°C, son las temperaturas más apropiadas para el desarrollo ya que el *Trichoderma* necesita de lugares cálidos para aumentar su número, al ser bajas las temperaturas estos tienden a pasmarse.

19. Recomendaciones

- Propagar *Trichoderma spp.* con sustratos suaves y fáciles de biodegradabilidad para que *Trichoderma spp.* pueda nutrirse más rápido.
- Realizar el análisis de contenido nutricional para próximas investigaciones.

20. Bibliografía

- Agirres. (05 de junio de 2020). *Arrocillo y cáscara, subproductos para la avicultura*. Obtenido de Arrocillo y cáscara, subproductos para la avicultura:
<https://www.maizysoya.com/lector.php?id=20200579&tabla=articulos#:~:text=El%20arrocillo%20se%20emplea%20usualmente,la%20soya%E2%80%9D%2C%20manifest%C3%B3%20Aguirre.>
- Allen, P. R. (2006). *evapotranspiracion del cultivo de referencia*.
- Allen, R. G. (2006). Serie de riego y drenajes. *intagri*.
- Anonimo. (s.f.). El Riego por Goteo Revoluciona la Agricultura. *NETAFIM*.
- Baralt, D. (2017). *Lamina neta* . Obtenido de https://www.inapide.ac.cr/pluginfile.php/28925/mod_label/intro/08-03-2021%20Virtual%20Requerimientos%20de%20Riego%20%28v_asec%29%20%281%29.pdf
- Bellino, C. M. (2013). Producción de *Trichoderma Harzianum* en diferentes sustratos orgánicos. *Central American Journals Online*.
- Betina. (2018).
- Biosph, S. A. (2020). Rol de los microorganismos benéficos en la Agricultura Sustentable. *Selva Andina Biosphere*.

- Bosque, D. J. (2020). DBCA. 5.
- Bucio, J. L. (2021). Los grandes beneficios de los *Trichodermas* como bioestimulante. *redagricola*.
- CARRANZA, A. P. (2019). ANÁLISIS ECONÓMICO DE LOS SERVICIOS. *Alcalá de Henares*, 9.
- Carrión, R. (2015). Riego por goteo. *PROSAP; INTA*, 5.
- Castillo Arnedo . (12 de diciembre de 2018). Obtenido de Castillo Arnedo : <https://www.castilloarnedo.com/blog/general/tipos-de-riego-por-goteo>
- CAYO, M. E. (2015). RESPUESTA DE LECHUGA (*Lactuca sativa* L. var. *crispa*) Y REMOLACHA. *UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR*, 14.
- cenicaña. (6 de Abril de 2015). Riego para surcos. *cenicaña*, págs. <https://www.cenicana.org/riego-por-surcos/#:~:text=El%20riego%20por%20surcos%20es,se%20presenta%20generalmente%20en%20la>.
- Cirilo. (2021). *Evapotranspiración de referencia ETo*.
- Demin, P. E. (2014). Aportes para el mejoramiento. *Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria*07.
- FAO. (2011). *FAO*.
- Fernandes, A. Z. (2018). *Qué es la precipitación*. Obtenido de <https://www.significados.com/precipitacion/>
- Fernández–Larrea. (2004).
- Fernández–Larrea. (2018). *Trichoderma*.
- Gómez, H. C. (2015). *TRICHODERMA SPP. PARA. PROTOCOLOS PARA FORMULACIÓN Y*, 3.
- GPS. (2020). *CORDENADAS* . Obtenido de http://www.mapnall.com/es/Mapa-Latacunga_1145535.html
- gullón. (23 de abril de 2018). *DESCUBRE LAS PROPIEDADES DE LA CEBADA*. Obtenido de <https://gullon.es/descubre-las-propiedades-de-la-cebada/#:~:text=Contiene%20gran%20cantidad%20de%20vitaminas,com%20para%20reducir%20el%20colesterol>.
- Hernández, I. J. (2019). Diseño de experimentos y su aplicación en la industria. *UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL ESTADO DE HIDALGO* .
- Hernández-Melchor, D. J. (2019). *Trichoderma: IMPORTANCIA AGRÍCOLA, BIOTECNOLÓGICA, Y SISTEMAS DE FERMENTACIÓN PARA PRODUCIR BIOMASA Y ENZIMAS DE INTERÉS INDUSTRIAL*.
- Hidalgo, M. (2019).
- iagua. (s.f.). *Riego por nebulización*. Obtenido de iagua: <https://www.iagua.es/noticias/iriego/16/02/29/riego-nebulizacion#:~:text=Es%20un%20sistema%20de%20riego,el%20interior%20de%20los%20invernaderos>.
- Internacionales, V. (2019). RIEGO POR EXUDACIÓN: ¿EN QUÉ CONSISTE? *BLOG VISA*.
- John. (1949). *Prueba de tukey*. Obtenido de <https://www.lifeder.com/prueba-de-tukey/>
- Jujuy, S. &. (2017). Propagacion de *Trichoderma*.
- Karmelli. (1975). *relacion de transpiracion* . Obtenido de <https://passel2.unl.edu/view/lesson/d08b772bc7e4/7#:~:text=Transpiraci%>

- C3%B3n%20es%20la%20evaporaci%C3%B3n%20de,el%20xilema%20de%20la%20planta.
- Lopez, J. C. (2022). La influencia de la luz en el crecimiento del cultivo. *PROMIX*, 14.
- MAGAP. (2012).
- Martínez. (2021). *Trichoderma* Control de Hongos Fitopatógenos. *INTAGRI*.
- Mendez. (2007). *Frecuencia de riegos*. Obtenido de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-78182007000200003
- Mendoza, L. H. (2023). Control de los residuos vegetales en el césped de jardines particulares. *Universidad de Illinois*.
- Meteogalicia*. (s.f.). Obtenido de *Meteogalicia*: https://www.meteogalicia.gal/web/informacion/glosario/est27.action?request_locale=es
- Michel, Á. E. (19 de Mayo de 2022). *AGRO EXCELENCIA*. Obtenido de [https://agroexcelencia.com/tips-para-el-calculo-de-lamina-de-riego-en-aguacate/#:~:text=La%20l%C3%A1mina%20de%20riego%20es,coeficiente%20de%20cultivo%20\(Kc\)](https://agroexcelencia.com/tips-para-el-calculo-de-lamina-de-riego-en-aguacate/#:~:text=La%20l%C3%A1mina%20de%20riego%20es,coeficiente%20de%20cultivo%20(Kc)).
- Michel–Aceves. (2018). Producción masiva de *Trichoderma harzianum* Rifai en diferentes sustratos orgánicos. *Revista Chapingo. Serie horticultura*.
- Moral, I. (2012). Comparación de medias.
- Moreno, E. (2022).
- MORILLO-VELARDE, R. (2001). Tecnicas de riego en la remolacha azucarera. *AIMCRA*, 34.
- Murcia digital*. (2021).
- Nieto, C. (1 de Mayo de 2018). Estudio del aprovechamiento de agua de riego disponible por unidad de producción agropecuaria, con base en el requerimiento hídrico de cultivos y el área regada, en dos localidades de la Sierra ecuatoriana. *in Siembra*, pág. <https://doi.org/10.29166/siembra.v5i1.1427>.
- Nutrition, L. A. (2019). Unidades formadoras de colonias (UFC): Como determinar la cantidad correcta del ejército microbiano?
- Perreira. (2006). *Evapotranspiración del cultivo*.
- Petillo, G. (2015). *EVAPOTRANSPIRACIÓN*.
- Planas, L. (2022). *Ministerio de agricultura, pesca y alimentacion*. Obtenido de <https://www.mapa.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/plataforma-de-conocimiento-para-el-medio-rural-y-pesquero/observatorio-de-tecnologias-probadas/material-de-riego/aspersion.aspx>
- POALACIN, J. M. (2015). ESTUDIO DEL ADECUADO CRECIMIENTO DEL HONGO *TRICHODERMA*. *UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR*, 6.
- Quimisor*. (s.f.). Obtenido de *Quimisor*: <http://www.quimisor.com/es/sensores/evaporacion/tanque-evaporimetro.html>
- Quimisor. (2020). Tanque Evaporimetro.
- Rudolf. (2010). Remolacha azucarera. *Traxco*.
- SACSA. (2021). Peligros de los fungicidas.

- Science, A. n. (2019). EL CULTIVO DE LA REMOLACHA AZUCARERA. *InfoAgro*, 1.
- Secom. (2021). Luz artificial para plantas: la influencia de la iluminación en el proceso de crecimiento.
- SIAR. (2020). *Sistema de información agroclimática para el riego*. Obtenido de https://www.mapa.gob.es/es/desarrollo-rural/temas/gestion-sostenible-regadios/Evapotranspiraci%C3%B3n_tcm30-82951.pdf
- Soria, E. (2016). *Esto es agricultura*. Obtenido de <https://estoesagricultura.com/como-reproducir-el-hongo-Trichoderma/#:~:text=Reproducci%C3%B3n%20de%20Trichoderma%20de%20forma%20casera.&text=Preparamos%20cuantas%20trampas%20de%20arroz,una%20gasa%20o%20algod%C3%B3n%20desinfectado>.
- Soria, T. (2015). *BAJO RIEGO*. Obtenido de http://www.scielo.org.bo/pdf/riiarn/v2n1/v2n1_a05.pdf
- Tellez-Soria, T. &.-R. (Diciembre de 2018). *fecto estimulador del crecimiento de dos biopreparados biotecnológicos en cultivos de remolacha (Beta vulgaris L.)*. Obtenido de Revista Cubana de Química: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2224-54212018000300008&script=sci_arttext&tlng=pt
- TRAXCO. (2010). Remolacha azucarera . *TRAXCO* .
- Valenzuela, H. (2004). Temperatura de crecimiento de *Trichoderma*.
- Vargas, M. J. (2021). Cómo la energía luminosa es utilizada para hacer ATP y NADPH. Fotosistemas I y II. Clorofilas del centro de reacción P700 y P680. *Khan Academy*.
- Víctor Villalobos Arámbula, M. G. (2017). El agua para la agricultura de las Américas. *Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA)*, 9.
- Zita, F. A. (Mayo de 2022). *Que es la evaporacion*. Obtenido de <https://www.significados.com/evaporacion/>
- Zuccarelli, P. R. (2019). Fungicidas: Impacto en la Salud y el Medio Ambiente.

21. Anexos

21.1. Protocolo de laboratorio

Multiplicación de *Trichoderma ssp.*

PDA Agar nutritivo



- PDA
- Agua destilada
- Esporas de *Trichoderma*
- Cajas Petri

- 15g
- 200 ml
- 1
- 20

Procedimiento

Se realiza una mezcla 15 g de PDA en 200 ml de agua destilada en un vaso de precipitación, se tapa con la ayuda de papel aluminio y se manda a autoclave durante 30 min a 15 lb de presión, pasado ese tiempo se deja entibiar y se lo lleva a la cámara de flujo laminar donde se procede a destapar y se coloca una cantidad pequeña para 20 cajas Petri, se deja enfriar hasta que esta solidifique, con la ayuda de un asa de siembra se extraen esporas de *Trichoderma spp* y se coloca en las esporas en cada caja Petri, se sella con cinta parafina, una vez inoculado las 20 cajas se embala con papel film y se coloca en la incubador a 27°C.

ANEXOS

Sustratos

Arroz



- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Arroz • Bandeja de aluminio • Papel aluminio | <ul style="list-style-type: none"> • 2lb • 3 • 1 |
|--|---|

Procedimiento

Se prepara las 2 libras de arroz, se deja pre cocer por un minuto el arroz para que se suavice la cascara de este, se deja enfriar para colocar en las 3 bandejas de aluminio se deja tapando con ayuda del papel de aluminio y se coloca las 3 bandejas en la autoclave para descontaminar, se coloca 20 min a 15 lb de presión, se deja enfriar en la cámara de flujo laminar, una vez frio se puede proceder a manejar

ANEXOS

**Sustratos**

Arrocillo

<ul style="list-style-type: none"> • Arrocillo • Bandeja de aluminio • Papel aluminio 	<ul style="list-style-type: none"> • 2lb • 3 • 1
<p>Procedimiento</p> <p>Se prepara las 2 libras de arrocillo, se deja pre cocer por un minuto el arroz para que se suavice la cascara de este, se deja enfriar para colocar en las 3 bandejas de aluminio se deja tapando con ayuda del papel de aluminio y se coloca las 3 bandejas en la autoclave para descontaminar, se coloca 20 min a 15 lb de presión, se deja enfriar en la cámara de flujo laminar, una vez frio se puede proceder a manejar</p>	
<p>ANEXOS</p>	
<p>Sustratos</p> <p>Cebada</p> 	
<ul style="list-style-type: none"> • Cebada • Bandeja de aluminio • Papel aluminio 	<ul style="list-style-type: none"> • 2lb • 3 • 1
<p>Procedimiento</p> <p>Se prepara las 2 libras de cebada, se coloca en las 3 bandejas de aluminio se deja tapando con ayuda del papel de aluminio y se coloca las 3 bandejas en la autoclave para descontaminar, se coloca 20 min a 15 lb de presión, se deja enfriar en la cámara de flujo laminar, una vez frio se puede proceder a manejar</p>	
<p>ANEXOS</p>	

Sustrato para contaminación

Arroz



- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Arroz • Funda siploc • Alcohol • Balanza • Mechero | <ul style="list-style-type: none"> • 2lb • 9 • 1 • 1 • 1 |
|--|---|

Procedimiento

Se procede a tomar la bandeja con el sustrato y se destapa en la cámara de flujo laminar, se colocan las fundas en dentro de la cámara y se prende el mechero para evitar contaminación, se procede a colocar el sustrato en la funda y se pesa un total de 150 g para cada uno, se aplica alcohol para evitar la contaminación del sustrato y se deja en la cámara de flujo laminar

ANEXOS



Sustrato para contaminación	
Arrocillo	
<ul style="list-style-type: none"> • Arrocillo • Funda siploc • Alcohol • Balanza • Mechero 	<ul style="list-style-type: none"> • 2lb • 9 • 1 • 1 • 1
<p>Procedimiento</p> <p>Se procede a tomar la bandeja con el sustrato y se destapa en la cámara deflujo laminar, se colocan las fundas en dentro de la cámara y se prende el mechero para evitar contaminación, se procede a colocar el sustrato en la funda y se pesa un total de 150 g para cada uno, se aplica alcohol para evitar la contaminación del sustrato y se deja en la cámara de flujo laminar</p>	
ANEXOS	
	
Sustrato para contaminación	
Cebada	
<ul style="list-style-type: none"> • Cebada • Funda siploc • Alcohol • Balanza • Mechero 	<ul style="list-style-type: none"> • 2lb • 9 • 1 • 1 • 1

Procedimiento

Se procede a tomar la bandeja con el sustrato y se destapa en la cámara de flujo laminar, se colocan las fundas en dentro de la cámara y se prende el mechero para evitar contaminación, se procede a colocar el sustrato en la funda y se pesa un total de 150 g para cada uno, se aplica alcohol para evitar la contaminación del sustrato y se deja en la cámara de flujo laminar

ANEXOS

Trichoderma spp liquida

Solución

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • <i>Trichoderma</i> • Agua destilada • Agitador | <ul style="list-style-type: none"> • 20 cajas • 1000 ml • 1 |
|--|--|

Procedimiento

Se procede a tomar las cajas Petri con *Trichoderma* antes contaminadas y se extraen las esporas con la ayuda de una aza de siembra se coloca todas las esporas en un vaso de precipitación de 1000 ml de agua destilada, se deja las esporas y con la ayuda de un agitador procedemos a disolver bien las esporas y se extrae un total de 8ml de la solución y se inyecta en cada una de las fundas con cada uno de los sustratos.

ANEXOS



***Trichoderma spp* en sustrato**

Contaminación

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • <i>Trichoderma</i> líquida • Funda de sustratos | <ul style="list-style-type: none"> • 1000 ml • 27 |
|--|---|

Procedimiento

Se procede a tomar 8 ml de la solución líquida y se procede a inyectar en cada una de las fundas de sustrato con la ayuda de un masquin para evitar que existan fujas de la solución líquida, una vez acabado las 27 fundas contaminadas se deja en la incubadora a 27°C por 3 días hasta que los sustratos comiencen con la activación de *Trichoderma* que es una titulación verdosa en los sustratos.

ANEXOS

***Sustratos***

DBCA

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Funda de sustratos | <ul style="list-style-type: none"> • 27 |
|--|--|

Procedimiento

Se procede a sacar los sustratos de la incubadora y se lleva a un cuarto descontaminado donde se colocará un sustrato por cada tratamiento, colocando 3 sustratos diferentes en

cada caja con un tipo de luz distinta se realizó 9 cajas en total con 3 tipos de luz en 3 repeticiones, siendo colocadas 9 sustratos por cada uno, se dejó durante 7 días hasta ver el porcentaje de invasión que va teniendo y realizar una diferenciación correspondiente.

22.Certificado del abstrac