



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS**  
**NATURALES**

**CARRERA DE AGRONOMÍA**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**“EVALUACIÓN DE LA MULTIPLICACIÓN DE *TRICHODERMA*  
(*TRICHODERMA SP.*) EN TRES TIPOS DE SUSTRATOS (ARROZ  
PRECOCIDO ENTERO, ARROCILLO Y ARROZ DE CEBADA) EN  
EL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI CAMPUS  
SALACHE 2025”**

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

**Autor:** Arellano Viracocha  
Erick Joel

**Tutor:**  
Chancusig Espín Edwin Marcelo

**LATACUNGA – ECUADOR**

**Julio 2025**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Arellano Viracocha Erick Joel, con cédula de ciudadanía No. 1725899692, declaro ser autor del presente Proyecto de Investigación: “Evaluación de la multiplicación de *trichoderma* (*trichoderma sp.*) en tres tipos de sustratos (arroz precocido entero, arrozillo y arroz de cebada) en el cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi campus Salache 2025”, siendo el Ingeniero Ph.D. Edwin Marcelo Chancusig Espín 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, 23 de julio del 2025



Erick Joel Arellano Viracocha  
C.C: 1725899692  
**ESTUDIANTE**

## 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 **ARELLANO VIRACOCCHA ERICK JOEL**, identificado con cédula de ciudadanía **1725899692** de estado civil soltero, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, la Doctora Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora, 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 DE LA MULTIPLICACIÓN DE *TRICHODERMA (TRICHODERMA SP.) EN TRES TIPOS DE SUSTRATOS (ARROZ PRECOCIDO ENTERO, ARROCILLO Y ARROZ DE CEBADA) EN EL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI CAMPUS SALACHE 2025***” 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: marzo 2019 - agosto 2019

Finalización de la carrera: abril – agosto 2025

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

Tema: “**EVALUACIÓN DE LA MULTIPLICACIÓN DE *TRICHODERMA (TRICHODERMA SP.) EN TRES TIPOS DE SUSTRATOS (ARROZ PRECOCIDO ENTERO, ARROCILLO Y ARROZ DE CEBADA) EN EL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI CAMPUS SALACHE 2025***”

**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 23 días del mes de julio del 2025.

Erick Joel Arellano Viracocha

**EL CEDENTE**

Dra. Idalia Pacheco Tigselema, Ph.D.

**LA CESIONARIA**

## **AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

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

**“EVALUACIÓN DE LA MULTIPLICACIÓN DE *Trichoderma (Trichoderma sp.)* EN TRES TIPOS DE SUSTRATOS (ARROZ PRECOCIDO ENTERO, ARROCILLO Y ARROZ DE CEBADA) EN EL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI CAMPUS SALACHE 2025”**, de Arellano Viracocha Erick Joel de la carrera de Agronómica, 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, 23 de julio del 2025

  
Ing. Edwin Marcelo Chancusig Espín, Ph.D.

C.C: 0501148837

**DOCENTE TUTOR**



## AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

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: Arellano Viracocha Erick Joel, con el título de Proyecto de Investigación:

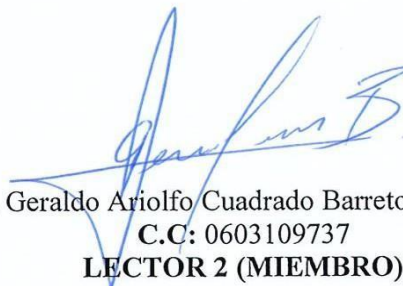
**“EVALUACIÓN DE LA MULTIPLICACIÓN DE *Trichoderma (Trichoderma sp.)* EN TRES TIPOS DE SUSTRATOS (ARROZ PRECOCIDO ENTERO, ARROCILLO Y ARROZ DE CEBADA) EN EL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI CAMPUS SALACHE 2025”** ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza grabar los archivos correspondientes en un CD, según la normativa institucional.

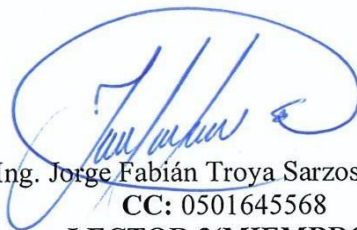
Latacunga, 23 de julio del 2025



Ing. Johanna Valentina Arévalo Granda, MSc  
C.C: 1715849582  
**LECTOR 1(PRESIDENTE)**



Ing. Geraldo Ariolfo Cuadrado Barreto Mg.Sc  
C.C: 0603109737  
**LECTOR 2 (MIEMBRO)**



Ing. Jorge Fabián Troya Sarzosa, Ph.D.  
CC: 0501645568  
**LECTOR 3(MIEMBRO)**

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradezco a Dios por darme la fortaleza para seguir adelante, por permitirnos un día más de vida, a cada uno de los miembros de mi familia, así como a cada una de las personas que me rodean, agradezco a mis padres por siempre apoyarme e inculcarme valores para hoy estar terminando esta etapa más como es mi carrera Universitaria.*

*A la Universidad Técnica de Cotopaxi por abrirme las puertas del conocimiento, dándome la oportunidad de una formación académica de calidad.*

*A cada uno de los ingenieros de la carrera de Agronomía por brindarme sus conocimientos en mi formación académica.*

*Al ingeniero Edwin Marcelo Chancusig Espín, Ph.D. por brindarme la confianza de ser su tutorado, por el apoyo en este mi último esfuerzo de titulación.*

***Erick Joel Arellano Viracocha***

## **DEDICATORIA**

*Este trabajo de investigación se lo dedico a mis padres: Edwin Arellano y Marina Viracocha, quienes me han apoyado incondicionalmente, a mis abuelos: Aida Iza, Jaime Arellano y Rosa Viracocha quienes confiaron en mí y sé que están orgullosos de mí.*

*A mis tíos por sus consejos, los cuales me fueron de gran ayuda para ser una persona de bien y ahora un profesional.*

*A mi hermano Edwin a quien admiro y respeto mucho por su valentía y su fortaleza y a mi hermano Mateo para quien seremos un ejemplo para que siga en sus estudios.*

*Y ahora con todo mi cariño y amor les agradezco infinitamente un Dios de pague a cada uno de ellos.*

***Erick Joel Arellano Viracocha***

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**

**TÍTULO: EVALUACIÓN DE LA MULTIPLICACIÓN DE *TRICHODERMA* (*TRICHODERMA SP.*) EN TRES TIPOS DE SUSTRATOS (ARROZ PRECOCIDO ENTERO, ARROCILLO Y ARROZ DE CEBADA) EN EL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI CAMPUS SALACHE 2025.**

AUTOR:

Arellano Viracocha Erick Joel

## **RESUMEN**

El proyecto se llevó a cabo en el laboratorio de la Universidad Técnica de Cotopaxi en el campus Salache, dicho proyecto dio inicio con la multiplicación de *Trichoderma* nativa del sector de Salache, en este caso, dicho hongo ya se encuentra aislado en las instalaciones del laboratorio. Por consiguiente, se procedió a multiplicar *Trichoderma* en 10 cajas Petri en un agar de PDA, se dejó en la incubadora durante 5 días para que estas se multipliquen y se obtengas esporas las cuales utilizamos más adelante en la inoculación en distintos sustratos (arroz entero, arrocillo y arroz de cebada) con dos variables de estudio, en este caso en dos distintos tiempos de remojo (45 minutos y 15 minutos). Los sustratos luego del tiempo de remojo fueron colocados en fundas, cada una de ellas tuvo un peso de 150 gr de sustrato, con un total de 9 fundas por sustrato esto quiere decir que obtuvimos un total de 27 fundas para la inoculación. Se inoculo cada muestra con *Trichoderma* liquido con 5cc por funda, las cuales fueron dejadas en incubación durante 7 días a una temperatura de 27°C. Pasado este tiempo fuimos constatando la multiplicación del hongo *Trichoderma* en cada uno de los sustratos, para de esta manera considerar en cuál de los sustratos y cuál es el tiempo óptimo de remojo para una mejor proliferación de *Trichoderma*.

Dándonos como resultado que el hongo *Trichoderma* se prolifera de mejor manera en el sustrato de arroz de cebada en las dos variables de estudio y por consiguiente el tiempo óptimo de remojo fue de 45 minutos.

Palabras clave: *Trichoderma*, sustrato, inoculación, proliferación.

**TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI**

**NATURE RESOURCES AND AGRICULTURAL SCIENCES FACULTY**

**THEME: EVALUATION OF THE MULTIPLICATION OF TRICHODERMA (TRICHODERMA SP.) IN THREE TYPES OF SUBSTRATES (WHOLE PRECOOKED RICE, BROKEN RICE, AND BARLEY RICE) IN LATACUNGA CANTON, COTOPAXI PROVINCE, SALACHE CAMPUS 2025.**

**Author:**

Arellano Viracocha Erick Joel

## ABSTRACT

The project was carried out in Technical University of Cotopaxi laboratory in Salache campus. The project started with the multiplication of *Trichoderma* native to the Salache area. In this case, the fungus has already been isolated in the laboratory facilities. Consequently, *Trichoderma* was multiplied in 10 Petri dishes in PDA agar and left in the incubator for 5 days to multiply and obtain spores, which were later used in the inoculation of different substrates (whole rice, broken rice, and barley rice) with two study variables, in this case, two different soaking times (45 minutes and 15 minutes). After soaking, the substrates were placed in bags, each weighing 150 gr of substrate, with a total of 9 bags per substrate, it was obtained a total of 27 bags for inoculation. Each sample was inoculated with liquid *Trichoderma* at a rate of 5 cc per bag, which were then incubated for 7 days at a temperature of 27°C. After this time, it was observed the multiplication of the *Trichoderma* fungus in each of the substrates, in order to determine which substrate and which soaking time was optimal for the best proliferation of *Trichoderma*. The results showed that the *Trichoderma* fungus proliferated best in the barley rice substrate in both study variables, and therefore the optimal soaking time was 45 minutes.

**Keywords:** *Trichoderma*, substrate, inoculation, proliferation.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN .....	v
AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN .....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
DEDICATORIA .....	viii
RESUMEN .....	ix
ABSTRACT .....	x
1. INFORMACIÓN GENERAL .....	1
2.JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	2
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO .....	3
Beneficiarios directos .....	3
Beneficiarios indirectos .....	3
4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	3
5. OBJETIVOS .....	4
5.1. General.....	4
5.2. Específicos .....	4
6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS .....	5
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA .....	6
7.1. Morfología y taxonomía del <i>Trichoderma</i> . .....	6
7.2. Clasificación Taxonómica. ....	7
7.2.1 Características .....	8
7.2.2 Temperatura de crecimiento de <i>Trichoderma</i> . ....	8

7.2.3 Humedad en el desarrollo de <i>Trichoderma</i> .....	8
7.2.4 Necesidad nutricional del <i>Trichoderma</i> .....	8
7.2.4 Producción de <i>Trichoderma</i> .....	9
7.2 Condiciones de laboratorio .....	9
7.3 Aplicación de <i>Trichoderma ssp.</i> para el control de enfermedades .....	9
7.2.1 Microorganismos benéficos en la agricultura. ....	10
7.4 Sustratos orgánicos para la propagación de <i>Trichoderma spp.</i> .....	11
7.4.1 Residuos sólidos orgánicos. ....	11
7.2.2 Restos vegetales .....	11
7.2.3 Sustrato de Arroz .....	11
7.2.4 Sustrato de arrocillo .....	12
7.2.5 Sustrato arroz de cebada .....	12
8. VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS .....	13
8.1. Hipótesis alternativa (Ha) .....	13
8.2. Hipótesis nula (Ho) .....	13
9. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL .....	13
9.1. Ubicación y duración de la investigación .....	13
9.2. Tipo de Investigación .....	13
9.3. Materiales y Equipos .....	14
9.4. Diseño experimental .....	15
9.4.1 Diseño completamente al azar .....	15
9.4.2 Esquema de análisis de varianza .....	15
9.4.3 ADEVA .....	15
9.5. Preparación de sustratos con un tiempo de remojo de 45 minutos .....	16
9.5.1 Sustrato de arroz .....	16
9.5.2 Sustrato de arrocillo .....	17

9.5.3	Sustrato de arroz de cebada .....	17
9.6.	Preparación de sustratos con un tiempo de remojo de 15 minutos .....	18
9.6.1	Sustrato de arroz .....	18
9.6.2	Sustrato de arrocillo .....	18
9.6.3	Sustrato de arroz de cebada .....	19
9.7.	Preparación de <i>Trichoderma ssp.</i> · .....	19
9.8.	Inoculación de sustratos.....	19
9.9.	Distribución de los Tratamientos .....	19
9.10.	Variables a estudiar .....	20
1.1	Porcentaje de Propagación .....	20
1.2	Arroz .....	20
1.2.1	Sustrato de arroz .....	20
1.3	Arrocillo.....	21
1.3.1	Sustrato de arrocillo .....	21
1.4	Arroz de Cebada .....	21
1.4.1	Sustrato arroz de cebada .....	21
10.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	21
10.1	Análisis de sustratos en un tiempo de remojo de 45 minutos .....	21
10.2	Análisis de sustratos en un tiempo de remojo de 15 minutos .....	23
	Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III) .....	23
	Medias por Tratamiento (Sustratos).....	23
11.	IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS) .....	25
11.1.	Impactos técnicos .....	25
11.2.	Impactos sociales.....	25
11.3.	Impactos ambientales .....	26
11.4.	Impactos económicos .....	26
12.	PRESUPUESTO DEL PROYECTO .....	26

13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	27
13.1.Conclusiones .....	27
13.2.Recomendaciones .....	27
14. BIBLIOGRAFÍA .....	28

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. <i>Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados</i> .....	6
Cuadro 2. <i>Taxonomía</i> .....	7
Cuadro 3. <i>Materiales</i> .....	14
Cuadro 4. <i>Grados de libertad</i> .....	15
Cuadro 5. <i>Preparación del sustrato de arroz en un tiempo de remojo de 45 minutos</i> .....	16
Cuadro 6. <i>Preparación del sustrato de arrocillo en un tiempo de remojo de 45 minutos</i> ...	17
Cuadro 7. <i>Preparación del sustrato de arroz de cebada en un tiempo de remojo de 45 minutos</i> .....	17
Cuadro 8. <i>Preparación del sustrato de arroz en un tiempo de remojo de 15 minutos</i> .....	18
Cuadro 9. <i>Preparación del sustrato de arrocillo en un tiempo de remojo de 15 minutos</i> ...	18
Cuadro 10. <i>Preparación del sustrato de arroz de cebada en un tiempo de remojo de 15 minutos</i> . .....	19
Cuadro 11. <i>Tabla de presupuesto proyecto de titulación</i> . .....	27

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Comparación de medias Extraído de (John., 1949) .....	16
Figura 2. Distribución de los tratamientos .....	20

## INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico1. Resultados en un tiempo de remojo de 45 minutos. ....	22
Gráfico 2. Resultados en un tiempo de remojo de 15 minutos. ....	24



## 1. INFORMACIÓN GENERAL

**Título del Proyecto:** Evaluación de la multiplicación de *Trichoderma* (*Trichoderma sp.*) en tres tipos de sustratos (arroz precocido entero, arrocillo y arroz de cebada) en el cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi campus Salache 2025.

**Fecha de inicio:** 19 de mayo del 2025

**Fecha de finalización:** 25 de junio del 2025

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

**Facultad que auspicia** Facultad de Ciencias Agropecuarias y recursos Naturales CAREN

**Carrera que auspicia:** Ingeniería Agronómica

**Equipo de Trabajo:** Ing.Chancusig Espin Edwin Marcelo, Ph.D.

Erick Joel Arellano Viracocha **Coordinador del Proyecto:**

Nombre/s: Erick Joel Arellano Viracocha

Teléfonos: 0967770892/0983138250

Correo electrónico: [erickjoel852@gmail.com](mailto:erickjoel852@gmail.com) **Área**

**de Conocimiento:** Agricultura.

**Línea de investigación:** Anàlisis conservaciòn y aprovechamiento de la biodiversidad local.

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

## 2.JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

En la actualidad la industria agrícola utiliza fungicidas o pesticidas químicos en grandes concentraciones y grandes cantidades, lo que ha generado que exista un gran desequilibrio biológico y que en el transcurso del tiempo el suelo ha ido perdiendo sus nutrientes afectando así el rendimiento de las cosechas, de esta manera se hace más necesario el uso de agroquímicos para el control de plagas, enfermedades de esta manera garantizar una mejor producción al momento de la cosecha.

En el Ecuador se viene trabajando en el análisis de microorganismos que contrarresten las enfermedades fúngicas de los cultivos prescindiendo del uso de productos químicos. En la provincia de Tungurahua se ha desarrollado un estudio de tres géneros del hongo *Trichoderma* como organismo benéfico para uso en la agricultura conociendo que este hongo antagonista actúa como controlador de enfermedades y aumenta el desarrollo radicular.

Debido a este acontecimiento en la actualidad se ha tomado el impulso de una agricultura orgánica con el uso de biofertilizantes, mismos que son elaborados a partir de organismos benéficos estos pueden ser insectos, hongos, bacterias o bien extracto de plantas.

El éxito de las cepas de *Trichoderma spp.* 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).

Muñoz (2010) afirma que «en los últimos años la agricultura orgánica ha ido tomando importancia mundial, cada día crece el interés de las personas por consumir productos más sanos y saludables». (Muñoz, 2010).

### **3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO**

**Beneficiarios directos**

Estudiantes de la carrera de agronomía (434) del campus Salache.

Docentes de la carrera (19) de ingeniería agrónoma

**Beneficiarios indirectos**

Las 12480 personas de sectores agrícolas en la provincia de Cotopaxi

Las 10 parroquias rurales del cantón Latacunga que trabajan en vinculación con la

Universidad Técnica de Cotopaxi.

**4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

En el campo agrícola se utilizan insumos químicos los cuales interrumpen la propagación de seres vivos considerados plagas, lo cual afecta al medio ambiente, a la salud del ser humano y a los animales. Por otro lado, en la agricultura orgánica es un procedimiento diferente ya que utiliza productos de origen vegetal o animal para y así mantener un equilibrio de las plagas que afectan a los cultivos, por lo cual, se ha impulsado el control biológico a partir de microorganismos. El control biológico fue concebido a inicios del siglo XIX cuando algunos naturistas de diferentes países reseñaron el importante papel de los organismos entomófagos en la naturaleza y con el empleo de estos controladores biológicos se intenta restablecer el perturbado equilibrio ecológico, mediante la utilización de organismos vivos o sus metabolitos, para eliminar o reducir los daños causados por organismos perjudiciales (Badii, et al, 2000).

En la actualidad se desarrollan agentes de control biológico, organismos vivos como hongos, bacterias, virus e insectos que reducen la población de insectos plagas y patógenos que afectan a los cultivos. Los hongos en particular despiertan el interés de empresas y organismos de investigación por su papel en el control de insectos y enfermedades, sin dañar el medio ambiente y la salud.

En el mundo se conoce un grupo importante de hongos y bacterias que presentan efecto antagónico sobre otros microorganismos. Este efecto es aprovechado por el hombre para

la regulación, tanto de patógenos cuyo hábitat es el suelo, como de aquellos que se desarrollan en la parte foliar de las plantas (Martínez, 2012).

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).

Por otro lado, 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)

## **5. OBJETIVOS**

### **5.1. General**

- Evaluar la propagación de *Trichoderma sp.* en tres tipos de sustratos orgánicos en el cantón Latacunga, campus Salache 2025.

### **5.2. Específicos**

- Determinar el sustrato óptimo para la proliferación de *Trichoderma sp.* A nivel de laboratorio.
- Determinar el tiempo óptimo de remojo del sustrato para la proliferación de *Trichoderma sp.*

## **6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS**

Objetivos específicos	Actividad (tarea)	Resultado de la actividad	Medio de verificación
<input type="checkbox"/> Determinar el sustrato óptimo para la proliferación de <i>Trichoderma sp. a nivel de laboratorio</i>	Revisión bibliográfica  Toma de datos en la semana. Variables a estudiar	Evaluar los efectos de la aplicación de sustratos en los tratamientos	<input type="checkbox"/> Análisis estadístico <input type="checkbox"/> Fotografías <input type="checkbox"/> Datos obtenidos
<input type="checkbox"/> Determinar el tiempo óptimo de remojo del sustrato para la proliferación de <i>Trichoderma sp.</i>	Revisión bibliográfica  Remojo de cada uno de los sustratos <ul style="list-style-type: none"> <li>• Toma de datos</li> <li>• Diferenciación de tratamientos</li> </ul>	Evaluar los efectos en los tiempos de remojo de cada uno de los sustratos  Diferenciar los resultados obtenidos de	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tabla de Excel</li> <li>• Fotografías</li> </ul>

		cada tratamiento y observar sus diferencias.	
--	--	--	--

**Cuadro 1.** Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados.

## 7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

El género *Trichoderma* es un hongo cosmopolita, habitante natural del suelo que se presenta en diferentes zonas y hábitat, especialmente en aquellos que contienen materia orgánica o desechos vegetales en descomposición, así mismo en residuos de cultivos, especialmente en aquellos que son atacados por otros hongos. Algunas de sus especies tienen la habilidad de producir enzimas que atacan o inhiben a hongos fitopatógenos y que lo convierten en un excelente agente de biocontrol (Carreras, 2011).

Los hongos pertenecientes al género *Trichoderma* se caracterizan por ser microorganismos saprófitos, que sobreviven en suelos con diferentes tipos y cantidades de materia orgánica, a diferente temperatura, humedad, pH y contenido de nutrientes. Esta adaptabilidad permite que se encuentren ampliamente distribuidos y que sean muy benéficos para la agricultura (Esposito and Silva 1998)

El género *Trichoderma* fue descrito por primera vez por Persoon en 1794, pero capturó la atención de los agricultores sólo después de que Weindling et al. (1934) mostraron que una especie del género pudo eliminar a otros hongos, y controlar las enfermedades de las plantas. Los mecanismos antagónicos que utilizan las especies de *Trichoderma* se describen como competencia por nutrientes, por oxígeno o por espacio, antibiosis mediante la producción de metabolitos volátiles y no volátiles, y microparasitismo directo con producción de enzimas extracelulares o metabolitos secundarios, sin ser estos mecanismos mutuamente excluyentes (Infante 2009)

### 7.1 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)

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)

## 7.2 Clasificación Taxonómica.

Las especies del género *Trichoderma sp.* 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:

<b>Reino</b>	<b>Fungi</b>
<b>División</b>	Ascomycota
<b>Clase</b>	Hyphomycetes
<b>Orden</b>	Hyphales
<b>Familia</b>	Moniliciaceae
<b>Genero</b>	<i>Trichoderma</i>

Fuente: (Argumedo, 2009)

### Cuadro 2. Taxonomía

### **7.2.1 Características**

*Trichoderma ssp.*, 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)

### **7.2.2 Temperatura de crecimiento de *Trichoderma*.**

Podemos encontrar diferencias en la temperatura óptima de crecimiento de *Trichoderma* (Domsch et al., 1980), aunque a juzgar por múltiples estudios realizados en laboratorio ésta se encuentra principalmente en el rango de 25°C-30°C (Klein y Eveleigh, 1998).

### **7.2.3 Humedad en el desarrollo de *Trichoderma***

El contenido mínimo de humedad para su crecimiento vegetativo es del 92% y para su esporulación es de 93 al 95%. Tiene cierta respuesta a la luz, especialmente azul y la violeta. La luz promueve la formación de esporas, el crecimiento de micelio y la coloración (Hidalgo, 1989; Domsch, et ál., 1993).

### **7.2.4 Necesidad nutricional del *Trichoderma***

Las necesidades nutricionales de *Trichoderma* son bien conocidas, es capaz de degradar sustratos muy complejos como almidón, pectina y celulosa entre otros, y emplearlos para su crecimiento gracias al gran complejo enzimático que posee (enzimas hidrolíticas como amilasas, pectinasas, celulasas y quitinasas entre otras). Así mismo, *Trichoderma* asimila como fuente de nitrógeno compuestos tales como aminoácidos, urea, nitritos, amoniaco y sulfato de amonio (Agamez Ramos y otros, 2008).

En el proceso de formación de conidios es muy importante el balance en la relación de carbono: nitrógeno, ya que de eso dependerá su desarrollo (Kredics et al., 2014). Se ha

demostrado que estos hongos pueden asimilar compuestos nitrogenados como aminoácidos, urea, nitritos, amoníaco, etc., pero dependiendo de la especie. En *T. viride* el exceso de nitrógeno favorece el crecimiento micelial, mientras que la limitación de este favorece la conidiación. En contraste, en *T. asperellum*, *T. atroviride* y *T. pleuroticolase* observa que altas cantidades de nitrógeno promueve la conidiación (Steyaert et al., 2010). Para un buen desarrollo de *Trichoderma* no se requieren grandes cantidades de minerales, sales o vitaminas, solo se necesitan trazas de hierro, magnesio y en algunas especies, el zinc (Kredics et al., 2014). Generalmente, el hongo toma estos elementos de los subproductos que proceden de prácticas agrícolas o agroindustriales, aunque los desechos de compuestos orgánicos también suplen sus necesidades nutricionales y a un bajo costo (Kredics et al., 2014).

#### **7.2.4 Producción de *Trichoderma***

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)

#### **7.2 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)

#### **7.3 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)

- Posee un amplio rango de acción.
- Se propaga en el suelo, aumentando su población y ejerciendo control duradero en el tiempo, sobre hongos fitopatógenos.

- Ayuda a descomponer la materia orgánica, haciendo que los nutrientes se conviertan en formas disponibles para la planta, por lo tanto, tiene un efecto indirecto en la nutrición del cultivo.
- Favorece la proliferación de organismos benéficos en el suelo, como otros hongos antagónicos.
- Preserva el ambiente al disminuir el uso de fungicidas.
- Al reemplazar agroquímicos sintéticos por microorganismos benéficos, el productor ahorra en sus costos de producción.
- Ataca patógenos de la raíz (*Pythium*, *Fusarium*, *Rhizoctonia*) y del follaje (*Botritis* y *Mildu*) antes que puedan ser los detectados; y evita el ataque de (*Phytophthora*).
- Previene enfermedades dando protección a la raíz y al follaje de las plantas.
- Promueve el crecimiento de pelos absorbentes y raíces alimenticias, mejorando la nutrición y la absorción de agua.

### **7.3.1 Microorganismos benéficos en la agricultura.**

Martínez et al. (2013) afirmaron que Especies/cepas de *Trichoderma* son capaces de combatir patógenos foliares y aéreos. En estos casos, es importante el uso de adherentes que sean compatibles con este hongo. Rodríguez, Stefanova y Gómez (1998) en sus estudios llevados a cabo en Cuba mostraron el efecto foliar de *Trichoderma harzianum* contra mildiu velludo y mildiu polvoriento en pepino, con reducciones de la incidencia en 35 y 23,2% respectivamente, así como estimulación del desarrollo de las plantas, incrementos en la longitud del tallo, frutos y su peso. *Trichoderma*, posee aislamientos con poderes antibióticos, los cuales actúan contra varios microorganismos fitopatógenos. Se comporta como saprofito en la rizosfera, siendo capaz de destruir residuos de plantas infectadas por patógenos. Se considera que su acción es antagonista, siendo capaz de sacar el mejor provecho por su alta adaptación al medio y por competir por el sustrato y por espacio (Vallejo, 2014). Los mecanismos por los que las cepas del género *Trichoderma* controlan al patógeno son fundamentalmente de tres tipos: por competición directa (por

espacio o por los nutrientes), producción de metabolitos antibióticos (de naturaleza volátil o no volátil), y parasitismo directo (Ruíz, 2011).

#### **7.4 Sustratos orgánicos para la propagación de *Trichoderma spp.***

La propagación del hongo en sustratos se la realiza con el fin de mantener activas las cepas del hongo para que puedan ser procesadas dentro de un producto agrícola, estas una vez purificadas en cajas Petri en medio PDA, son colocadas dentro de sustratos como arroz o arrocillo, que cumplen con sus necesidades nutricionales como almidón, pectina y celulosa (Agamez Ramos, Zapata Navarro, Oviedo Zumaque, & Barrera Violeth, 2008).

##### **7.4.1 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)

##### **7.4.2 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).

Flores (2011) define como residuos orgánicos a «todo material que proviene de restos de productos de origen orgánico y que pueden ser metabolizados por medios biológicos, por ejemplo: restos de comida, de jardinería, madera, frutas y verduras».

##### **7.4.3 Sustrato de Arroz**

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  $\alpha$ -1,4 glucosídicas principalmente cadenas lineales. La amilopectina es un polímero de glucosa altamente

ramificado incluyendo también enlaces  $\alpha$ -1,6 glucosídicos en los puntos de ramificación. De esta manera el hongo *Trichoderma ssp.* hidroliza el polímero del almidón mediante enzimas como glucoamilasas,  $\alpha$  – amilasas,  $\beta$  – amilasas, permitiendo el crecimiento micelial y la producción de esporas (Soria E., 2016).

#### **7.4.4 Sustrato de arrocillo**

El almidón de arrocillo se caracteriza por sus pequeños gránulos, de entre 2 y 8  $\mu$ m, mucho menores que los de otros cereales, tubérculos y raíces, como el maíz y la papa. El tamaño de su granulo es comparable al de los glóbulos grasos. Puede usarse como sustituto natural de la grasa, e imita plenamente la sensación grasa o cremosa en boca (Singh, N., et al, 2010).

El arrocillo es el cereal más rico en almidón, en torno al 70%. Su endospermo se caracteriza por ser a la vez duro y vítreo, por lo que la temperatura de gelatinización del almidón es elevada (70°C) y su degradabilidad ruminal relativamente reducida (82%). Su contenido en proteína es bajo (7,5%) pero tiene un nivel aceptable en lisina (3,8%) con una digestibilidad elevada tanto en aves como en porcino (Juliano, B. O, 1985)

#### **7.4.5 Sustrato arroz de cebada**

La cebada (*Hordeum vulgare* L.) es el cuarto cereal más cultivado a nivel mundial después del trigo, maíz y arroz (FAO, 2018). Entre tanto, la importancia social y económica de la cebada se basa en su uso diversificado como alimento para consumo humano (Grando & Gómez, 2005).

La cebada es también una fuente importante de vitaminas como niacina y la tiamina y de minerales como el selenio, el magnesio, el zinc, el hierro, fósforo y cobre. El contenido de minerales del grano varía entre 2 y 3% dependiendo del genotipo. Los minerales presentes en el grano se encuentran principalmente en la aleurona, el embrión, y el pericarpio (Marconi et al., 2000).

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)

## 8. VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS

### 8.1 Hipótesis alternativa (Ha)

Uno de los 3 sustratos es óptimo para la proliferación de *Trichoderma*.

### 8.2 Hipótesis nula (Ho)

El hongo *Trichoderma* se prolifera de igual manera en cada uno de los sustratos.

## 9. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL

### 9.1 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).



Ubicación del proyecto.

### 9.2 Tipo de Investigación

Tipos Descriptiva: Tipo descriptiva porque nos permitió determinar las distintas respuestas a los objetivos planteados.

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

### 9.3 Materiales y Equipos

Se detalla los materiales y equipos utilizados en la investigación.

**Cuadro 3. Materiales**

MATERIALES	EQUIPOS
Caja Petri	Autoclave
Fundas siploc	Incubadora
Fundas de celofán	Cámara de flujo laminar
Ligas	
Papel fil	
Papel aluminio	
Alcohol	
Jeringas	
Guantes	
Mascarilla	
Cofia	
Mechero	
Papel absorbente	
Arroz	
Arrocillo	
Arroz de cebada	

**Elaborado por:** Arellano Erick (2025)

### 9.4 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)

### 9.4.1 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)

### 9.4.2 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.

**Cuadro 4.** *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:** Arellano Erick (2025)

### 9.4.3 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.

## 9.5 Preparación de sustratos con un tiempo de remojo de 45 minutos

### 9.5.1 Sustrato de arroz

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

**Cuadro 5.** Preparación del sustrato de arroz en un tiempo de remojo de 45 minutos.

- Con la ayuda de una balanza en un recipiente se pesa 150 gr de arroz.
- Lavamos el arroz con agua destilada, por tres ocasiones.
- Dejamos remojar el sustrato por 45 minutos.
- Pasado el tiempo de remojo, estilamos el sustrato y colocamos en las fundas, las cuales sellamos y llevaremos a autoclavar.

### 9.5.2 Sustrato de arrocillo

<b>Materiales</b>	<b>Cantidades</b>
<b>Arrocillo</b>	<b>5 lb</b>
<b>Bandeja metálica</b>	<b>3 unidades</b>
<b>Funda siploc</b>	<b>9 unidades</b>

**Cuadro 6.** *Preparación del sustrato de arrocillo en un tiempo de remojo de 45 minutos.*

- Con la ayuda de una balanza en un recipiente se pesa 150 gr de arrocillo.
- Lavamos el arrocillo con agua destilada, por tres ocasiones.
- Dejamos remojar el sustrato por 45 minutos.
- Pasado el tiempo de remojo, estilamos el sustrato y colocamos en las fundas, las cuales sellamos y llevaremos a autoclavar.

### 9.5.3 Sustrato de arroz de cebada

<b>Materiales</b>	<b>Cantidades</b>
<b>Arroz de cebada</b>	<b>5 lb</b>
<b>Bandeja metálica</b>	<b>3 unidades</b>
<b>Funda siploc</b>	<b>9 unidades</b>

**Cuadro 7.** *Preparación del sustrato de arroz de cebada en un tiempo de remojo de 45 minutos.*

- Con la ayuda de una balanza en un recipiente se pesa 150 gr de arroz de cebada
- Lavamos el arroz de cebada con agua destilada, por tres ocasiones.
- Dejamos remojar el sustrato por 45 minutos.
- Pasado el tiempo de remojo, estilamos el sustrato y colocamos en las fundas, las cuales sellamos y llevaremos a autoclavar.

## 9.6 Preparación de sustratos con un tiempo de remojo de 15 minutos

### 9.6.1 Sustrato de arroz

<b>Materiales</b>	<b>Cantidades</b>
-------------------	-------------------

<b>Arroz</b>	<b>5 lb</b>
<b>Bandeja metálica</b>	<b>3 unidades</b>
<b>Funda siploc</b>	<b>9 unidades</b>

**Cuadro 8.** *Preparación del sustrato de arroz en un tiempo de remojo de 15 minutos.*

- Con la ayuda de una balanza en un recipiente se pesa 150 gr de arroz.
- Lavamos el arroz con agua destilada, por tres ocasiones.
- Dejamos remojar el sustrato por 15 minutos.
- Pasado el tiempo de remojo, estilamos el sustrato y colocamos en las fundas, las cuales sellamos y llevaremos a autoclavar.

#### 9.6.2 Sustrato de arrocillo

<b>Materiales</b>	<b>Cantidades</b>
<b>Arrocillo</b>	<b>5 lb</b>
<b>Bandeja metálica</b>	<b>3 unidades</b>
<b>Funda siploc</b>	<b>9 unidades</b>

**Cuadro 9.** *Preparación del sustrato de arrocillo en un tiempo de remojo de 15 minutos.*

- Con la ayuda de una balanza en un recipiente se pesa 150 gr de arrocillo.
- Lavamos el arrocillo con agua destilada, por tres ocasiones.
- Dejamos remojar el sustrato por 15 minutos.
- Pasado el tiempo de remojo, estilamos el sustrato y colocamos en las fundas, las cuales sellamos y llevaremos a autoclavar.

#### 9.6.3 Sustrato de arroz de cebada

<b>Materiales</b>	<b>Cantidades</b>
<b>Arroz de cebada</b>	<b>5 lb</b>
<b>Bandeja metálica</b>	<b>3 unidades</b>
<b>Funda siploc</b>	<b>9 unidades</b>

**Cuadro 10.** *Preparación del sustrato de arroz de cebada en un tiempo de remojo de 15*

*minutos.*

- Con la ayuda de una balanza en un recipiente se pesa 150 gr de arroz de cebada
- Lavamos el arroz de cebada con agua destilada, por tres ocasiones.
- Dejamos remojar el sustrato por 15 minutos.
- Pasado el tiempo de remojo, estilamos el sustrato y colocamos en las fundas, las cuales sellamos y llevaremos a autoclavar.

### **9.7 Preparación de *Trichoderma ssp.***

*Trichoderma* líquida se sacan las muestras de *Trichoderma ssp.* ya propagadas y se procede a sacar, en un vaso 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.

### **9.8 Inoculación de sustratos**

Se procede a tomar una muestra de la *Trichoderma ssp.* líquida con la ayuda de una jeringuilla.

Se coloca 5cc a cada funda con los sustratos y se revuelve para que se mezcle. Se deja reposar 3 días en la incubadora a una temperatura de 27°C.

### **9.9 Distribución de los Tratamientos**

Se distribuyó en una estantería cada uno de los sustratos ya inoculados con *Trichoderma ssp.*

<i>T1</i>	<i>T2</i>	<i>T3</i>
<i>T2</i>	<i>T3</i>	<i>T1</i>
<i>T3</i>	<i>T2</i>	<i>T1</i>

**Figura 2.** *Distribución de los tratamientos*

### **9.10 Variables a estudiar**

## **1.1 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)

## **1.2 Arroz**

### **1.2.1 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 cm<sup>2</sup> de tamaño con medio de cultivo papa dextrosa agar (PDA), se sembraron 5 cc de esporas líquidas. 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 contabilizó de 15 al 20 % de propagación en las fundas, a una temperatura de 27 °C en la incubadora.

## **1.3 Arrocillo**

### **1.3.1 Sustrato de arrocillo**

El sustrato de arrocillo presenta medianamente la cantidad de propagación de

*Trichoderma spp*, para determinar la viabilidad de las esporas, en funda de 361 cm<sup>2</sup> de tamaño con medio de cultivo papa dextrosa agar (PDA), se sembraron 5 cc de esporas líquidas. 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 contabilizó de 10 al 15 % de propagación en las fundas, a una temperatura de 27 °C en la incubadora.

## 1.4 Arroz de Cebada

### 1.4.1 Sustrato arroz 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 cm<sup>2</sup> de tamaño con medio de cultivo papa dextrosa agar (PDA), se sembraron 5 cc de esporas líquidas. 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 contabilizó de 45 al 50 % de propagación en las fundas, a una temperatura de 27 °C en la incubadora.

## 10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 10.1 Análisis de sustratos en un tiempo de remojo de 45 minutos

Se realizó una prueba de medias de Tukey, en la cual se procedió a ver cuál sustrato demuestra mejor porcentaje de invasión.

El sustrato en el cual se presentó mayor proliferación es el del arroz de cebada con un 85% de contaminación, mientras que los sustratos de cebada son los más efectivos entre los 3, el arrozillo demostró un bajo porcentaje de invasión.

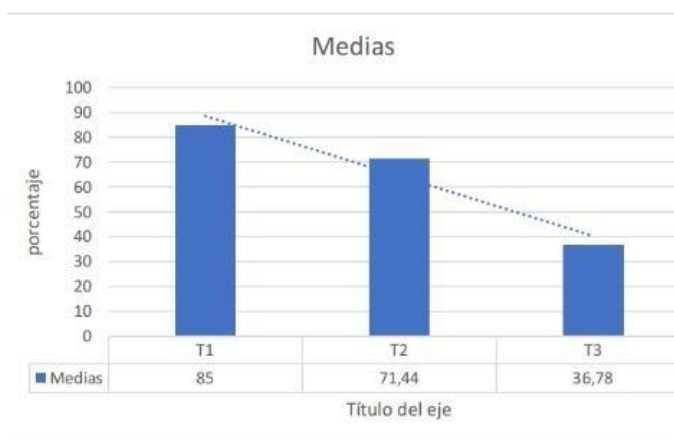
### Análisis de Varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> 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



**Gráfico1.** Resultados en un tiempo de remojo de 45 minutos.

## Discusión

La proliferación de *Trichoderma* en el arroz de cebada es más eficiente frente al arrocillo ya que el arroz de cebada contiene más fibra, carbohidratos completos, almidones solubles, proteínas y micronutrientes todos estos favorecen a la nutrición y desarrollo del hongo *Trichoderma*.

El gráfico de barras muestra las medias de la multiplicación de *Trichoderma sp.* en cada uno de los diferentes sustratos o tratamientos, los cuales fueron identificados como T1, T2, T3. Por medio de la gráfica podemos ver a simple vista que existe una gran diferencia de resultados.

El sustrato T1 presentó la mayor media de multiplicación con un valor de 85%, superando significativamente a T2 (71.44%) y T3 (36.78%). Por otro lado, el tratamiento T3 mostró la media más baja de multiplicación.

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.

## 10.2 Análisis de sustratos en un tiempo de remojo de 15 minutos

Se realizó una prueba de medias de Tukey, en la cual se procedió a ver cuál sustrato demuestra mejor porcentaje de invasión.

El sustrato en el cual se presentó mayor proliferación es el del arroz de cebada con un 80.25% de contaminación, mientras que los sustratos de cebada son los más efectivos entre los 3.

### Análisis de Varianza

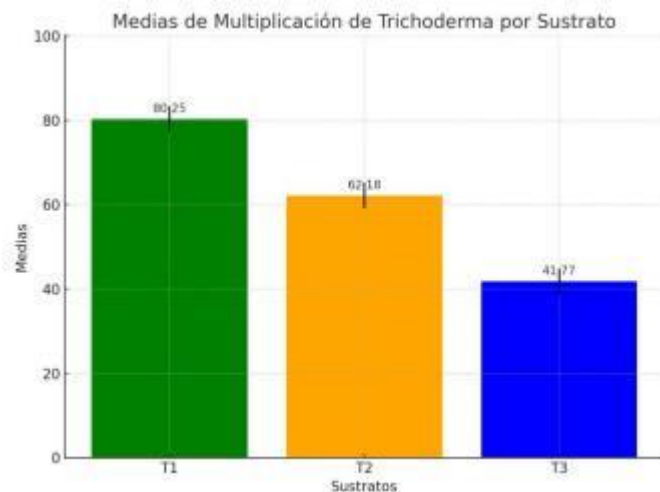
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> AJ	CV
Datos	27	0.82	0.80	12.35

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	9870.60	2	4935.30	58.43	<0.0001
Tratamientos	9870.60	2	4935.30	58.43	<0.0001
Error	2023.40	24	84.31		
Total	11894.00	26			

### Medias por Tratamiento (Sustratos)

Sustratos	Medias	N	E.E.	Letras
T1	80.25	9	3.06	A
T2	62.18	9	3.06	B
T3	41.77	9	3.06	C



**Gráfico 2.** Resultados en un tiempo de remojo de 15 minutos.

## Discusión

El gráfico de barras muestra las medias de la multiplicación de *Trichoderma sp.* en cada uno de los diferentes sustratos o tratamientos, los cuales fueron identificados como T1, T2, T3. Por medio de la gráfica podemos ver a simple vista que existe una gran diferencia de resultados.

El sustrato T1 presentó la mayor media de multiplicación con un valor de 80.25%, superando significativamente a T2 (62.18%) y T3 (41.77%). Esta diferencia sugiere que T1 proporciona condiciones más óptimas para el crecimiento y desarrollo de *Trichoderma sp.* En contraste, el sustrato T3 mostró la media más baja de multiplicación. Esto podría deberse a limitaciones físicas o químicas del sustrato, como baja retención de humedad o escasez de compuestos orgánicos esenciales para el crecimiento del hongo.

Estos resultados coinciden con estudios previos, como el de Harman et al. (2004), quienes destacan la influencia del tipo de sustrato en la eficacia de multiplicación de *Trichoderma*, señalando que materiales ricos en celulosa y carbono fácilmente asimilable tienden a favorecer su desarrollo.

## 11. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)

La propagación de *Trichoderma* en sustratos puede tener varios impactos técnicos, sociales, ambientales y económicos. A continuación, se presenta algunos de los posibles impactos:

### **11.1 Impactos técnicos**

1. Mejora de la fertilidad del suelo: *Trichoderma* puede mejorar la fertilidad del suelo al solubilizar minerales y nutrientes, lo que puede aumentar la productividad de los cultivos.
2. Control de enfermedades: *Trichoderma* puede controlar enfermedades causadas por hongos patógenos en las plantas, lo que puede reducir la necesidad de fungicidas químicos.
3. Mejora de la estructura del suelo: *Trichoderma* puede mejorar la estructura del suelo al producir enzimas que degradan la materia orgánica.

### **11.2 Impactos sociales**

1. Mejora de la seguridad alimentaria: La propagación de *Trichoderma* en sustratos puede mejorar la productividad de los cultivos, lo que puede aumentar la disponibilidad de alimentos y mejorar la seguridad alimentaria.
2. Reducción del uso de químicos: *Trichoderma* puede reducir la necesidad de fungicidas químicos, lo que puede mejorar la salud de los agricultores y reducir el impacto ambiental.
3. Creación de empleo: La producción y aplicación de *Trichoderma* puede crear empleo en la industria agrícola y en la investigación.

### **11.3 Impactos ambientales**

1. Reducción de la contaminación: *Trichoderma* puede reducir la contaminación del suelo y del agua al disminuir la necesidad de fungicidas químicos.
2. Mejora de la biodiversidad: *Trichoderma* puede mejorar la biodiversidad del suelo al promover el crecimiento de microorganismos beneficiosos.

3. Reducción del cambio climático: *Trichoderma* puede reducir la emisión de gases de efecto invernadero al mejorar la eficiencia en el uso de nutrientes y reducir la necesidad de fertilizantes químicos.

#### 11.4 Impactos económicos

1. Aumento de la productividad: La propagación de *Trichoderma* en sustratos puede aumentar la productividad de los cultivos, lo que puede aumentar los ingresos de los agricultores.

2. Reducción de costos: *Trichoderma* puede reducir los costos de producción al disminuir la necesidad de fungicidas químicos y mejorar la eficiencia en el uso de nutrientes.

3. Nuevas oportunidades de negocio: La producción y aplicación de *Trichoderma* puede crear nuevas oportunidades de negocio en la industria agrícola y en la investigación.

#### 12. PRESUPUESTO DEL PROYECTO

Presupuesto Proyecto de titulación			
Materiales	Cantidad	Costo unitario	Costo
Cajas petri plástico	10 unidades	\$0.50	\$5.00
Jeringuillas	4 unidades	\$0.50	\$2.00
Masqui	2 unidades	\$0.25	\$0.50
Fundas ciploc	30 unidades	\$0.14	\$4.20
Fundas celofan	30 unidades	\$0.14	\$4.20
Papel aluminio	1 unidad	\$0.90	\$0.90
Marcador	1 unidad	\$1	\$1.00
Arroz	5lb	\$0.60	\$3.00
Arrocillo	5lb	\$0.50	\$2.50
Arroz de cebada	5lb	\$0.50	\$2.50

Azúcar	1/2 libra	\$0.40	\$0.40
		Total	\$26.20

**Cuadro 11.** *Tabla de presupuesto proyecto de titulación.*

## 13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 13.1 Conclusiones

- El sustrato con la mayor proliferación de *Trichoderma* fue el arroz de cebada, con una media del 80% a comparación de los otros sustratos.
- El tiempo óptimo de remojo de los sustratos es de 45 minutos, para así garantizar una proliferación de *Trichoderma* de forma rápida.

### 13.2 Recomendaciones

- Se recomienda proliferar *Trichoderma* en sustratos biodegradables para que de esta manera se obtengan mejores resultados.
- Proliferar hongo *Trichoderma* para el uso de este mismo frente a enfermedades y así reducir el uso de insumos químicos.

## 14. BIBLIOGRAFÍA

Alfiky, A. & Weisskopf, L. (2021). Deciphering trichoderma–plant–pathogen interactions for better development of biocontrol applications. *Journal of Fungi*, 7(1)61: 1-18.

Brotman, Y., Kapuganti, J. G., & Viterbo, A. (2010). *Trichoderma*. *Current Biology*, 20(9), R390-R391.

Cortés-Hernández, F. D. C., Alvarado-Castillo, G., & Sánchez-Viveros, G. (2023). *Trichoderma spp.*, una alternativa para la agricultura sostenible: una revisión. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 25(2), 73-87.

Chiriboga, H., Gómez, G., & Garcés, K. (2015). *Trichoderma spp.* para el control biológico de enfermedades. *Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Paraguay.*

Guédez, C., Castillo, C., Cañizales, L., & Olivares, R. (2008). Control biológico: una herramienta para el desarrollo sustentable y sostenible. *Academia*, 7(13), 50-74.

Harman, G.E. (2006). Overview of mechanisms and uses of *Trichoderma spp.* *Phytopathology*, 96(2): 190–194

Infante, D., Martínez, B., González, N., & Reyes, Y. (2009). Mecanismos de acción de *Trichoderma* frente a hongos fitopatógenos. *Revista de protección vegetal*, 24(1), 14-21.

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?requ est\\_locale=es](https://www.meteogalicia.gal/web/informacion/glosario/est27.action?requ est_locale=es)

Michel, Á. E. (19 de Mayo de 2022). AGRO EXCELENCIA. Obtenido de [https://agroexcelencia.com/tips-para-el-calculo-de-lamina-de-riegoenaguacate/#:~:text=La%20l%20mina%20de%20riego%20es,coeficiente%20de%20cultivo%20\(Kc\)](https://agroexcelencia.com/tips-para-el-calculo-de-lamina-de-riegoenaguacate/#:~:text=La%20l%20mina%20de%20riego%20es,coeficiente%20de%20cultivo%20(Kc)).

Nugra Sánchez, A. N. (2018). *Evaluación de sustratos orgánicos para la propagación del Trichoderma spp* (Bachelor's thesis).

Palacios-Espinosa, A., Ruiz-Espinoza, F. H., & Romero-Bastidas, M. (2021). Caracterización morfológica y potencial de biocontrol de especies de *Trichoderma* aisladas de suelos del semiárido. *Revista mexicana de fitopatología*, 39(3), 435-451.

Ríos, E. L. V. (2014). Caracteres principales, ventajas y beneficios agrícolas que aporta el uso de *Trichoderma* como control biológico. *Revista Científica Agroecosistemas*, 2(1).

Ronnie-Gakegne, E., & Martínez-Coca, B. (2018). Antibiosis y efecto de pH-temperatura sobre el antagonismo de cepas de *Trichoderma asperellum* frente a *Alternaria solani*. *Revista de protección vegetal*, 33(2).

Ruano-Rosa, D., Del Moral-Navarrete, L., & López-Herrera, C. J. (2003). ESTUDIO DE TEMPERATURAS DE CRECIMIENTO IN VITRO EN AISLADOS DE *TRICHODERMA SP.* Y DE *ROSELLINIA NECATRIX*. EVALUACIÓN DEL ANTAGONISMO MEDIANTE CULTIVOS DUALES. In *Proceedings V World Avocado Congress (Actas V Congreso Mundial del Aguacate)* (pp. 525-529).

Savín-Molina, J., Hernández-Montiel, L. G., Ceiro-Catasú, W., Ávila-Quezada, G. D.,

Science, A. n. (2019). EL CULTIVO DE LA REMOLACHA AZUCARERA. InfoAgro1.

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/gestionsostenibleregadios/Evapotranspiraci%C3%B3n\\_tcm30-82951.pdf](https://www.mapa.gob.es/es/desarrollo-rural/temas/gestionsostenibleregadios/Evapotranspiraci%C3%B3n_tcm30-82951.pdf)

Sivila, N., & Alvarez, S. (2013). Producción artesanal de *Trichoderma*. *Tecnologías para la agricultura familiar. Tecnologías agroecológicas para la agricultura familiar. Ed. Universitaria de Jujuy. Jujuy.*

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.

