



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES
INGENIERÍA AGRONÓMICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

**“EVALUACIÓN DEL HONGO *Trichoderma spp.* NATIVO Y COMERCIAL
CON LA APLICACIÓN DE CUATRO DIFERENTES CONCENTRACIONES
EN EL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE LECHUGA (*Lactuca sativa*
L.) VARIEDAD ROMANA EN SALACHE – LATACUNGA – COTOPAXI
2022”**

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

Autor:
Chacha Sánchez Richard Daniel

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

CO-tutor:
Tannya Llanos Proaño, Ing. Mg.

LATACUNGA – ECUADOR

Agosto 2022

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Richard Daniel Chacha Sánchez, con cédula de ciudadanía No. 0504115718, declaro ser autor del presente proyecto de investigación: “Evaluación del hongo *Trichoderma spp.* nativo y comercial con la aplicación de cuatro diferentes concentraciones en el comportamiento agronómico de lechuga (*Lactuca sativa L.*) variedad romana en Salache – Latacunga – Cotopaxi 2022”, 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, 25 de agosto del 2022

Richard Daniel Chacha Sánchez
Estudiante
CC: 0504115718

Ing. Edwin Marcelo 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 **RICHARD DANIEL CAHCHA SANCHEZ**, identificado con cédula de ciudadanía **0504115718** de estado civil soltero, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, el Ingeniero Ph.D. Cristian Fabricio 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 Ingeniería Agronómica, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “Evaluación del hongo *Trichoderma spp.* nativo y comercial con la aplicación de cuatro diferentes concentraciones en el comportamiento agronómico de lechuga (*Lactuca sativa L.*) variedad romana en Salache – Latacunga – Cotopaxi 2022”, 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: Octubre 2017 - Marzo 2018

Finalización de la carrera: Abril 2022 – Agosto 2022

Aprobación en Consejo Directivo: 3 de junio del 2022

Tutor: Ingeniero Ph.D. Edwin Marcelo Chancusig Espín

Tema: “Evaluación del hongo *Trichoderma spp.* nativo y comercial con la aplicación de cuatro diferentes concentraciones en el comportamiento agronómico de lechuga (*Lactuca sativa L.*) variedad romana en Salache – Latacunga – Cotopaxi 2022”

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 25 días del mes de agosto del 2022.

Richard Daniel Chacha Sánchez
EL CEDENTE

Ing. Cristian Tinajero Jiménez, Ph.D.
LA CESIONARIA

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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

“EVALUACIÓN DEL HONGO *Trichoderma spp.* NATIVO Y COMERCIAL CON LA APLICACIÓN DE CUATRO DIFERENTES CONCENTRACIONES EN EL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE LECHUGA (*Lactuca sativa L.*) VARIEDAD ROAMANA EN SALACHE – LATACUNGA – COTOPAXI 2022”, de Richard Daniel Chacha Sánchez, de la carrera de Ingeniería 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, 25 de agosto del 2022

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: Chacha Sánchez Richard Daniel, con el título del Proyecto de Investigación: “**EVALUACIÓN DEL HONGO *Trichoderma spp.* NATIVO Y COMERCIAL CON LA APLICACIÓN DE CUATRO DIFERENTES CONCENTRACIONES EN EL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE LECHUGA (*Lactuca sativa L.*) VARIEDAD ROAMANA EN SALACHE – LATACUNGA – COTOPAXI 2022**”, 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 realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 25 de agosto del 2022

Lector 1 (Presidente)
Ing. Clever Castillo De La Guerra, Mg.
CC: 05017154994

Lector 2
Ing. Jorge Troya Sarzosa, Ph.D.
CC: 0501645568

Lector 3
Ing. Guido Yauli Chicaiza, Mg.
CC: 0501604409

AGRADECIMIENTO

Esta tesis se la dedico a todos los ingenieros que conformaron parte del tribunal como lectores y tutor ya que gracias a su apoyo y recomendaciones se pudo concretarla en todas sus fases.

Richard Daniel Chacha Sánchez

DEDICATORIA

A mis queridos padres Emma y José que han sido el pilar fundamental en toda mi carrera universitaria a mis hermanos Juan Andrés y Tania Elizabet por sus consejos y palabras de aliento a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a la carrera de Agronomía por abrirme las puertas en tan noble institución.

Richi

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: “EVALUACIÓN DEL HONGO *Trichoderma spp.* NATIVO Y COMERCIAL CON LA APLICACIÓN DE CUATRO DIFERENTES CONCENTRACIONES EN EL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE LECHUGA (*Lactuca sativa L.*) VARIEDAD ROMANA EN SALACHE – LATACUNGA – COTOPAXI 2022”.

AUTOR: Chacha Sánchez Richard Daniel

RESUMEN

Uno de los problemas actuales en la agricultura es el uso indiscriminado de productos químicos que afectan al medio ambiente y en especial a la salud humana. El propósito de esta investigación es identificar el mejor tipo de *Trichoderma spp.* y determinar la concentración más efectiva para un mejor resultado en el comportamiento agronómico del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa L.*) variedad romana planteando una alternativa nueva de bio insumo orgánico. La investigación se lo realizó en el campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi, realizando un arreglo factorial 2x4+1 adicional (testigo) implementado en un DBCA con cuatro repeticiones, donde los factores en estudio fueron tipos de *Trichoderma spp.* (nativo y comercial) y concentraciones 10^6 , 10^8 , 10^{10} , 10^{12} esporas/ml), obteniendo un total de 36 unidades experimentales con 15 plantas por cada unidad experimental. Las variables determinadas fueron altura (cm), número de hojas, ancho de hojas (cm), largo de hojas (cm) y rendimiento (kg/h) aplicando *Trichoderma spp.* Los resultados obtenidos se analizaron en el programa InfoStat y tras obtener en el ADEVA resultados significativos, se realizó la prueba de Tukey al 5% para la obtención de los diferentes rangos de significancia. Para la variable altura se determinó que T4 (*Trichoderma spp.* nativo a la concentración 10^{12}) tuvo mejor resultado con 32,91 cm para la variable número de hojas tenemos que el T4 (*Trichoderma spp.* nativo a la concentración 10^{12}) tuvo mejor resultado con 20,45 hojas para la variable ancho de hojas se determinó que el T4 (*Trichoderma spp.* nativo a la concentración 10^{12}) tuvo mejor resultado con 15,75 cm para la variable largo de hojas se determinó que el tratamiento T4 (*Trichoderma spp.* nativo a la concentración 10^{12}) tuvo mejor resultado con 25,74 cm y para la última variable rendimiento kg/h se determinó que el T4 (*Trichoderma spp.* nativo a la concentración 10^{12}) tuvo mayor rendimiento con 4710,75 kg/h y el de menor rendimiento fue T9 (Testigo) con rendimiento de 2423,5 kg/h.

Palabras clave: *Trichoderma spp.*, *Lactuca sativa L.*, concentración, resultado, rendimiento.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCE AND NATURAL RESOURCES

THEME: “EVALUATION OF THE FUNGUS *Trichoderma spp.* NATIVE AND COMMERCIAL WITH THE APPLICATION OF FOUR DIFFERENT CONCENTRATIONS IN THE AGRONOMIC BEHAVIOR OF LETTUCE (*Lactuca sativa L.*) ROMAN VARIETY IN SALACHE - LATACUNGA - COTOPAXI 2022.”

AUTHOR: Chacha Sánchez Richard Daniel

ABSTRACT

One of the current problems in agriculture is the indiscriminate use of chemical products that affect the environment, especially human health. This research aims to identify the best type of *Trichoderma spp.* and to determine the most effective concentration for a better result in the agronomic behavior of the lettuce crop (*Lactuca sativa L.*) Roman variety, proposing a new alternative of organic bio-input. The research was carried out at the Salache campus of the Technical University of Cotopaxi, carrying out an additional 2x4+1 factorial arrangement (control) implemented in a DBCA with four repetitions, where the factors under study were types of *Trichoderma spp.* (native and commercial) and concentrations 10^6 , 10^8 , 10^{10} , and 10^{12} spores/ml), obtaining 36 experimental units with 15 plants for each experimental unit. The variables determined were height (cm), number of leaves, the width of leaves (cm), length of leaves (cm), and yield (kg/h) applying *Trichoderma spp.* The results were analyzed in the InfoStat program, and after obtaining significant results in the ADEVA, the Tukey test was performed at 5% to get the different ranges of significance. The height variable determined that T4 (*Trichoderma spp.* native at a concentration of 10^{12}) had a better result with 32.91 cm. For the variable number of leaves, it was found that T4 (*Trichoderma spp.* native at a concentration of 10^{12}) had a better result with 20.45 leaves for the leaf width variable; it was determined that T4 (native *Trichoderma spp.* at concentration 10^{12}) had better results with 15.75 cm for the leaf length variable, it was determined that the T4 treatment (native *Trichoderma spp.* at concentration 10^{12}) had better results with 25.74 cm and for the last variable yield kg/h it was determined that T4 (*Trichoderma spp.* native at concentration 10^{12}) had higher yield with 4710.75 kg/h and the one with the lowest result was T9 (Control) with an output of 2423.5 kg/h.

Keywords: *Trichoderma spp.*, *Lactuca sativa L.*, concentration, result, performance.

NDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	v
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	vi
AGRADECIMIENTO	vii
DEDICATORIA	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
ÍNDICE DE CONTENIDOS	xi
ÍNDICE DE TABLAS	xvi
ÍNDICE DE FIGURAS	xvii
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. DESCRIPCION DEL PROYECTO	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	3
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACION	4
4.1 Beneficiarios directos:	4
4.2 Beneficiarios indirectos:	4
5. PROBLEMÁTICA	4
6. OBJETIVOS	5
6.1 Objetivo General	5
6.2 Objetivos Específicos	5
7. ACTIVIDADES Y TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	6
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA	7
8.1 Lechuga	7
8.1.1 Origen	7
8.1.2 Producción Mundial	8
8.1.3 Producción en Ecuador	8

8.1.4 Producción local	9
8.1.5. Clasificación Taxonómica	9
8.1.6. Morfología de la lechuga	10
8.1.6.1. Hojas	10
8.1.6.2. Raíz	10
8.1.6.3. Flores	10
8.1.6.4. Semilla	10
8.1.6.5. Tallo	10
8.2. Lechuga Variedad Romana	11
8.2.1. Valor Nutricional	11
8.3 Requerimientos edafoclimáticos	12
8.3.1. Suelo	12
8.3.2. Ph	12
8.3.3. Temperatura	12
8.3.4. Riego	12
8.3.5. Preparación del terreno	13
8.3.6. Trasplante de plántulas	13
8.3.7. Labores culturales	13
8.3.8. Aporque	13
8.3.9. Época de cosecha	14
8.4 Principales plagas y Enfermedades	14
8.4.1. Plagas	14
8.4.1.1. Trips (<i>Frankliniella occidentalis</i>)	14
8.4.1.2. Minadores (<i>Liriomyza trifolii</i>)	14
8.4.1.3. Mosca Blanca (<i>Trialeurodes vaporariorum</i>)	14
8.4.2. Enfermedades	14
8.4.2.1. Botritis (<i>Botrytis cinerea</i>)	14

8.4.2.2. Mildiu Velloso (<i>Bremia lactucae</i>)	15
8.4.2.3. Esclerotinia (<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>)	15
8.5. Importancia de los microorganismos	15
8.6. Importancia de los microorganismos en la agricultura	16
8.7. <i>Trichoderma spp.</i>	16
8.7.1. Taxonomía del <i>Trichoderma spp.</i>	17
8.7.2. Mecanismos de acción del <i>Trichoderma spp.</i>	17
8.7.3. Competencia por nutrientes y espacio	18
8.7.4. <i>Trichoderma spp.</i> como promotor de crecimiento vegetal	18
8.7.5. Condiciones de crecimiento de <i>Trichoderma spp.</i>	19
8.7.5.1. Temperatura de crecimiento	19
8.7.5.2. Condiciones de luz	20
8.7.6. Aplicaciones y uso de <i>Trichoderma spp.</i> en el control de patógenos	20
9. HIPOTESIS	20
10. METODOLOGIAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	20
10.1 Localización del ensayo	20
10.1.1. Ubicación Política	21
10.1.2. Ubicación Geográfica	21
10.1.3. Croquis	21
10.2. Condiciones agroecológicas	22
10.3 Tipo de Investigación	22
10.3.1 Experimental	22
10.3.2 Cualitativa	22
10.4 Modalidad básica de la investigación	22
10.4.1 Observación científica	22
10.4.2 Cuantitativa	22
10.4.3 De laboratorio y campo	22

10.4.4 Inductivo	23
10.4.5 Deductivo	23
10.4.6 Bibliografía Documental	23
10.5 Técnicas de la investigación	23
10.5.1 Observación en campo	23
10.5.2 Registro de datos	23
10.6 MATERIALES Y EQUIPOS.	23
10.6.1 Material biológico	24
10.6.2. Equipos de laboratorio	24
10.6.3. Insumos de laboratorio	24
10.6.4. Material en general	25
10.6.5. Material agrícola	25
10.6.6. Herramientas agrícolas	25
10.7. Diseño experimental	25
10.7.1. Unidad experimental	26
10.8. Factores en estudio	26
10.9 Tratamientos en estudio	27
10.10 ADEVA	27
10.11 Variables en estudio	28
10.12 Manejo del experimento	28
10.13. Datos a evaluar	36
10.13.1. Altura de plantas (cm)	36
10.13.2. Número de hojas	36
10.13.3. Ancho de hojas	36
10.13.4. Largo de las hojas	36
10.13.5. Peso rendimiento Kg/ha	37
11. ANALISIS Y DISCUSION DE LOS RESULTADOS	37

11.1	Análisis de altura de (<i>Lactuca sativa L.</i>)	37
11.2	Análisis de numero de hojas (<i>Lactuca sativa L.</i>)	43
11.3	Análisis de ancho de hojas (<i>Lactuca sativa L.</i>)	47
11.4	Análisis de largo de hojas (<i>Lactuca sativa L.</i>)	52
11.5	Análisis rendimiento kg/ha	58
12.	IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIAL, AMBIENTAL)	64
12.1	Impacto técnico	62
12.2	Impacto social	62
12.3	Impacto ambiental	62
13.	CONCLUSIONES	62
14.	RECOMENDACIONES	63
15.	BIBLIOGRAFIA	64
16.	ANEXOS	67

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Actividades en relación a los objetivos	6
Tabla 2. Clasificación Taxonómica de lechuga	9
Tabla 3. Valor nutricional de lechuga	11
Tabla 4. Taxonomía de <i>Trichoderma</i> spp.	17
Tabla 5. Ubicación Política	21
Tabla 6. Ubicación Geográfica	21
Tabla 7. Condiciones agroecológicas	22
Tabla 8. Código de los tratamientos	27
Tabla 9. Esquema del Adeva	27
Tabla 10. Variables en estudio	28
Tabla 11. Adeva para la altura de plantas	37
Tabla 12. Tukey al 5% para los tratamientos en la variable altura (cm) después de la aplicación de <i>Trichoderma</i> spp. nativo y comercial en el cultivo de lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L.)	38
Tabla 13. Tukey al 5% para factor (A) tipo de <i>Trichoderma</i> spp. para la variable altura (cm) de lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L.)	39
Tabla 14. Tukey al 5% para factor (B) concentración de <i>Trichoderma</i> spp. para la variable altura (cm) de lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L.)	41
Tabla 15. Adeva número de hojas	43
Tabla 16. Tukey al 5% para los tratamientos en la variable número de hojas después de la aplicación de <i>Trichoderma</i> spp. nativo y comercial en el cultivo de lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L.)	44
Tabla 17. Tukey al 5% para factor (B) concentración de <i>Trichoderma</i> spp. para la variable número de hojas lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L.)	45
Tabla 18. Adeva ancho de hojas	47
Tabla 19. Tukey al 5% para los tratamientos en la variable ancho de hojas (cm) después de la aplicación de <i>Trichoderma</i> spp. nativo y comercial en el cultivo de lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L.)	48
Tabla 20. Tukey al 5 % para factor (A) tipo de <i>Trichoderma</i> spp. para la variable ancho de hojas (cm) de lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L.) a los 20 días	49
Tabla 21. Tukey al 5% para factor (B) concentración de <i>Trichoderma</i> spp. para la variable ancho de hojas (cm) de lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L.)	50
Tabla 22. Adeva largo de hojas	52

Tabla 23. Tukey al 5% para los tratamientos en la variable largo de hojas (cm) después de la aplicación de <i>Trichoderma spp.</i> nativo y comercial en el cultivo de lechuga (<i>Lactuca sativa L.</i>)	53
Tabla 24. Tukey al 5% para factor (A) tipo de <i>Trichoderma spp.</i> para la variable largo de hojas (cm) de lechuga (<i>Lactuca sativa L.</i>)	54
Tabla 25. Tukey al 5% para factor (B) concentración de <i>Trichoderma spp.</i> para la variable largo de hojas (cm) de lechuga (<i>Lactuca sativa L.</i>)	55
Tabla 26. Adeva rendimiento kg/ha	58
Tabla 27. Tukey al 5% para los tratamientos en la variable rendimiento kg/ha después de la aplicación de <i>Trichoderma spp.</i> nativo y comercial en el cultivo de lechuga (<i>Lactuca sativa L.</i>)	58
Tabla 28. Tukey al 5% para factor (A) tipo de <i>Trichoderma spp.</i> para la variable rendimiento kg/ha de lechuga (<i>Lactuca sativa L.</i>)	59
Tabla 29. Tukey al 5% para factor (B) concentración de <i>Trichoderma spp.</i> para la variable rendimiento kg/ha de lechuga (<i>Lactuca sativa L.</i>)	60

ÍNDICE DE FIGURAS

Gráfico 1. Croquis del ensayo	21
Gráfico 2. Variable altura después de la aplicación de <i>Trichoderma spp.</i> nativo y comercial en el cultivo de lechuga (<i>Lactuca sativa L.</i>)	39
Gráfico 3. Factor (A) tipo de <i>Trichoderma spp.</i> para la variable altura	40
Gráfico 4. Factor (B) concentración de <i>Trichoderma spp.</i> para la variable altura	42
Gráfico 5. Testigo vs tratamientos variable altura (cm)	42
Gráfico 6. Variable número de hojas después de la aplicación de <i>Trichoderma spp.</i> nativo y comercial en el cultivo de lechuga (<i>Lactuca sativa L.</i>)	45
Gráfico 7. Factor (B) concentración para la variable número de hojas	46
Gráfico 8. Testigo vs Tratamientos variable número de hojas	47
Gráfico 9. Variable ancho (cm) de hojas después de la aplicación de <i>Trichoderma spp.</i> nativo y comercial en el cultivo de lechuga (<i>Lactuca sativa L.</i>)	49
Gráfico 10. Factor (A) tipo de <i>Trichoderma spp.</i> para variable ancho (cm) de hojas	50
Gráfico 11. Factor (B) concentración para variable ancho (cm) de hojas	51

Gráfico 12. Testigo vs tratamientos variable ancho de hojas (cm).....	52
Gráfico 13. Variable largo (cm) de hojas después de la aplicación de <i>Trichoderma spp.</i> nativo y comercial en el cultivo de lechuga (<i>Lactuca sativa L.</i>)	54
Gráfico 14. Factor (A) tipo de <i>Trichoderma spp.</i> para la variable largo de hojas (cm)	55
Gráfico 15. Factor (B) concentración para variable largo (cm) de hojas.	57
Gráfico 16. Testigo vs tratamientos variable largo de hojas (cm).....	57
Gráfico 17. Variable rendimiento kg/ha después de la aplicación de <i>Trichoderma spp.</i> nativo y comercial en el cultivo de lechuga (<i>Lactuca sativa L.</i>)	59
Gráfico 18. Factor (A) tipo de <i>Trichoderma spp.</i> para la variable rendimiento kg/ha.....	60
Gráfico 19. Factor (B) concentración de <i>Trichoderma spp.</i> para la variable rendimiento kg/ha	61
Gráfico 20. Testigo vs tratamientos variable rendimiento Kg/ha.....	61

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Hoja de vida del estudiante.....	67
Anexo 2. Hoja de vida del Tutor	68
Anexo 3. Fotografías de Laboratorio	69
Anexo 4. Fotografías de laboratorio y campo	69
Anexo 5. Presupuesto	71
Anexo 6. Aval de Traducción.....	73

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título:

“Evaluación del hongo *Trichoderma spp.* nativo y comercial con la aplicación de cuatro diferentes concentraciones en el comportamiento agronómico de lechuga (*Lactuca sativa L.*) variedad romana en Salache – Latacunga – Cotopaxi 2022”

Fecha de Inicio:

Abril de 2022

Fecha de Finalización:

Agoto de 2022

Lugar de ejecución:

El campus Experimental Salache se encuentra ubicado en el barrio Eloy Alfaro, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi.

Unidad académica que auspicia:

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales (CAREN)

Carrera que auspicia:

Ingeniería Agronómica

Proyecto de investigación vinculado:

Producción de bioinsumos y biocontroladores como alternativa para la producción agrícola de alimentos sanos, saludables y sin contaminantes.

Equipo de Trabajo:

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

Autor: Richard Daniel Chacha Sánchez

Lector A: Ing. Clever Castillo De La Guerra, Mg.

Lector B: Ing. Fabián Troya Sarzosa, Ph.D.

Lector C: Ing. Guido Yauli Chicaiza, Mg.

Área de conocimiento:

Agricultura Silvicultura y pesca

Línea de investigación:

Análisis, conservación y aprovechamiento de la agro biodiversidad local.

La biodiversidad forma parte intangible del patrimonio nacional: en la agricultura, en la medicina, en actividades pecuarias, incluso en ritos, costumbres y tradiciones culturales.

Esta línea está enfocada en la generación de conocimiento para un mejor aprovechamiento de la biodiversidad local, basado en la caracterización agronómica, morfológica, genómica, física, bioquímica y usos ancestrales de los recursos naturales locales. Esta información será fundamental para establecer planes de manejo, de producción y de conservación del patrimonio natural.

Sub Línea de investigación de la carrera:

Caracterización de la biodiversidad

Línea de Vinculación:

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

2. DESCRIPCION DEL PROYECTO

Uno de los problemas actuales en la agricultura es el uso indiscriminado de productos químicos que afectan al medio ambiente y en especial a la salud humana. El propósito de esta investigación es identificar el mejor tipo de *Trichoderma spp.* y determinar la concentración más efectiva para un mejor resultado en el comportamiento agronómico del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa L.*) variedad romana planteando una alternativa de producción agrícola.

Para la investigación se realizó las siguientes actividades en laboratorio y campo

- Fase de campo: aquí se realizó la captura de *trichoderma spp.* nativo para aislar y reproducir.

- Fase de campo: aquí se realizó la implementación del cultivo de (*Lactuca sativa L.*) variedad romana.
- Fase de aplicación: en esta fase se realizó en conteo de esporas de *Trichoderma spp.* nativo y comercial a partir de la solución madre para aplicar en el cultivo de (*Lactuca sativa L.*) variedad romana. Para posteriormente evaluar el comportamiento agronómico del cultivo.

La temática planteada dentro de esta investigación espera optar por una concentración que sea eficiente para obtener mejores resultados en el comportamiento agronómico del cultivo de (*Lactuca sativa L.*) y así dar a conocer al agricultor una alternativa de producción orgánica.

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La presente investigación está enfocada en el uso de *Trichoderma spp.* para promover el crecimiento en una especie vegetal ya que el uso de microorganismos en el sector agrícola es muy importante y cumplen varias funciones a favor del suelo y desde luego a las plantas por lo que es significativo apreciar sus efectos en diferentes cultivos, ya que facilita la descomposición de materia orgánica asociación a la rizosfera de las plantas facilitando el crecimiento, desarrollo y funcionamiento de procesos vitales como la competencia por espacio y nutrientes, limitando así el desarrollo de especies fitopatógenas.

La seguridad alimentaria mundial es de gran importancia, por lo que un incremento de la inversión para investigación y desarrollo agrícola es necesario para aumentar la productividad de los agricultores en el mundo, especialmente en los países en desarrollo. (Hernández et al., 2019)

Esta investigación contribuirá al agricultor un método de bioinsumo que sea capaz de estimular y promover el crecimiento en distintos tipos de cultivos, evitando así, pérdidas económicas debido al bajo rendimiento. Frente a los daños que provoca el uso excesivo o continuo de productos agroquímicos, aparece la necesidad de buscar alternativas para un mejor manejo, basándose principalmente en el uso del hongo de origen biológico *Trichoderma spp.*

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

4.1 Beneficiarios directos:

Los beneficiarios directos son los productores hortícolas a quienes les interese el uso de microorganismos benéficos.

4.2 Beneficiarios indirectos:

Los beneficiarios indirectos son los estudiantes de Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica de Cotopaxi en conjunto con el proyecto de Bio insumos.

5. PROBLEMÁTICA

Desde los años cuarenta, el uso de productos agroquímicos ha aumentado de una manera continua, llegando a cinco millones de toneladas en 1995 a escala mundial. Se observa una tendencia actual a la reducción en el uso de los mismos en los países desarrollados; no obstante, éstos se siguen aplicando en forma intensiva en los países tropicales y no desarrollados. Se ha establecido que sólo un 0.1 por ciento de la cantidad de plaguicidas aplicado llega a la plaga, mientras que el restante circula por el medio ambiente, contaminando posiblemente el suelo aire y agua .(Torres & Capote, 2004)

Según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) en Ecuador se siembran 2'595.075 ha. de las cuales 1'191.131 hectáreas son tratadas con productos agroquímicos ya sean plaguicidas, fungicidas y fertilizantes edáficos existiendo cultivos donde un alto porcentaje de productores (66 a 100%) utilizan regularmente estas sustancias. De acuerdo a cifras del MAGAP. En el 2016, el uso de químicos en cultivos permanentes fue de un 50% de los productores, mientras que apenas un 2% realizó un tipo de aplicación con insumos orgánicos. Por otro lado, en los cultivos transitorios incremento notablemente el uso de químicos a un 78% mientras que el uso de insumos orgánicos tiene un incremento de 2,66%. (Valarezo & Muñoz, 2011)

El uso de productos biológicos es una respuesta a la creciente preocupación de la sociedad acerca del uso de productos químicos para controles fitosanitarios, estimulantes de desarrollo los agricultores, son cada día más conscientes de la problemática que tiene el

uso de productos químicos en términos de cuidado ambiental; salud y la bio diversidad del suelo. (Chiriboga et al., 2008)

En a la actualidad uno de los problemas en la agricultura es el uso indiscriminado de productos químicos ya sean insecticidas, fungicidas o fertilizantes edáficos ocasionando daños al medio ambiente y a la salud humana esto tiene que ver con factores que derivan en un mismo problema ya sea obtener rubros económicos elevados en las cosechas o la falta de conocimiento de nuevas alternativas de producción ligadas al uso de microorganismo.

6. OBJETIVOS

6.1 Objetivo General

- Evaluar el hongo *Trichoderma spp.* nativo y comercial con la aplicación de cuatro diferentes concentraciones en el comportamiento agronómico de lechuga (*Lactuca sativa L.*) variedad romana en Salache – Latacunga – Cotopaxi 2022”

6.2 Objetivos Específicos

- Evaluar el efecto del hongo *Trichoderma spp.* nativo y comercial con cuatro concentraciones en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa L.*)
- Determinar el comportamiento agronómico del crecimiento del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa L.*)
- Analizar el rendimiento agrícola (kg/ha) del cultivo de lechuga con la aplicación de *Trichoderma spp.* nativo y comercial.

7. ACTIVIDADES Y TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 1. Actividades en relación a los objetivos

OBJETIVO	ACTIVIDAD	RESULTADO	MEDIO DE VERIFICACIÓN
<p>Evaluar el efecto del hongo <i>Trichoderma spp.</i> nativo y comercial con cuatro concentraciones en el cultivo de lechuga (<i>Lactuca sativa L.</i>)</p>	<p>Captura de <i>Trichoderma spp.</i> nativo para aislamiento, purificación y propagación.</p> <p>Determinación del área para los tratamientos, e implementación del cultivo de (<i>Lactuca sativa L.</i>) variedad romana.</p> <p>Elaboración de las suspensiones madres del hongo <i>Trichoderma spp.</i> nativo y comercial.</p> <p>Elaboración de diferentes concentraciones a partir de las suspensiones madre mediante el</p>	<p>Porcentaje de prendimiento (%)</p>	<p>Fotografías</p> <p>Libreta de campo</p>

	conteo de esporas y aplicación en el cultivo.		
Determinar el comportamiento agronómico del crecimiento del cultivo de lechuga (<i>Lactuca sativa L.</i>)	Observación y registro de datos altura de planta (cm), número de hojas, ancho de hojas (cm), largo de hojas (cm).	Crecimiento	Fotografías Registro de datos Libreta de campo
Analizar el rendimiento agrícola (kg/ha) del cultivo de lechuga con la aplicación de <i>Trichoderma spp.</i> nativo y comercial	Determinar el peso de cada planta y el rendimiento de cada tratamiento en estudio (kg/ha).	Número de plantas	Análisis estadístico en el programa Infostad

Elaborado por: Chacha. R, (2022)

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

8.1 Lechuga

8.1.1 Origen

La lechuga pertenece a la familia dicotiledónea más grande del reino vegetal, la *Asteraceae*, conocida anteriormente como *Compositae*. La lechuga presenta una gran diversidad, dado principalmente por los diferentes tipos de hojas y hábitos de crecimiento de las plantas. Esto ha llevado a diversos autores a distinguir variedades botánicas en la especie, existiendo varias que son importantes como cultivos hortícolas de gran rentabilidad por su alta demanda y valor nutricional en distintas regiones del mundo. (Saavedra *et al.*, 2017)

8.1.2 Producción Mundial

La superficie mundial dedicada a lechuga tuvo un alto crecimiento a inicios de la década, pasando desde 840.000 ha a más de un millón de hectáreas en 2005. Los principales países que aportan al conjunto de la producción mundial son los densamente poblados el continente asiático es responsable de más del 50% de la producción desde 2000.

Dentro de Asia, sobresalen China e India. China, que aportó el 55% de la producción total de 2011, incrementó su producción un 77% en los últimos 10 años. India, en cambio, se posiciona como el tercer país de importancia, registrando un incremento del 34%. (Viteri & García, 2013)

8.1.3 Producción en Ecuador

En el Ecuador, la producción de hortalizas está proyectándose con éxito tanto a los mercados locales como a los grandes mercados internacionales, debido a su reconocida calidad, lo que está motivando que, cada vez más agricultores incursionen en este importante renglón productivo.

La lechuga (*Lactuca sativa L.*) es una hortaliza considerada especial, orientada al segmento de mercado gourmet. Este factor es debido a la gran aceptación de la lechuga, que se ha convertido prácticamente en un requerimiento para este tipo de mercado. En los últimos años se ha cultivado bajo invernaderos para su exportación y se han abierto mercados con muy buen potencial en las épocas de venta comercial.

En Ecuador hay 1.145 ha de lechuga con un rendimiento promedio de 7.928 kg por ha, según el Ministerio de Agricultura. De la producción total, el 70 % es de lechuga criolla, mientras el 30% es de variedades como la roja, la romana o la salad.

Las provincias con mayor producción son Cotopaxi (481 ha), Tungurahua (325 ha) y Carchi (96 ha). 1. Aunque la producción de lechuga en Ecuador tiene entre siete y ocho variedades, solo una se lleva el 70 % del mercado. Así, la lechuga criolla o “repollo” es la elegida por los ecuatorianos. Su distribución comprende los valles secos y templados de la Sierra; en ciertos lugares puede localizarse en partes más altas pero protegidos de heladas y con períodos secos de más de tres meses, con riego: Mira, Valle del Chota, Pimampiro, Ibarra, Valle de Guayllabamba, San Antonio de Pichincha, El Quinche,

Puembo, Machachi, Latacunga, Ambato, Huachi, Píllaro, Chambo, Penipe, Guamote, Azogues, Girón, Vilcabamba. (Rendón & Yance, 2012)

8.1.4 Producción local

En el cantón Latacunga los sectores rurales son los que se dedican a la agricultura y ganadería las parroquias como: Toacaso; Pastocalle; San Buenaventura, son conocidas por la producción de hortalizas y legumbres orgánicas, como tomate de riñón, choclo, lechuga, remolacha, papa nabo, zanahoria, hierbas de dulce, y productos lácteos. (La Gaceta, 2020) Siendo las parroquias rurales quienes se dedican a la producción de lechuga para consumo familiar y para abastecer centros de acopio como son el mercado mayorista de Latacunga y plazas locales.

8.1.5. Clasificación Taxonómica

Lactuca sativa fue descrita por el científico naturalista sueco Carlos Linneus en el año 1753 *Lactuca* es un nombre genérico que procede del latín *lac* (que significa “leche”), que se refiere al líquido lechoso, o de apariencia láctea, que es la savia que exudan los tallos de esta planta al ser cortados y, *sativa* es un epíteto que hace referencia a su carácter de especie cultivada. (Saavedra et al., 2017)

Tabla 2. Clasificación Taxonómica de lechuga

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Asterales
Familia	Asteraceae
Subfamilia	Cichorioideae
Tribu	Lactuceae
Genero	<i>Lactuca</i>
Especie	<i>Lactuca Sativa L</i>

Elaborado por: (Saavedra et al., 2017)

8.1.6. Morfología de la lechuga

La lechuga es una planta herbácea y anual. Su órgano comestible son sus hojas, las cuales son glabras, brillantes, de color verde o rojo, aspecto fundamental en la preferencia de los consumidores esta hortaliza es de consumo en fresco ya sea entera o troceada la duración del cultivo suele ser de 50 a 60 días para las variedades tempranas y de 70 a 80 días para las tardías como término medio, desde la plantación hasta la cosecha. (Coyago, 2017)

8.1.6.1. Hojas

Las hojas son grandes, simples, brillantes, de forma redondeada, oblonga, de superficie glabra lisa a ondulada, de color verde, y con margen irregularmente sinuoso, recortado, crespo o denticulado. La disposición de las hojas en el tallo es variable, en algunas especies las hojas se mantienen desplegadas y abiertas y en otras, en cierto momento del desarrollo, las hojas se expresan de tal manera que forman una cabeza o cogollo más o menos consistente y apretada. (Lopez, 2007)

8.1.6.2. Raíz

Es de tipo pivotante, pudiendo llegar a medir hasta 30 cm. Esta hortaliza posee un sistema radicular bien desarrollado, estando de acuerdo la ramificación a la compactación del suelo; así un suelo suelto tendrá lechugas con un sistema radicular más denso y profundo que un suelo compacto. (Vinces, 2020)

8.1.6.3. Flores

Son capítulos florales amarillos dispuestos en racimos (Salinas, 2013)

8.1.6.4. Semilla

La semilla de la lechuga es botánicamente un aquenio, definido como un fruto seco e indehisciente de una sola semilla. (Saavedra *et al.*, 2017)

8.1.6.5. Tallo

El tallo es muy corto, cilíndrico, comprimido y ramificado, en éste se ubican las hojas próximas entre sí que varían en tamaño, textura, forma y color según el cultivar y la variedad que sea. (López, 2007)

8.2. Lechuga Variedad Romana

Lechugas que se aprovechan por sus hojas y no forman verdaderos cogollos. Son las correspondientes a las lechugas llamadas Romanas o Cos, que deben su nombre a la isla de Kos en el Mediterráneo oriental cerca de Turquía, conocidas en Chile específicamente como Costinas o Conconinas. La planta desarrolla hojas grandes, erguidas, oblongas y obovadas, de 20 a 30 cm de largo y 6 a 10 cm de ancho, con nervadura prominente, superficie ligeramente ondulada y borde irregularmente denticulado. El tallo se presenta de mayor longitud que en otras variedades y permanece protegido por el conjunto de hojas, las que forman una cabeza cónica o cilíndrica por su disposición erecta, pudiendo alcanzar un gran peso, de hasta 2 kg. (Saavedra *et al.*, 2017)

8.2.1. Valor Nutricional

En la tabla de composición de los alimentos ecuatorianos, la lechuga tiene el siguiente contenido nutritivo en 100 gramos de porción aprovechable. (Salinas, 2013)

Tabla 3. Valor nutricional de lechuga

Carbohidratos (g)	20,9
Proteínas (g)	8,4
Grasas (g)	1,3
Calcio (g)	0,4
Fósforo (mg)	138,9
Vitamina c (mg)	125,7
Hierro (mg)	7,5
Niacina (mg)	1,3
Riboflavina (mg)	0,6
Tiamina (mg)	0,3
Vitamina A	1,155
Calorías (cal)	18

Elaborado por: (Salinas, 2013)

8.3 Requerimientos edafoclimáticos

8.3.1. Suelo

Los suelos con alto contenido de materia orgánica son los mejores para lechuga. El sistema radicular de esta hortaliza no es muy extenso y por eso los suelos que retienen bien la humedad, pero a la vez son bien drenados, son los más apropiados ya que como cualquier otro tipo de cultivo necesita materia orgánica en una cantidad moderada para su desarrollo fisiológico entre los cuales destacan el arcilloso. (Vinces, 2020)

8.3.2. Ph

La acidez debe ser neutra o los valores de pH más adecuados son aquellos comprendidos entre 6,0 y 7,5. (Sánchez et al., 2018)

8.3.3. Temperatura

La planta de lechuga presenta un buen crecimiento en climas templado fresco, con temperaturas promedios mensuales comprendidas entre los 13 y 18°C.

El desarrollo del cultivo se ve afectado por las altas temperaturas, principalmente cuando su valor supera los 30°C, dado que afecta la germinación y posterior crecimiento de la plántula.

Durante la primera fase del crecimiento, la temperatura óptima se ubica entre 10°C y 15°C. El crecimiento de las lechugas es vigoroso cuando las temperaturas se mantienen entre 18 y 24°C durante el día. La calidad de las lechugas se basa en su capacidad de formar cogollos para ello debe existir un equilibrio entre luz y temperatura. En general, para lograr un buen acogollado son necesarias temperaturas diurnas comprendidas entre 17°C y 25°C y temperaturas nocturnas entre 3°C y 13°C. (Sánchez *et al.*, 2018)

8.3.4. Riego

Los mejores sistemas de riego, que actualmente se están utilizando para el cultivo de la lechuga son, el riego por goteo cuando se cultiva en invernadero, y las cintas de exudación cuando el cultivo se realiza al aire libre. Existen otras maneras de regar la lechuga como el riego por gravedad y el riego por aspersión, pero cada vez están más en recesión, aunque el riego por surcos permite incrementar el nitrógeno en un 20% siendo más eficaz

el riego en la mañana por un lapso de dos horas .Los riegos se darán de manera frecuente y con poca cantidad de agua, procurando que el suelo quede aparentemente seco en la parte superficial, para evitar podredumbres del cuello y de la vegetación que toma contacto con el suelo. Se recomienda el riego por aspersión en los primeros días del trasplante, para conseguir que las plantas agarren bien y obtener un mejor porcentaje de prendimiento. (InfoAgro, 2022).

8.3.5. Preparación del terreno

La preparación del suelo es uno de los factores muy importantes para el establecimiento del cultivo el deshierbe la desmontada; incorporación de materia orgánica y nivelación es lo ideal para empezar.

Posterior a eso se elabora las caballones o platabandas en donde se asentarán las plántulas lo ideal es asarlas con más de 1.20 m de ancho.

8.3.6. Trasplante de plántulas

Siembra indirecta o de trasplante, que es lo más utilizado comercialmente, si se realiza a campo abierto se recomienda la distribución de las plantas entre planta y planta de 20 a 30 cm. (Salinas, 2013)

8.3.7. Labores culturales

Una vez trasplantado todo el cultivo las malezas y malas hierbas no tardan en aparecer es por ello que tomando un tiempo límite hay que sacarlas para así evitar la competencia de nutrientes y obtener mejores resultaos en la cosecha.

8.3.8. Aporque

Consiste en arrimar la tierra a las plantas, dejando camellones bien formados el período óptimo para hacer el aporque depende del desarrollo de la planta los aporques tienen los propósitos de incorporar una capa de suelo para cubrir los estolones en forma adecuada y que las plantas no corran el riesgo de romperse por acción del viento esta actividad se la puede realizar a los 30 o 40 días después del trasplante.(Salinas, 2013)

8.3.9. Época de cosecha

La cosecha se la realiza de 55 a 60 días cumplidos después del trasplante y como sabemos que ya está de cosecha pues realizando un poco de presión en la parte que forma el cogollo esta no tiene que estar muy suave al contrario debe estar un poco duro también otro factor a tomar en cuenta para la cosecha es el amarillamiento de las hojas basales.

8.4 Principales plagas y Enfermedades

8.4.1. Plagas

8.4.1.1. Trips (*Frankliniella occidentalis*)

Los trips causan daños a la planta al perforar las células del tejido superficial y succionar su contenido, provocando la muerte del tejido circundante. Las manchas resultantes de color gris plateado en las hojas y los puntos negros de sus excretas indican su presencia en el cultivo de no hacer un control temprano sería un foco de infección para las demás plantas.

8.4.1.2. Minadores (*Liriomyza trifolii*)

Forman galerías en las hojas asiendo agujeros en las mismas y si la invasión es muy fuerte la planta se debilita hay que controlar desde la primera vista de galerías ya que esas perforaciones pueden ser focos para posteriores virus y bacterias para la planta.

8.4.1.3. Mosca Blanca (*Trialeurodes vaporariorum*)

Pica las hojas de las plantas absorbiendo la sabia lo que afecta fisiológicamente a la planta disminuyendo su crecimiento.

8.4.2. Enfermedades

8.4.2.1. Botritis (*Botrytis cinerea*)

Produce una podredumbre blanda que al comienzo es de color marrón anaranjado a marrón claro y que luego se cubre de un moho difuso de color gris blanquecino. Esta enfermedad puede causar muerte de plántulas debido a la pudrición blanda del tallo. En las plantas de lechuga establecidas, el moho gris puede causar descomposición del tejido

de la corona produciendo un crecimiento deficiente, marchitamiento de las hojas más viejas y eventualmente muerte de la planta.(Baffoni, 2018)

8.4.2.2. Mildiu Velloso (*Bremia lactucae*)

Produce manchas decoloradas que van de un verde claro a un amarillo en la cara superior de las hojas, estas manchas están delimitadas por las nervaduras y por lo tanto tienen una forma más o menos angular. En la cara inferior de la hoja y en correspondencia con la mancha se observa la fructificación del hongo que tiene un aspecto de fieltro blanquecino. Con el tiempo las manchas se necrosan y adquieren un tono marrón claro. Las hojas viejas o que presenten daños suelen verse atacadas primero.(Baffoni, 2018)

8.4.2.3. Esclerotinia (*Sclerotinia sclerotiorum*)

Se trata de una enfermedad principalmente de suelo, por tanto, las tierras nuevas están exentas de este parásito o con infecciones muy leves. La infección se empieza a desarrollar sobre los tejidos cercanos al suelo, pues la zona del cuello de la planta es donde se inician y permanecen los ataques. Sobre la planta produce un marchitamiento lento en las hojas, iniciándose en las más viejas, y continúa hasta que toda la planta queda afectada. En el tallo aparece un micelio algodonoso que se extiende hacia arriba en el tallo principal.(InfoAgro, 2022)

8.5. Importancia de los microorganismos

Los microorganismos del suelo participan en múltiples procesos como la formación de agregados, aireación, transformación de la materia orgánica, absorción de nutrientes, nutrición vegetal, crecimiento y desarrollo de las plantas. Además, contribuyen en la sanidad vegetal (control de plagas y enfermedades), en la regulación del clima y la humedad del suelo, ayudan en la biorremediación de suelos contaminados con metales pesados producto del uso de agroquímicos y muchos de ellos son utilizados como materia prima para la elaboración de productos biofertilizantes de igual manera en la elaboración de bio controladores orgánicos. Se considera que los microorganismos benéficos están entre los más importantes proveedores de servicios eco sistémicos. (Espinosa *et al.*, 2022)

8.6. Importancia de los microorganismos en la agricultura

Existen microorganismos que son patógenos para las plantas y microorganismos que son capaces de controlar a esos patógenos. Otros son necesarios para transformar productos agrícolas primarios en productos de mayor valor agregado, sobre todo alimenticios. A su vez, existen diferentes microorganismos que participan en procesos de deterioro post cosecha. Sin embargo, si queremos conocer la actividad microbiana que más influye a la agricultura, y en verdad a la sostenibilidad de la vida en el planeta, tenemos que mirar para abajo, al suelo. Los microorganismos participan en los procesos de formación y degradación del suelo y en todos los ciclos elementales fundamentales: carbono, nitrógeno, fósforo, azufre y hierro.(Soria, 2016)

El mal y excesivo uso de pesticidas y fertilizantes químicos han a menudo afectado adversamente al medio ambiente y creado muchos problemas de seguridad ;calidad de los alimentos salud animal y humana consecuentemente ha estado creciendo el interés por la producción natural y agricultura orgánica los microorganismos son utilizados en la agricultura para varios propósitos como componente de enmiendas orgánicas y compost como inoculante de leguminosas para fijación de nitrógeno como mecanismo de supresión de insectos y enfermedades de las plantas para incrementar la calidad y productividad de los cultivos.(Higa & Parr, 1967)

8.7. *Trichoderma spp.*

El género *Trichoderma spp.* es un hongo aislado del suelo que se reproduce asexualmente, es un hongo filamentoso anamórfico, heterótrofo, aerobio, con una pared celular compuesta de quitina de rápido crecimiento que puede utilizar una gran variedad de sustratos complejos como celulosa, quitina, pectina y almidón como fuente de carbono. Muchas cepas crecen eficientemente en medios sólido, líquidos y en un amplio rango de temperaturas, además son relativamente tolerantes a humedades bajas.(Vallejo, 2014)

Se encuentra ampliamente distribuido en todo el mundo, encontrándose en prácticamente todos los suelos y otros hábitats naturales, especialmente en aquellos que contienen materia orgánica el género *Trichoderma* es uno de los más estudiados, entre numerosos agentes de control biológico, por sus características de antagonismo en condiciones naturales. Él se comporta como hiperparásito frente a diversos patógenos, atacando

directamente y produciendo la ruptura del micelio de los hongos productores de enfermedades de las plantas.(CET, 2004)

8.7.1. Taxonomía del *Trichoderma spp.*

Las especies de hongos que pertenecen al género *Trichoderma* han sido plenamente caracterizadas por tener aplicación en el ámbito agrícola, principalmente para el control biológico de otros organismos patógenos que atacan a los cultivos.(Argumedo *et al.*, 2009)

Tabla 4. Taxonomía de *Trichoderma spp.*

Reino	Fungi
División	Eumycota
Clase	Hyphomycetes
Orden	Hyphales
Familia	Moniliaceae
Genero	<i>Trichoderma</i>
Especie	<i>Spp</i>

Elaborado por: (Argumedo *et al.*, 2009)

8.7.2. Mecanismos de acción del *Trichoderma spp.*

Los principales mecanismos de acción son la competencia por espacio y nutrientes, el micoparasitismo y la antibiosis, los que tienen una acción directa frente al hongo fitopatógeno. Estos mecanismos se ven favorecidos por la habilidad de los aislamientos de *Trichoderma* para colonizar la rizosfera de las plantas. Otros mecanismos responsables son la actividad biocontroladora, que incluyen, además de los mencionados, la secreción de enzimas y la producción de compuestos inhibidores. Además, se conoce que *Trichoderma spp.* presenta otros mecanismos, cuya acción biorreguladora es de forma indirecta. Entre estos se pueden mencionar los que elicitán o inducen mecanismos de defensa fisiológicos y bioquímicos como es la activación en la planta de compuestos relacionados con la resistencia, con la detoxificación de toxinas excretadas por patógenos y la desactivación de enzimas de estos durante el proceso de infección. Tienen la

capacidad además, de crear un ambiente favorable al desarrollo radical lo que aumenta la tolerancia de la planta al estrés .(Infante *et al.*, 2009)

8.7.3. Competencia por nutrientes y espacio

Un factor esencial para que exista competencia es la escasez o limitación de un requerimiento espacio y/o nutrientes. La presencia de *Trichoderma spp.* en suelos agrícolas y naturales en todo el mundo es una evidencia, de que es un excelente competidor por espacio y recursos nutricionales, y de su plasticidad ecológica la competencia por nutrientes es principalmente por carbono, nitrógeno y hierro de forma general, entre las cualidades que favorecen la competencia de este antagonista se encuentran, la alta velocidad de crecimiento que posee gran parte de sus aislamientos y la secreción de metabolitos de diferente naturaleza, que frenan o eliminan a los competidores en el microambiente. Este modo de acción influye en bloquear el paso al patógeno y resulta importante para la diseminación del antagonista. (Martínez *et al.*, 2013)

Este hongo es un excelente competidor por espacio y recursos nutricionales, aunque la competencia depende de la especie. *Trichoderma spp.* está biológicamente adaptado para una colonización agresiva de los sustratos y en condiciones adversas para sobrevivir, fundamentalmente, en forma de clamidosporas. La alta velocidad de crecimiento, abundante esporulación y la amplia gama de sustratos sobre los que puede crecer, debido a la riqueza de enzimas que posee, hacen que sea muy eficiente como saprófito. La competencia por nutrientes puede ser por nitrógeno, carbohidratos no estructurales (azúcares y polisacáridos como almidón, celulosa, quitina, laminarina, y pectinas, entre otros) La competencia por sustrato o espacio depende de si el mismo está libre de patógenos (sustrato estéril) o si hay una microbiota natural. (Infante *et al.*, 2009)

8.7.4. *Trichoderma spp.* como promotor de crecimiento vegetal

Durante muchos años se supo de la habilidad de estos hongos para estimular el crecimiento de las plantas, tiene la capacidad de solubilizar manganeso, sin importar el pH del medio, ni la disponibilidad del mismo, es decir, que lo solubiliza constantemente, y como este microelemento es requerido para funciones fisiológicas de las plantas, como

fotosíntesis, metabolismo del nitrógeno, síntesis de los compuestos aromáticos, y, además, para precursores de aminoácidos y hormonas, de fenoles y de lignina, se asegura en parte el crecimiento y la resistencia a enfermedades. (Martínez *et al.*, 2013)

A través de la descomposición de materia orgánica, libera nutrientes en formas disponibles para la planta, y presenta actividad solubilizadora de fosfatos; promueve el crecimiento y desarrollo de los cultivos produciendo metabolitos que estimulan los procesos de desarrollo vegetal; tiene la capacidad de multiplicarse en el suelo y colonizar las raíces de las plantas sin importar la especie que sea liberando factores de crecimiento (auxinas, giberelinas y citoquininas) que estimulan la germinación y el desarrollo de las plantas. Se ha reportado la producción de ácido 3-indol acético (AIA), sustancia que actúa como hormona vegetal favoreciendo el desarrollo del sistema radical, entre otros beneficios. Estas sustancias actúan como catalizadores o aceleradores de los tejidos meristemáticos primarios en las partes jóvenes de la planta, acelerando su reproducción celular, logrando que las plantas se desarrollen más rápido también ha sido reportado como promotor del crecimiento vegetal en cultivos de berenjena, arveja, frijol, café, tomate, hortalizas, papa, especies forestales, entre otros. (Cubillos, Hinojosa *et al.*, 2009)

8.7.5. Condiciones de crecimiento de *Trichoderma spp.*

8.7.5.1. Temperatura de crecimiento

La relación entre la temperatura y el desarrollo de *Trichoderma*, al parecer depende de la especie y del propio aislamiento. Se conoce que *T. pseudokoningii* y *Trichoderma saturnisporum* Hammill toleran de 40 a 41°C, las especies *T. koningii* y *T. hamatum*: 35°C y *T. viride* y *T. polysporum*: 31°C, mientras *T. harzianum* hasta 38°C. Para esta última, en algunos aislamientos la temperatura óptima para el crecimiento es de 20°C, aunque de manera general esta varía entre 25 y 30°C. Sin embargo, a 30°C, la actividad antagónica de esta especie fue casi nula. Todo lo cual constituyen evidencias de que la temperatura óptima para el crecimiento, no necesariamente coincide con la de su actividad antagónica, y que existe estrecha relación entre aislamiento, antagonismo y temperatura. (Martínez *et al.*, 2013)

8.7.5.2. Condiciones de luz

La luz y su espectro influyen en el desarrollo de *Trichoderma spp.* fundamentalmente sobre la esporulación. Las colonias del hongo que se desarrollaron bajo condiciones de luz alterna, fueron blancas y algodonosas al inicio y después sonadas concéntricas, alternando una banda delgada hialina con otra ancha de color verde oscuro, mientras que bajo la luz continua fueron uniformemente de color verde oscuro. La luz influye, además, en la producción de metabolitos secundarios (Martínez *et al.*, 2013)

8.7.6. Aplicaciones y resultados del uso de *Trichoderma spp.* en el control de patógenos

Se han investigado diferentes formas de aplicación tanto a nivel de suelo como en el filoplano (superficie de las hojas), para aumentar sus poblaciones e incrementar su capacidad de control, esto debido principalmente a la naturaleza saprofítica y a la versatilidad nutricional de este antagonista, que lo capacita para crecer sobre los mismos sustratos utilizados por los patógenos y realizando biocontrol de enfermedades, entre los cuales están *Armillaria mellea.*, *Phytium spp.*, *Phytophthora spp.*, *Rhizoctonia solani.*, *Sclerotium rolfsii.*, *Botrytis cinérea.* y *Fusarium spp.* (Vallejo, 2014)

9. HIPOTESIS

Ho: *Trichoderma spp.* nativo y comercial a diferente concentración inciden en el comportamiento agronómico de lechuga (*Lactuca sativa L.*)

Ha: *Trichoderma spp.* nativo y comercial a diferente concentración no inciden en el comportamiento agronómico de lechuga (*Lactuca sativa L.*)

10. METODOLOGIAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

10.1 Localización del ensayo

El ensayo se realizó en la ubicación que se detalla

10.1.1. Ubicación Política

Tabla 5. Ubicación Política

Provincia	Cotopaxi
Cantón	Latacunga
Parroquia	Eloy Alfaro
Sector	Salache

Elaborado por: (Chacha, R. 2022)

10.1.2. Ubicación Geográfica

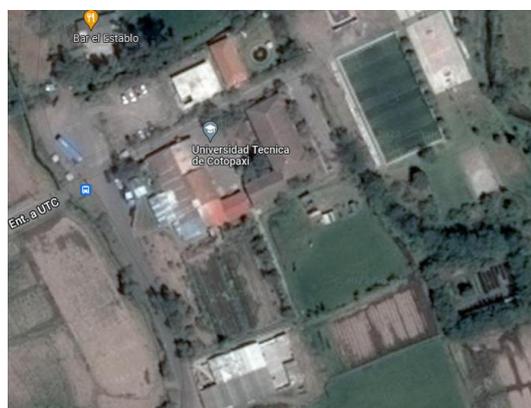
Tabla 6. Ubicación Geográfica

Latitud	00°59'47,68" Norte
Longitud	78°37'19,16" Oeste
Altitud	2750 MSNM

Elaborado por: (Chacha, R. 2022)

10.1.3. Croquis

Gráfico 1. Croquis del ensayo



Fuente: (Google earth. 2022)

10.2. Condiciones agroecológicas

Tabla 7. Condiciones agroecológicas

Condiciones Agroecológicas	
Temperatura	14 C
Pluviosidad	275 mm
Heliofanía	12 horas
Viento	Sureste-noreste

Elaborado por: (Chacha, R. 2022)

10.3 Tipo de Investigación

10.3.1 Experimental

Es experimental ya que consiste en hacer cambios en el valor de una o más variables independientes, para el diseño de este proyecto.

10.3.2 Cualitativa

Describe sucesos complejos en su medio natural, y cuantitativa porque recogen datos cuantitativos los cuales incluyen mediciones sistemáticas además se empleará un análisis estadístico en el programa INFOSTDAD 2.0.

10.4 Modalidad básica de la investigación

10.4.1 Observación científica

La observación científica permite hacerse una idea directa del objeto de investigación.

10.4.2 Cuantitativa

Ya que se interpretará los resultados obtenidos en el campo abierto donde se reflejará al momento de obtener los resultados y las discusiones.

10.4.3 De laboratorio y campo

La investigación es de laboratorio y campo ya que la purificación de *Trichoderma spp.* nativo se lo hará directamente en el laboratorio y el lugar donde se establecerá el

experimento es en campo abierto.

10.4.4 Inductivo

Las conclusiones generales extraídas de las instalaciones específicas se procesaron durante la investigación.

10.4.5 Deductivo

Aspectos generales del hongo *Trichoderma spp.* analizado a nivel mundial, verificados en artículos científicos que sirvieron como apoyo a la discusión de resultados.

10.4.6 Bibliografía Documental

En lo que compete a información desde el principio y la culminación del proyecto investigativo se buscó argumentos técnicos y científicos, como artículos científicos, revistas, libros, folletos en internet y la utilización de gestores bibliográficos para corroborar la información que se obtuvo durante el desarrollo del proyecto de investigación.

10.5 Técnicas de la investigación

10.5.1 Observación en campo

Esta técnica permitió tener un contacto directo con el cultivo (*Lactuca sativa L.*) utilizado dentro de la investigación, y luego se observó su comportamiento agronómico al aplicar *Trichoderma spp.* nativo y comercial con diferentes concentraciones.

10.5.2 Registro de datos

Se registró los datos que se obtuvo en una libreta de campo.

10.6 MATERIALES Y EQUIPOS.

A continuación, se detallan los materiales y equipos que se utilizaron en la investigación.

10.6.1 Material biológico

- *Trichoderma spp.* comercial
- *Trichoderma spp.* nativo obtenido previamente en aislamiento

10.6.2. Equipos de laboratorio

- Microscopio
- Autoclave
- Cámara de flujo laminar
- Incubadora
- Balanza digital
- Pinzas
- Gradilla
- Bisturí
- cámara Neubauer
- Asas de siembra
- Tubos de ensayo de 20 ml
- Pipetas de 5 ml
- Lámpara de alcohol
- Porta y cubre objetos
- Vasos de precipitación de 1000 ml
- Balanza digital gr

10.6.3. Insumos de laboratorio

- Agar PDA gr
- Cloro
- Alcohol al 96 % ml
- Sacarosa gr
- Azul de metileno
- Antibiótico gentamicina
- Hidróxido de sodio

10.6.4. Material en general

- Cajas Petri
- Papel Parafilm
- Jeringuilla ml
- Tarrinas plásticas
- Melaza ml
- Guantes de látex
- Papel aluminio
- Agua de destilado ml
- Atomizador
- Arroz Kg
- Fundas ziploc

10.6.5. Material agrícola

- Eco abonanza kg
- Plántulas de lechuga (*Lactuca sativa L.*)

10.6.6. Herramientas agrícolas

- Azada
- Pala
- Rastrillo
- Azadón
- Flexómetro
- Bomba de fumigar

10.7. Diseño experimental

Se realizó un diseño experimental de DBCA (Diseño de bloques completamente al azar) con un arreglo factorial de $2 \times 4 + 1$, donde el factor (A) *Trichoderma spp.* nativo y comercial y el factor (B) concentraciones (10^6 , 10^8 , 10^{10} , 10^{12}), más un testigo absoluto

(plantas sin *trichoderma spp.*), con cuatro repeticiones por tratamiento y un total de 36 unidades experimentales.

10.7.1. Unidad experimental

Cada unidad experimental consta de 15 plantas distribuidas homogéneamente

10.8. Factores en estudio

Factor A

- ✓ a1: *Trichoderma spp.* Nativo
- ✓ a2: *Trichoderma spp.* Comercial

Factor B

- ✓ b1: (10^6)
- ✓ b2: (10^8)
- ✓ b3: (10^{10})
- ✓ b4: (10^{12})

10.9 Tratamientos en estudio

Se analiza los tratamientos con las siguientes simbologías

Tabla 8. Código de los tratamientos

DISEÑO EXPERIMENTAL DBCA		
TRATAMIENTO	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
T1	Ta1b1	<i>Trichoderma spp.</i> nativo concentración 10^6
T2	Ta1b2	<i>Trichoderma spp.</i> nativo concentración 10^8
T3	Ta1b3	<i>Trichoderma spp.</i> nativo concentración 10^{10}
T4	Ta1b4	<i>Trichoderma spp.</i> nativo concentración 10^{12}
T5	Ta2b1	<i>Trichoderma spp.</i> comercial concentración 10^6
T6	Ta2b2	<i>Trichoderma spp.</i> comercial concentración 10^8
T7	Ta2b3	<i>Trichoderma spp.</i> comercial concentración 10^{10}
T8	Ta2b4	<i>Trichoderma spp.</i> comercial concentración 10^{12}
T9	T 0	Plantas sin microorganismos

Elaborado por: (Chacha, R. 2022)

10.10 ADEVA

Tabla 9. Esquema del Adeva

F DE V	GL
Tratamiento	8
Repeticiones	3
<i>Trichoderma</i> (A)	1
Concentración (B)	3
A X B	3
Factorial VS Adicional	1
Error	24
Total	35

Elaborado por: (Chacha, R. 2022)

10.11 Variables en estudio

Se presentan las variables a evaluar

Tabla 10. Variables en estudio

TIPO DE VARIABLE	NOMBRE	INDICADOR	ÍNDICE
Dependiente	Altura Numero de hojas Ancho de hojas Largo de hojas Peso a la cosecha kg/ha	Crecimiento (cm) Aumento foliar Ancho (cm) Largo (cm) Peso kg	Crecimiento en (cm) Peso en la cosecha del cultivo (kg/h)
Independiente	<i>Trichoderma spp.</i> <i>nativo</i> <i>Trichoderma spp.</i> <i>comercial</i>	Concentración de esporas para las dos <i>Trichoderma</i>	Aplicación de cuatro concentraciones 10^6 , 10^8 , 10^{10} , 10^{12}

Elaborado por: (Chacha, R. 2022)

10.12 Manejo del experimento

Fase 1: Delimitación para colocar trampas

Lo primero que se realizó para dar inicio a la investigación es la selección del lugar en donde se ubicaron las trampas para la captura de microorganismos nativos; para lo cual se seleccionó el sistema agroforestal que existe en el campus Salache UTC ya que por sus favorables condiciones y características es un lugar idóneo con las siguientes coordenadas (Latitud 00°59'47,68" Norte y Longitud 78°37'19,16" Oeste) fue donde se colocaron las trampas realizando una excavación con una pala de desfonde a 40 cm de profundidad colocando en el agujero el recipiente plástico con el sustrato asegurando cuidadosamente que no queden grietas u orificios por donde puedan ingresar agentes externos y hacer daño a la trampa se dejó la trampa

aproximadamente 15 días.

Fase II: Preparación del sustrato para la captura de microorganismos

Para la preparación del sustrato y trampas se requirió de los siguientes materiales:

- ✓ Arroz dos kilogramos pres cosidos
- ✓ Tarrinas plásticas
- ✓ Melaza
- ✓ Jeringuilla
- ✓ Agua Purificada
- ✓ Balanza gr

Procedimiento

- a) Se pre coció el arroz por un periodo de 2 a 3 minutos procurando que el arroz quede pre cocido posterior a que se enfríe en un recipiente.
- b) Ya que el arroz este frio se procedió a pesar 130 gramos y a colocar en los recipientes plásticos transparentes.
- c) Una vez que el arroz este pesado se colocó la cantidad de 10 ml de melaza.
- d) Como parte final se tapó el recipiente.

Fase III: Recolección de trampas y aislamiento

A los 15 días se retiraron las trampas de los agujeros con el mayor cuidado posible para seleccionar los mejores granos de arroz que estén con *Trichoderma spp.* Nativo aparentemente.

- a) Se retiro las mallas y ligas de los recipientes plásticos y se procedió a seleccionar los granos de arroz que contengan mayor cantidad de coloración verdosa con la ayuda de una pinza fueron separados
- b) Se peso la cantidad de PDA (Papa Dextrosa Agar) de 15.8 gr y 400 ml de agua destilada.
- c) La cantidad de PDA y agua destilada fueron introducidos en un frasco de vidrio y agitando hasta obtener una mezcla homogénea se llevó a esterilizar a la autoclave por 45 minutos y 121 °C y 1 atmosfera de presión pasado el tiempo se dejó enfriar el medio de cultivo.

- d) Se realizo la limpieza de la cámara de flujo laminar con cloro y después con alcohol.
- e) Una vez ya frio el PDA se lo llevo a la cámara de flujo laminar junto con las cajas Petri, papel Parafilm un mechero y unas pinzas.
- f) Se coloco una cantidad considerable de PDA en cada una de las cajas y una pequeña muestra de arroz en cada una posterior al sellado con papel Parafilm y a la incubadora.

Fase V: Identificación y purificación

- a) Transcurridos 15 días de incubación se procedió a inspeccionar las cajas Petri directamente y a través del microscopio en donde se pudo evidenciar la presencia de *Trichoderma spp.* y otros tipos de hongo con coloración diferente.
- b) Después se realizó medio de cultivo nuevamente con PDA y agua destilada
- c) Una vez ya frio se llevó a la cabina de flujo laminar junto con unas pinzas, bisturí mechero la misma que ya estaba esterilizada y desinfectada.
- d) Posterior mente se realizó la purificación esto quiere decir que de las primeras cajas que fueron aisladas se identifique *Trichoderma spp.* y se las cambie a nuevo medio de cultivo libre de hongos y bacterias con la ayuda de un bisturí se realizó un corte homogéneo en la parte más esporulada y se la coloque en una nueva caja.
- e) Lego de realizar todo el proceso de purificación todas las cajas fueron llevadas a la incubadora con una temperatura de 27 °C y una humedad del 50 % por 10 días.

Fase VI: Reproducción en sustrato de arroz

Procedimiento para reproducción en sustrato de arroz

- ✓ 4 kg de arroz pre cosido
- ✓ Cajas con purificadas
- ✓ Papel aluminio
- ✓ Atomizador
- ✓ Sacarosa (5 gr de sacarosa por 50 ml de agua destilada)
- ✓ Materiales de laboratorio
- ✓ Autoclave

- ✓ Cámara de flujo laminar
- ✓ Pinzas
- ✓ Bisturí
- ✓ Mechero
- ✓ Fundas ziploc

Procedimiento

- a) Se cocino el arroz por un tiempo aproximado de 3 a 5 minutos hasta que quedé pre cosido y se colocó en un recipiente hasta que se enfrié.
- b) Una vez ya en laboratorio se pesó el arroz a 250 gr y envuelto en papel aluminio verificando que el papel no esté roto o con alguna impureza.
- c) Se procedió a esterilizar el arroz conjunto con pinzas y bisturí en la autoclave por 35 minutos a una temperatura de 121 °C y 1 atm de presión.
- d) Una vez ya transcurrido el tiempo de esterilización y el arroz frío en la cámara de flujo laminar se procedió a colocar el arroz en las fundas ziploc con todas las medidas de asepsia correspondientes.
- e) Con el bisturí se realizó cortes homogéneos de *Trichoderma spp.* puro y con la ayuda de las pinzas se colocó en el sustrato de arroz y con ello la sacarosa.
- f) Se procedió al sellado de las fundas y colocar en la incubadora a una temperatura de 27 °C por 10 días.

Este proceso se lo realizo hasta que las fundas de arroz estén totalmente pobladas y libres de agentes contaminantes.

Fase VII: Implementación del cultivo

Implementación del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa L.*) variedad Romana para realizar las aplicaciones en distintas concentraciones de *Trichoderma spp.* nativo y comercial

Materiales Utilizados

- ✓ Abono orgánico
- ✓ Plántulas de lechuga
- ✓ Azadón
- ✓ Azada

- ✓ Flexómetro
- ✓ Regaderas

Procedimiento

- a) Realizar la limpieza de la parcela en donde se va a realizar el trasplante retirando todas las malas yerbas y escombros de siembras anteriores.
- b) Posterior la incorporación de materia orgánica de dos sacos de 45 Kg de eco bonaza en cada platabanda.
- c) Se realizo la toma de dimensiones para cada repetición y tratamiento siendo las siguientes de largo 1.80 m y de ancho 1 m entre plántula 30 cm y entre hilera de 32 cm quedando un espacio entre tratamiento de 30 cm como camino.
- d) Siguiendo con el trasplante se verifico que cada plántula sea trasplantada en su sitio correspondiente realizando pequeños agujeros y asentándola hasta cubrir el pan de tierra.
- e) Se procedió a señalar cada tratamiento con estacas y la piola para que puedan ser identificados fácilmente.
- f) Se realizo su respectivo riego al culminar el trasplante.

Fase VIII: Obtención de *Trichoderma spp.* nativo

Procedimiento lavado de cajas y de arroz

- a) Las cajas Petri puras se procedieron a lavar con agua destilada y un asa de siembra hasta obtener 500 ml.

Lavado de arroz

- a) Se lavo el sustrato de arroz con agua destilada en un vaso de precipitación de 1000 ml.
- b) Después se procedido a tamizar con un colador verificando que no existan impurezas o restos del sustrato hasta obtener 1000 ml.

Protocolo para la reproducción de cepas nativas de *Trichoderma spp.* (Troya & Vaca, 2014)

Fase IX: Obtención de concentraciones de *Trichoderma spp.* nativo

Para la obtención de concentraciones se fusiono el lavado de arroz y cajas

- a) En un recipiente con capacidad para 4000 ml se incorporó los 500 ml de del lavado de cajas y los 1000 ml del lavado del arroz.
- b) Posteriormente en el recipiente se añadió la cantidad de 2500 ml de agua destilada restantes para llegar así a una solución madre de 4000 ml de *Trichoderma spp.* nativo

Conteo de UFC (Unidades Formadoras de Colonias)

- a) Con la ayuda de 10 tubos de ensayo y una gradilla se coloca en cada uno 9 ml de agua esterilizada.
- b) Con una pipeta se procedió a extraer de la solución madre 1 ml el cual fue incorporado en el primer tubo de ensayo y agitado por un minuto.
- c) Para el conteo se realizó disoluciones seriadas se empezó el conteo con la disolución -4
- d) Con una micropipeta se toma la muestra de la disolución -4 y se coloca en la cámara Neubauer.
- e) Con la ayuda del microscopio Olympus CX 31 se llevó a cabo el conteo con la técnica adecuada se obtuvo un número de conidios para cada uno y aplicando la fórmula que a continuación se detalla, se puede confirmar las concentraciones de *Trichoderma spp.* nativo, la misma que fue determinada en UFC (Unidades formadoras de colonias).
- f) El proceso para llegar a las concentraciones deseadas es el mismo para todas en el caso de haber llegado a la primera concentración de la solución madre se extrajeron 2000 ml para posterior añadir más *Trichoderma spp.* puro mediante el lavado de cajas y arroz o si la concentración se sobrepasó añadir más ml de agua destilada todo de acuerdo a los estándares o concentraciones requeridas. Guía para el cálculo de la concentración del inóculo. (Sanchez & Paez, 2005)

Trichoderma spp. nativo

$$\frac{N\# \text{ Conidios } \times \text{ disolucion}}{\text{Volumen}} = \frac{211 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10}{1}$$

$$= 2110000 = 2.11 \times 10^6$$

Fase X: Concentración de *Trichoderma spp.* comercial

- a) Cálculo de *Trichoderma spp.* comercial solido según el fabricante
- | | |
|--------|------------------------------------|
| 1.5 gr | 1000 ml de H ₂ O |
| 1.5 gr | 1000 ml de H ₂ O |
| X | 4000 ml de H ₂ O = 6 gr |
- b) En la balanza se procedió a pesar la cantidad de 6 gramo de acuerdo a las recomendaciones del fabricante y se lo mezcló en 4000 ml de agua destilada siendo está la solución madre.

Conteo de UFC (Unidades Formadoras de Colonias)

- a) Con la ayuda de 10 tubos de ensayo y una gradilla se coloca en cada uno 9 ml de agua esterilizada.
- b) Con una pipeta se procedió a extraer de la solución madre 1 ml cual fue incorporado en el primer tubo de ensayo y agitado por un minuto.
- c) Para el conteo se realizó disoluciones seriadas se empezó el conteo con la disolución -4
- d) Con una micropipeta se toma la muestra de la disolución -4 y se coloca en la cámara Neubauer.
- e) Con la ayuda del microscopio Olympus CX 31 se llevó a cabo el conteo con la técnica adecuada se obtuvo un número de conidios para cada uno y aplicando la fórmula que a continuación se detalla, se puede confirmar las concentraciones de *Trichoderma spp.* comercial, la misma que fue determinada en UFC (Unidades formadoras de colonias).
- f) El proceso para llegar a las concentraciones deseadas es el mismo para todas en el caso de haber llegado a la primera concentración de la solución madre se extrajeron 2000 ml para posterior añadir más *Trichoderma spp.* comercial o si la concentración se sobrepasó añadir más ml de agua destilada todo de acuerdo a los estándares o concentraciones requeridas.

Guía para el cálculo de la concentración del inóculo. (Sanchez & Paez, 2005)

Trichoderma spp. comercial.

$$\frac{N\# \text{ Conidios } X \text{ disolucion}}{\text{Volumen}} = \frac{250 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10}{1}$$

$$= 2500000000 = 2.5 \times 10^6$$

Fase XI: Aplicación de *Trichoderma spp.* nativo y comercial en el cultivo de lechuga (*Lactuca Sativa L.*) variedad Romano.

- a) Una vez implementado el ensayo en campo se aplicó 2000 ml de los dos tipos de *Trichoderma spp.* a distintas concentraciones en cada unidad experimental con la ayuda de una bomba de fumigar.
- b) A los 30 y 45 días se realizó el mismo procedimiento para la segunda y tercera aplicación en campo ya que la primera aplicación se la realizó a los 15 días después del trasplante tomando en cuenta los avances en laboratorio.
- c) Transcurridos 5 días después de cada aplicación se procede a el registro de datos respectivamente.

Fase: XII

Riego: el riego se lo realizó por aspersión desde el primer día de trasplante dos horas en la mañana alternando un día.

Labores culturales: Se realizó diferentes labores culturales como el deshierbe de las parcelas de forma manual con ayuda del azadón después del deshierbe se realizó su respectivo aporte que las labores culturales se realizaron cada quince días, durante dos meses siendo hasta que el cultivo este de cosecha.

Control de malezas: El control de malezas se realizó de forma manual eliminando plantas no deseadas, utilizando azadón y cada 15 días después de la siembra, ya que presentó alta incidencia de malezas de forma acelerada, mediante la eliminación se aumenta la disponibilidad de nutrientes para el cultivo.

Cosecha: la cosecha se lo realizo a los 60 días ya que el cultivo llegó a su madurez fisiológica

Fase: XIII Registro de datos

Una vez obtenidos todos los datos incluyendo el peso en la cosecha se procede a tabular en Excel para después realizar los respectivos análisis en el Software estadístico INFOSTAT.

10.13. Datos a evaluar

10.13.1. Altura de plantas (cm)

Con la ayuda de un flexómetro se tomó el registro de la altura midiendo desde el cuello de la raíz hasta el ápice de la hoja más alta las mediciones se efectuaron a los 20,40 y 60 días después de la aplicación de *Trichoderma spp.*

10.13.2. Número de hojas

Para el conteo del área foliar se contabilizo el total de hijas de cada planta incluyendo las de menor tamaño el conteo se lo efectuó a los 20,40,60 días después de la aplicación de *Trichoderma spp.*

10.13.3. Ancho de hojas

Para medir el ancho de hojas se escogió una al azar procediendo a extenderla sin causar lesiones y con la ayuda de un flexómetro se procedió con el registro del dato las mediciones se efectuaron a los 20,40 y 60 días después de la aplicación de *Trichoderma spp.*

10.13.4. Largo de las hojas

Para medir el largo de la hoja se seleccionó una al azar extendiéndola desde el cuello de raíz hasta el ápice y con la ayuda de un flexómetro se procedió con el registro del dato las mediciones se efectuaron a los 20,40 y 60 días después de la aplicación de *Trichoderma spp.*

10.13.5. Peso rendimiento Kg/ha

Se evaluó el rendimiento registrando el peso (gr) de cada lechuga cosechada con el total de plantas por tratamiento los valores se expresaron en kg/ha = Kg x 10000/ 1,8

11. ANALISIS Y DISCUSION DE LOS RESULTADOS

11.1 Análisis de altura de (*Lactuca sativa L.*)

Tabla 11. Adeva para la altura de plantas

F.V.	ADEVA altura de plantas (cm)								
	20 días			40 días			60 días		
	Gl	CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor
Tratamientos	8	11,07	<0,0001 *	47,85	<0,0001 *	69,28	<0,0001 *		
Repeticiones	3	0,01	0,9971 ns	0,02	0,9986 ns	0,07	0,997 ns		
Tipo de Trichoderma	1	7,45	0,0019 *	15	0,0052 *	42,87	0,0043 *		
Concentración	3	22,27	<0,0001 *	99,71	<0,0001 *	139,34	<0,0001 *		
Trichoderma x concentración	3	0,87	0,2626 ns	2,68	0,1963 ns	8,29	0,1539 ns		
Testigo vs resto	1	11,7	0,0003 *	60,58	<0,0001 *	68,52	0,0006 *		
Error	24	0,64		1,68		4,32			
Total	35								
CV %		6,37		6,92		8,31			

Elaborado por: (Chacha, R. 2022)

En los 20 días se pudo observar que existe diferencia estadística significativa en los tratamientos; tipos de *Trichoderma spp.*; concentración y en el testigo vs resto y su coeficiente de variación fue de 6.37 %.

En los 40 días se pudo observar que existe una diferencia estadística significativa en los tratamientos tipos de *Trichoderma spp.* concentración, y testigo vs resto el coeficiente de variación fue de 6.92 %.

En los 60 días se pudo observar que existe diferencia estadística significativa en tratamientos, tipos de *Trichoderma spp.*, concentración y en testigo vs resto su coeficiente de variación fue de 8.31 %.

Tabla 12. Tukey al 5% para los tratamientos en la variable altura (cm) después de la aplicación de *Trichoderma spp.* nativo y comercial en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa L.*)

TUKEY altura de plantas (cm)									
Altura a los 20 días			Altura a los 40 días			Altura a los 60 días			
TRATAMIENTOS	Medias		TRATAMIENTOS	Medias		TRATAMIENTOS	Medias		
T4	15,48	A	T4	24,35	A	T4	32,91	A	
T8	14,25	A	T8	22,59	A	T8	28,9	A	
T3	14,06	A	T3	21,69	A	T3	28,56	A	
T2	12,22	C	T2	18,19	C	T2	23,81	C	
T6	11,48	D	T6	17,3	C	T6	22,78	D	
T1	11,14	D	T1	15,25	D	T1	21,42	D	
T5	10,97	D	T5	15,18	D	T5	21,29	D	
T9	10,93	D	T9	15,06	E	T9	21,13	D	
E. E	0,63			1,68			4,32		
CV %	6,37			6,92			8,31		

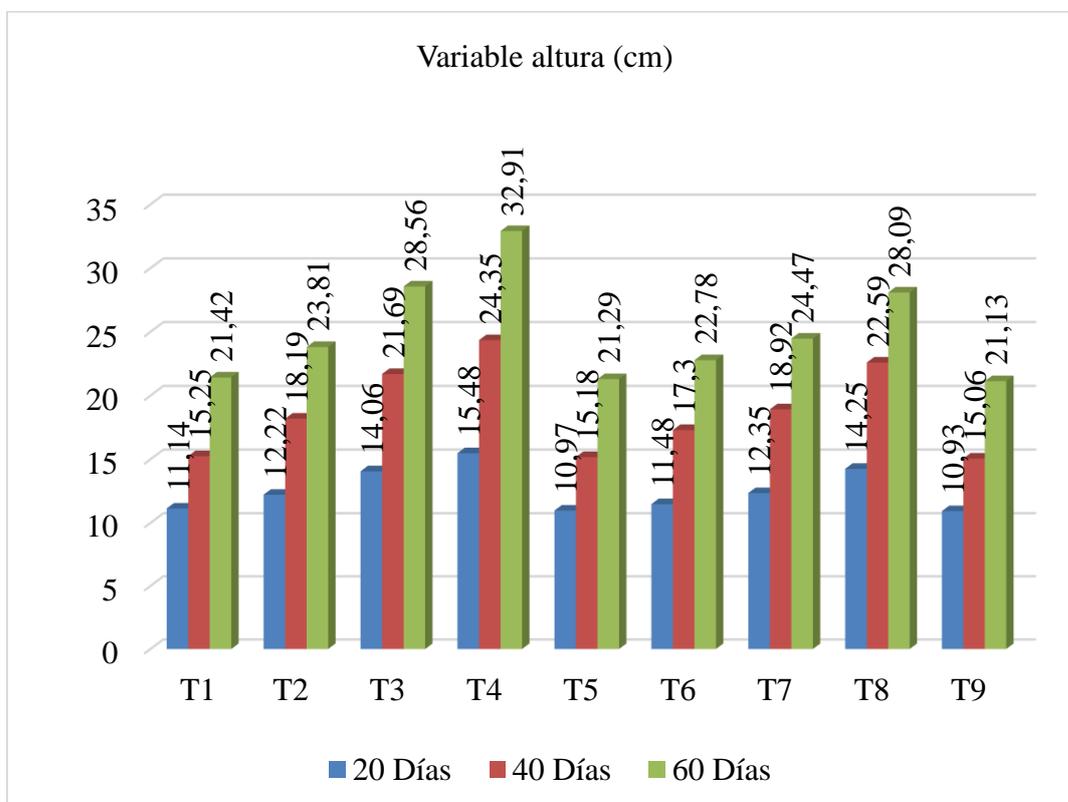
Elaborado por: (Chacha, R. 2022)

En la altura a los 20 días se puede evidenciar que el mejor tratamiento es el T4 (*Trichoderma spp.* nativo a la concentración 10^{12}) con un promedio de 15,48 cm ubicándose en el rango “A” y el tratamiento de menor resultado es el T9 (plantas sin *Trichoderma spp.*) con un promedio de 10,93 cm ubicándose en el rango “D”

En la altura a los 40 se puede evidenciar que el mejor tratamiento es el T4 (*Trichoderma spp.* nativo a la concentración 10^{12}) con un promedio de 24,35 cm ubicado en el rango “A” y el de menor resultado es el T9 (Plantas sin *Trichoderma spp.*) con un promedio de 15,06 cm y ubicándose en el rango “E”

En la altura a los 60 días se puede evidenciar que el mejor tratamiento es el T4 (*Trichoderma spp.* nativo a la concentración 10^{12}) con un promedio de 32,91 cm y ubicándose en el rango “A” y el de menor resultado es el T9 (Plantas sin *Trichoderma spp.*) con un promedio de 21,13 cm y ubicándose en el rango “D”.

Gráfico 2. Variable altura después de la aplicación de *Trichoderma spp.* nativo y comercial en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa L.*)



Elaborado por: (Chacha, R. 2022)

Tabla 13. Tukey al 5% para factor (A) tipo de *Trichoderma spp.* para la variable altura (cm) de lechuga (*Lactuca sativa L.*).

Tipo de <i>Trichoderma spp.</i>			
	20 días	40 días	60 días
TIPO DE TRICHODERMA	Medias	Medias	Medias
Trichoderma nativo	13,22 A	19,87 A	26,68 A
Trichoderma comercial	12,26 B	18,5 B	24,36 B
E. E	0,61	1,58	4,32
CV %	6,15	6,57	8,15

Elaborado por: (Chacha, R. 2022)

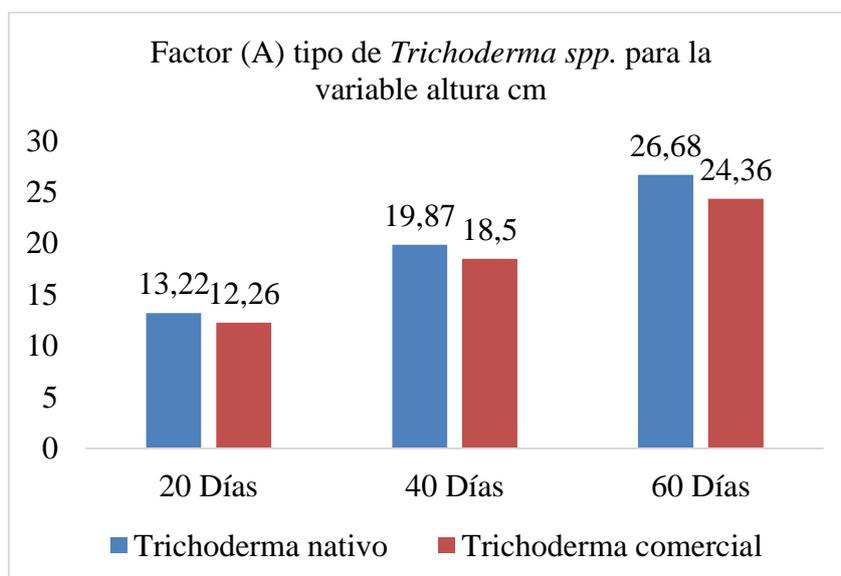
En la tabla se puede evidenciar que a los 20 días *Trichoderma spp.* nativo tiene mejor resultado con 13,22 cm ubicándose en el rango “A” y el de menor resultado es *Trichoderma spp.* comercial con 12,26 cm ubicándose en el rango “B”.

En la tabla se puede evidenciar que a los 40 días *Trichoderma spp.* nativo tiene mejor resultado con 19,87 cm ubicándose en el rango “A” y el de menor resultado es *Trichoderma spp.* comercial con 18,5 cm ubicándose en el rango “B”.

En la tabla se puede evidenciar que a los 60 días *Trichoderma spp.* nativo tiene mejor resultado con 26,68 cm ubicándose en el rango “A” y el de menor resultado es *Trichoderma spp.* comercial con 24,36 cm ubicándose en el rango “B”.

Según (Castro, 2007) *Trichoderma spp.*, es un Bio- regulador que inhibe el desarrollo de fitopatógenos y contribuye con la nutrición en la planta al transformar las celulosas y ligninas de los materiales orgánicos que se encuentran en el suelo.

Gráfico 3.Factor (A) tipo de *Trichoderma spp.* para la variable altura



Elaborado por: (Chacha, R. 2022)

Tabla 14. Tukey al 5% para factor (B) concentración de *Trichoderma spp.* para la variable altura (cm) de lechuga (*Lactuca sativa L.*).

Concentración	Concentración de <i>Trichoderma spp</i>					
	20 días		40 días		60 días	
	Medias		Medias		Medias	
12	14,86	A	23,47	A	30,9	A
10	13,2	B	20,3	B	26,52	B
8	11,85	C	17,75	C	23,3	C
6	11,05	C	15,22	D	21,36	C
E. E	0,61		1,58		4,32	
CV %	6,15		6,57		8,15	

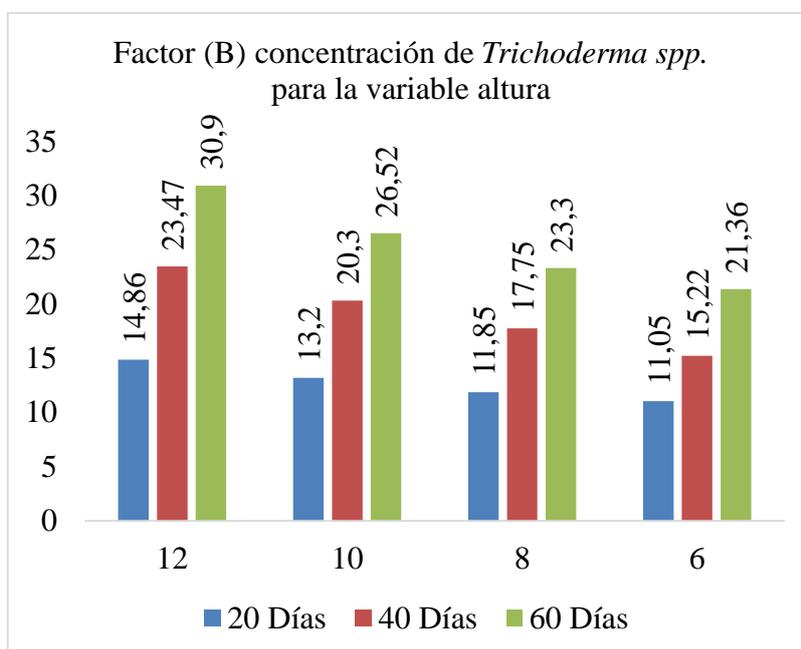
Elaborado por: (Chacha, R. 2022)

En la tabla se puede evidenciar que a los 20 días la mejor concentración fue (10¹²) con 14,86 cm ubicándose en el rango “A” y la concentración de menor resultado fue (10⁶) con 11,05 cm ubicándose en el rango “C”

En la tabla se puede evidenciar que a los 40 días la mejor concentración fue (10¹²) con 23,47 cm ubicándose en el rango “A” y la concentración de menor resultado fue (10⁶) con 15,22 cm ubicándose en el rango “D”

En la tabla se puede evidenciar que a los 60 días la mejor concentración fue (10¹²) con 30,9 cm ubicándose en el rango “A” y la concentración de menor resultado fue (10⁶) con 21,36 cm ubicándose en el rango “C”

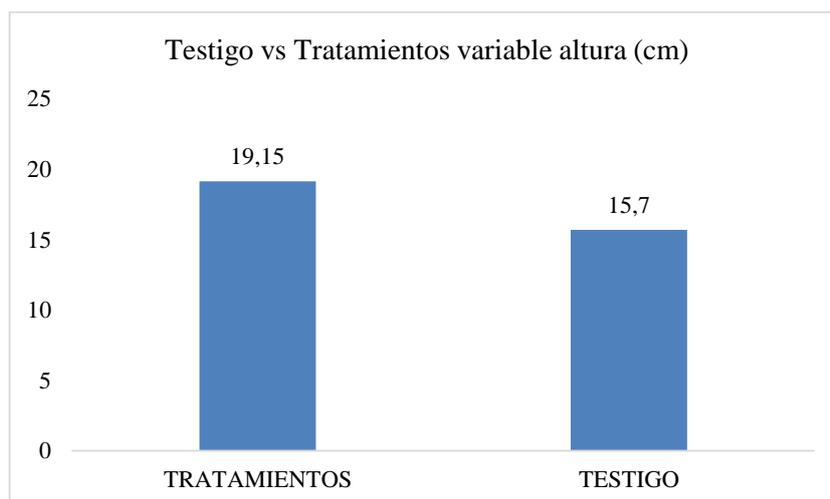
Gráfico 4. Factor (B) concentración de *Trichoderma spp.* para la variable altura



Elaborado por: (Chacha, R. 2022)

Según (Cubillos, Hinojosa *et al.*, 2009) en su ensayo de (*Passiflora edulis*) después de la aplicación de *Trichoderma spp.* presentaron efectos positivos sobre la longitud del tallo en los tratamientos que contenían 10^8 , 10^{10} .

Gráfico 5. Testigo vs tratamientos variable altura (cm)



Elaborado por: (Chacha, R. 2022)

En el testigo podemos observar que el promedio de crecimiento es de 15,7 cm y el resto de tratamientos es de 19,15 cm.

11.2 Análisis de número de hojas (*Lactuca sativa L.*)

Tabla 15. Adeva número de hojas

ADEVA número de hojas										
F.V.	20 días			40 días			60 días			
	GI	CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor	
Tratamientos	8	5,07	0,0176	*	3,51	0,0115	*	11,28	0,0001	*
Repeticiones	3	1,14	0,5772	ns	0,03	0,9938	ns	0,11	0,9765	ns
Tipo de Trichoderma	1	0,01	0,9473	ns	0,2	0,6684	ns	4,43	0,1092	ns
Concentración	3	9,48	0,0065	*	8,09	0,001	*	25,12	<0,0001	*
Trichoderma x concentración	3	0,66	0,7821	ns	1,01	0,4332	ns	3,31	0,1309	ns
Testigo vs resto	1	10,14	0,022	*	0,58	0,4704	ns	0,55	0,562	ns
Error	24	1,69			1,07			1,59		
Total	35									
CV %		14,33			8,21			7,44		

Elaborado por: (Chacha, R. 2022)

En los 20 días se pudo observar que existe diferencia estadística significativa en tratamientos, concentración y en testigo vs el resto y su coeficiente de variación fue de 14,33 %.

En los 40 días se pudo observar que existe diferencia estadística significativa en tratamientos, y concentración y su coeficiente de variación fue de 8,21 %.

En los 60 se pudo observar que existe diferencia estadista significativa en tratamientos, y concentración mientras y su coeficiente de variación fue de 7,44 %.

Tabla 16. Tukey al 5% para los tratamientos en la variable número de hojas después de la aplicación de *Trichoderma spp.* nativo y comercial en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa L.*)

Tukey número de hojas									
Hojas a los 20 días			Hojas a los 40 días			Hojas a los 60 días			
TRATAMIENTOS	Medias		TRATAMIENTOS	Medias		TRATAMIENTOS	Medias		
T8	9,05	A	T4	14,27	A	T4	20,45	A	
T9	9	A	T8	13,62	A	T8	18,6	A	
T4	8,38	A	T9	12,97	A	T3	17,79	A	
T5	7,57	A	T3	12,93	A	T9	16,6	B	
T1	7,55	A	T5	12,2	A	T5	16,14	B	
T3	7,13	A	T1	12,2	A	T1	15,96	B	
T7	6,4	A	T7	12,17	A	T7	15,93	B	
T2	6,25	A	T6	11,95	A	T6	15,82	B	
T6	6,17	A	T2	11,17	B	T2	15,27	C	
E. E	1,68			1,07			1,58		
CV %	17,33			8,21			7,44		

Elaborado por: (Chacha, R. 2022)

En los 20 días se puede evidenciar que el mejor tratamiento es el T8 (*Trichoderma spp.* comercial a la concentración 10^{12}) con un promedio de 9,05 hojas ubicado en el rango “A” y el de menor resultado es el T6 (*Trichoderma spp.* comercial a la concentración 10^8) con un promedio de 6,17 hojas ubicado en el rango “A”.

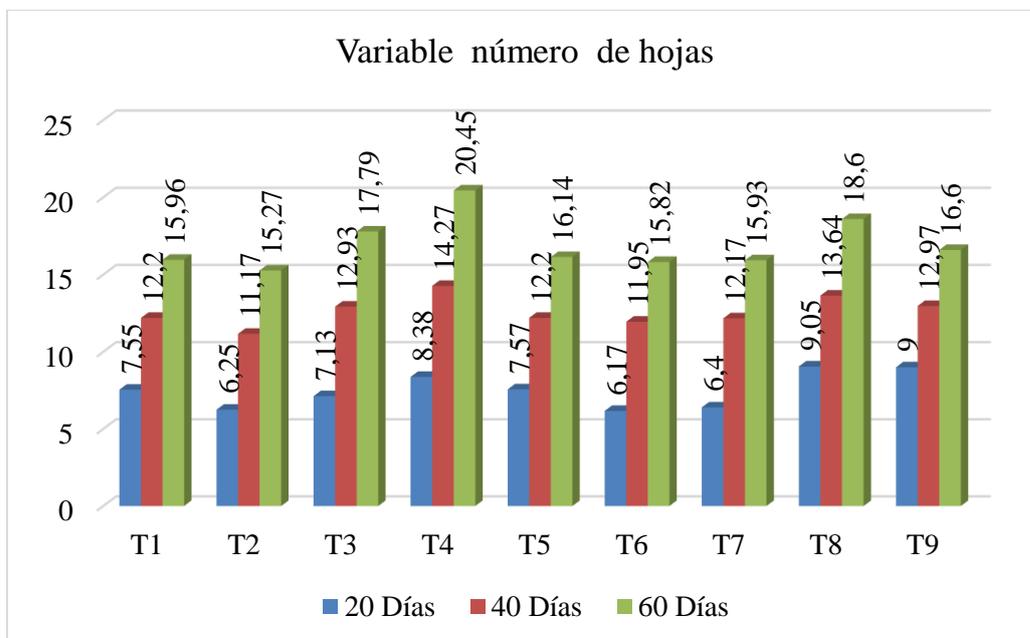
En los 40 días se puede evidenciar que el mejor tratamiento es el T4 (*Trichoderma spp.* nativo a la concentración 10^{12}) con un promedio de 14,27 hojas ubicado en el rango “A” y el de menor resultado es el T2 (*Trichoderma spp.* nativo a la concentración 10^8) con un promedio de 11,17 hojas ubicado en el rango “B”.

En los 60 días se puede evidenciar que el mejor tratamiento es el T4 (*Trichoderma spp.* nativo a la concentración 10^{12}) con un promedio de 20,45 hojas y ubicado en el rango “A” y el de menor resultado es el T2 (*Trichoderma spp.* nativo a la concentración 10^8) con un promedio de 15,27 hojas ubicado en el rango “C”.

Según (Galea, 2014) en su investigación de (*Lactuca sativa L.*) para control biológico de *Bremia Lactucaae* Se puede notar que a partir de los 40 días después del trasplante se

incrementa la producción de hojas debido a que inicia su etapa de desarrollo con la ayuda de *Trichoderma spp.*

Gráfico 6. Variable número de hojas después de la aplicación de *Trichoderma spp.* nativo y comercial en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa L.*)



Elaborado por: (Chacha, R. 2022)

Tabla 17. Tukey al 5% para factor (B) concentración de *Trichoderma spp.* para la variable número de hojas lechuga (*Lactuca sativa L.*).

Concentración de <i>Trichoderma spp</i>					
Concentración	20 días		40 días		60 días
12	8,72	A	13,94	A	19,52 A
10	6,76	B	12,55	B	16,86 B
8	6,21	B	11,56	B	15,54 B
6	7,56	B	12,2	B	16,05 B
E. E	1,82		1,05		1,59
CV %	18,46		8,19		7,44

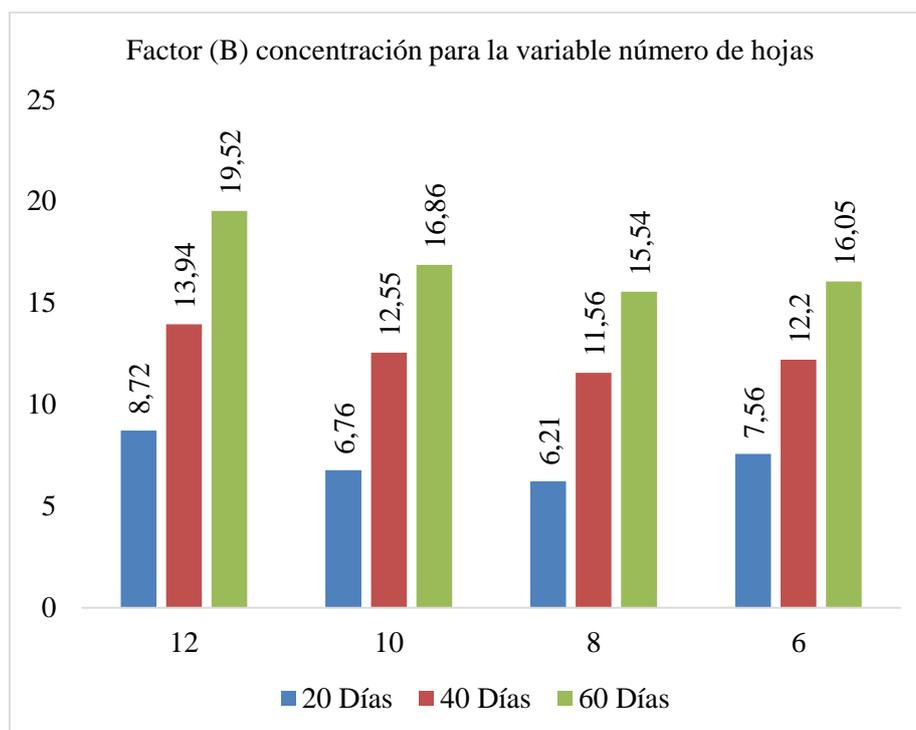
Elaborado por: (Chacha, R. 2022)

En la tabla se puede evidenciar que a los 20 días la mejor concentración fue (10¹²) con 8,72 hojas ubicándose en el rango “A” y la concentración de menor resultado fue (10⁶) con 7,56 hojas ubicándose en el rango “B”

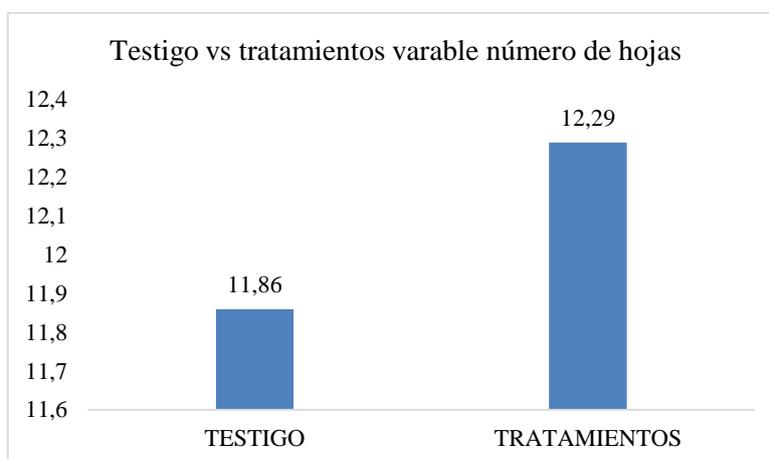
En la tabla se puede evidenciar que a los 40 días la mejor concentración fue (10¹²) con 13,94 hojas ubicándose en el rango “A” y la concentración de menor resultado fue (10⁶) con 12,2 hojas ubicándose en el rango “B”

En la tabla se puede evidenciar que a los 60 días la mejor concentración fue (10¹²) con 19,52 hojas ubicándose en el rango “A” y la concentración de menor resultado fue (10⁶) con 16,05 hojas ubicándose en el rango “B”

Gráfico 7. Factor (B) concentración para la variable número de hojas



Elaborado por: (Chacha, R. 2022)

Gráfico 8. Testigo vs Tratamientos variable número de hojas

Elaborado por: (Chacha, R. 2022)

En la gráfica de testigo vs resto podemos observar que el resto de tratamientos obtuvo mayor número de hojas.

11.3 Análisis de ancho de hojas (*Lactuca sativa L.*)

Tabla 18. Adeva ancho de hojas

ADEVA ancho de hojas (cm)										
F.V.	gl	20 días			40 días			60 días		
		CM	p-valor	*	CM	p-valor	*	CM	p-valor	
Tratamientos	8	3,71	<0,0001	*	1,93	<0,0001	*	8,01	<0,0001	*
Repeticiones	3	0,01	0,9919	ns	0,11	0,5052	ns	0,04	0,9527	ns
Tipo de Trichoderma	1	2,25	0,0015	*	0,48	0,0664	ns	0,86	0,1509	ns
Concentración	3	7,93	<0,0001	*	4,15	<0,0001	*	14,54	<0,0001	*
Trichoderma x concentración	3	0,31	0,1789	ns	0,3	0,1004	ns	0,29	0,5400	ns
Testigo vs resto	1	2,71	0,0006	*	1,58	0,002	*	18,76	<0,0001	*
Error	24	0,17			0,13			0,4		
Total	35									
CV %		5,46			3,33			4,53		

Elaborado por: (Chacha, R. 2022)

En los 20 días se pudo observar que existe diferencia estadística significativa en tratamientos, tipos de *Trichoderma spp.*, concentración, y testigo vs resto y su coeficiente de variación fue de 5.46 %

En los 40 días se pudo observar que existe diferencia estadística significativa en tratamientos, concentración, y testigo vs resto y su coeficiente de variación fue de 3.33 %

En los 60 días se pudo observar que existe diferencia estadística significativa en tratamientos, concentración, y testigo vs resto y su coeficiente de variación fue de 4.53 %.

Tabla 19. Tukey al 5% para los tratamientos en la variable ancho de hojas (cm) después de la aplicación de *Trichoderma spp.* nativo y comercial en el cultivo de *lechuga (Lactuca sativa L.)*

Tukey ancho de hojas (cm)								
Ancho a los 20 días			Ancho a los 40 días			Ancho a los 60 días		
Tratamientos	Medias		Tratamientos	Medias		Tratamientos	Medias	
T4	9,48	A	T4	12,03	A	T4	15,75	A
T8	8,73	A	T8	11,63	A	T8	15,57	A
T3	8,38	B	T3	11,56	A	T3	15,21	A
T7	7,44	C	T7	10,91	B	T7	14,58	A
T2	7,37	C	T2	10,67	C	T2	14,03	B
T6	6,98	D	T6	10,47	C	T6	13,38	C
T9	6,89	D	T5	10,34	C	T5	12,66	D
T1	6,89	D	T9	10,29	C	T1	12,52	D
T5	6,84	D	T1	10,07	C	T9	11,92	E
E. E	0,17			0,13			0,4	
CV %	5,46			3,33			5,43	

Elaborado por: (Chacha, R. 2022)

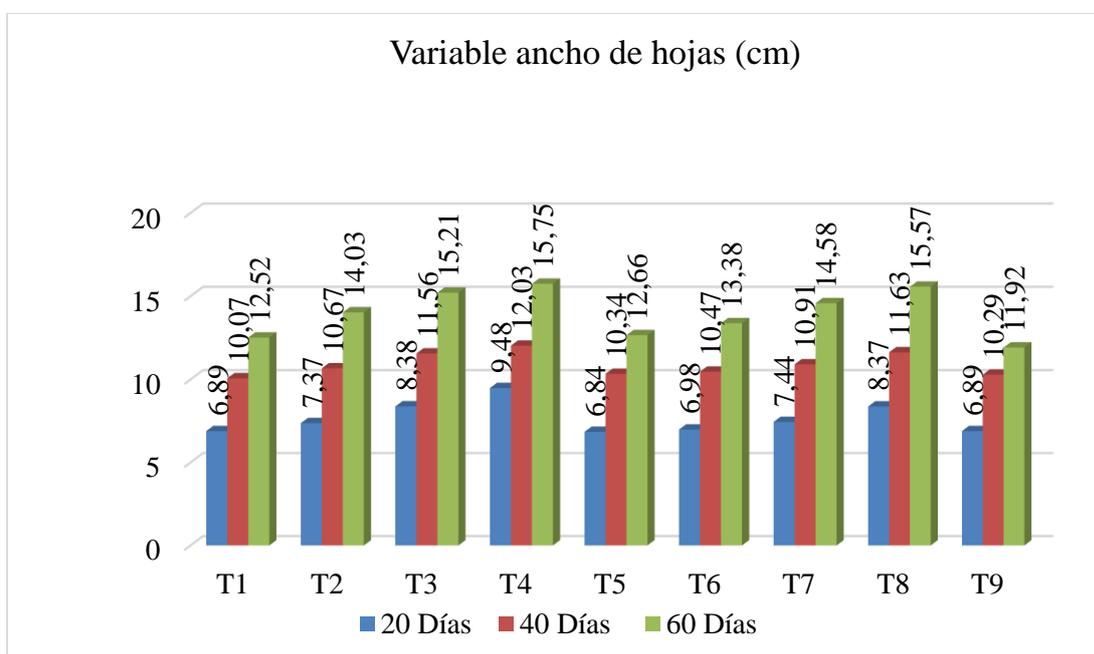
A los 20 días en el ancho de hojas se puede evidenciar que el mejor tratamiento es el T4 (*Trichoderma spp.* nativo a la concentración 10^{12}) con un promedio de 9,48 cm ubicándose en el rango “A” y el tratamiento de menor resultado es el T5 (*Trichoderma spp.* comercial a la concentración 10^6) con un promedio de 6,84 cm ubicándose en el rango “D”

A los 40 días en el ancho de hojas se puede evidenciar que el mejor tratamiento es el T4 (*Trichoderma spp.* nativo a la concentración 10^{12}) con un promedio de 12,03 cm ubicándose en el rango “A” y el tratamiento de menor resultado es el T1 (*Trichoderma*

spp. nativo a la concentración 10^6) con un promedio de 10,07 cm ubicándose en el rango “C”

A los 60 días en el ancho de hojas se puede evidenciar que el mejor tratamiento es el T4 (*Trichoderma spp.* nativo a la concentración 10^{12}) con un promedio de 15,75 cm ubicándose en el rango “A” y el tratamiento de menor resultado es el T9 (Plantas sin *Trichoderma spp.*) con un promedio de 11,92 cm ubicándose en el rango 2” E”

Gráfico 9. Variable ancho (cm) de hojas después de la aplicación de *Trichoderma spp.* nativo y comercial en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa L.*)



Elaborado por: (Chacha, R. 2022)

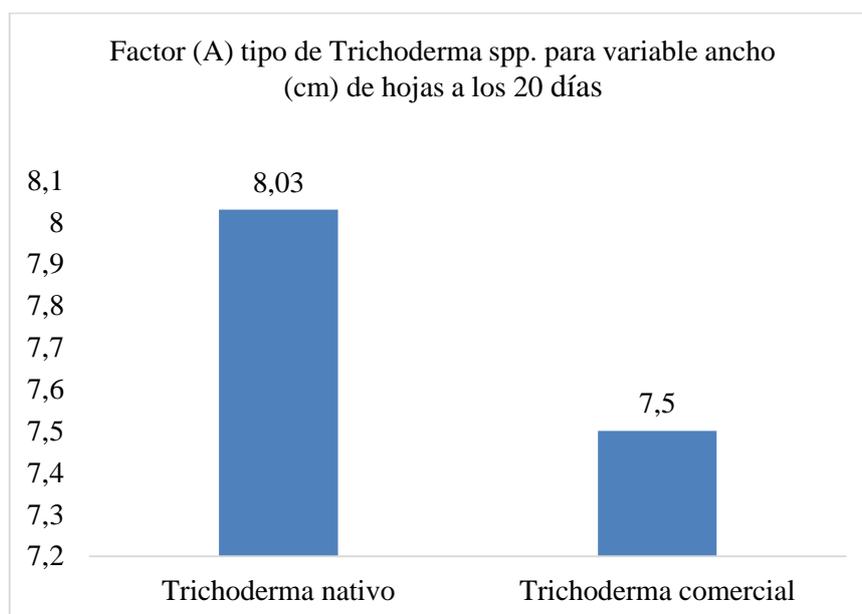
Tabla 20. Tukey al 5 % para factor (A) tipo de *Trichoderma spp.* para la variable ancho de hojas (cm) de lechuga (*Lactuca sativa L.*) a los 20 días.

<i>Tipo de Trichoderma spp</i>	
	20 días
Trichoderma nativo	8,03 A
Trichoderma comercial	7,5 B
E. E	0,17
CV%	5,39

Elaborado por: (Chacha, R. 2022)

En la tabla se puede evidenciar que a los 20 días *Trichoderma spp.* nativo tiene mejor resultado con 8,03 cm ubicándose en el rango “A” y el de menor resultado es *Trichoderma spp.* comercial con 7,5 cm ubicándose en el rango “B”.

Gráfico 10. Factor (A) tipo de *Trichoderma spp.* para variable ancho (cm) de hojas



Elaborado por: (Chacha, R. 2022)

Tabla 21. Tukey al 5% para factor (B) concentración de *Trichoderma spp.* para la variable ancho de hojas (cm) de lechuga (*Lactuca sativa L.*)

Concentración de <i>Trichoderma spp.</i>						
Concentración	20 días		40 días		60 días	
12	9,1	A	11,83	A	15,66	A
10	7,91	B	11,23	B	14,89	A
8	7,18	C	10,57	C	13,7	B
6	6,86	C	10,21	C	12,59	C
E. E	0,17		0,13		0,3	
CV %	5,39		3,3		4,41	

Elaborado por: (Chacha, R. 2022)

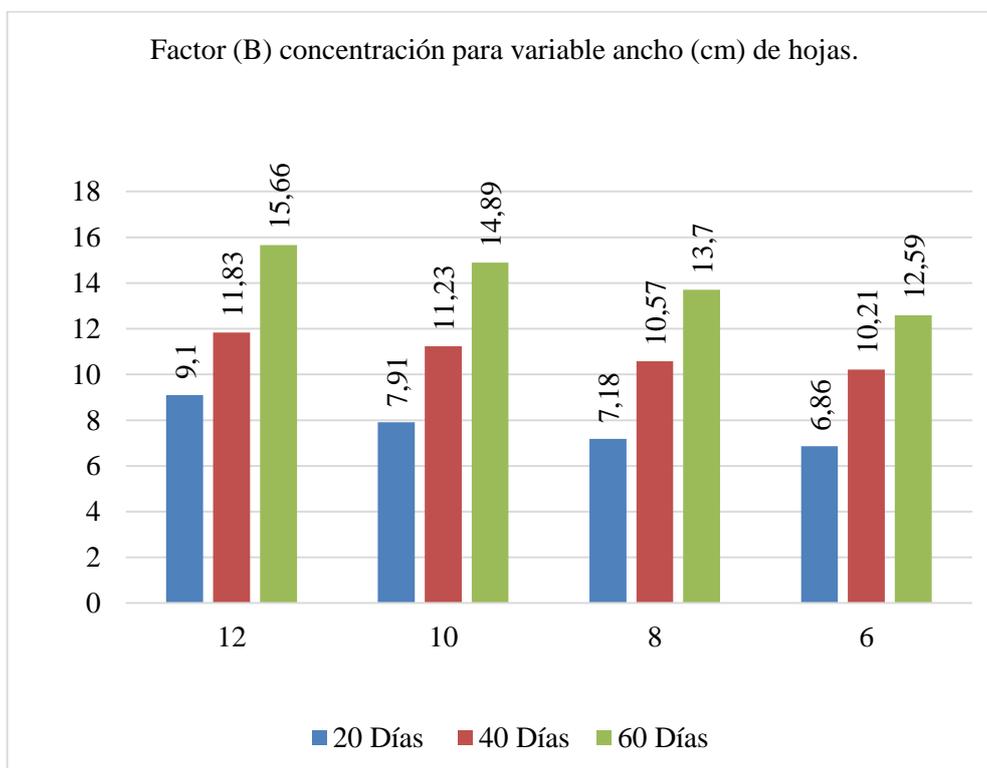
En la tabla se puede evidenciar que a los 20 días la mejor concentración fue (10^{12}) con 9,1 cm de ancho ubicándose en el rango “A” y la concentración de menor resultado fue (10^6) con 6,86 cm de ancho ubicándose en el rango “C”

En la tabla se puede evidenciar que a los 40 días la mejor concentración fue (10^{12}) con 11,83 cm de ancho ubicándose en el rango “A” y la concentración de menor resultado fue (10^6) con 10,21 cm de ancho ubicándose en el rango “C”

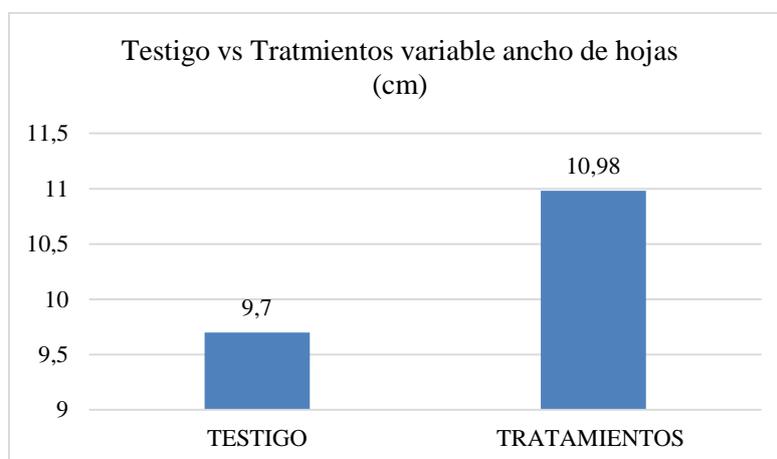
En la tabla se puede evidenciar que a los 60 días la mejor concentración fue (10^{12}) con 15,66 cm de ancho ubicándose en el rango “A” y la concentración de menor resultado fue (10^6) con 12,59 cm de ancho ubicándose en el rango “C”

Según (Camargo & Avila, 2014) en su investigación de arveja (*Pisum Sativum.*) el área foliar de las plantas, en las que se aplicó *Trichoderma spp.* a concentración de 10^8 , 10^{10} aumento en 5% respecto a los demás tratamientos.

Gráfico 11. Factor (B) concentración para variable ancho (cm) de hojas.



Elaborado por: (Chacha, R. 2022)

Gráfico 12. Testigo vs tratamientos variable ancho de hojas (cm)

Elaborado por: (Chacha, R. 2022)

En la gráfica podemos observar que el testigo tiene un promedio de 9,7 cm mientras que el resto de tratamientos tiene un promedio de 10,98 cm.

11.4 Análisis de largo de hojas (*Lactuca sativa L.*)

Tabla 22. Adeva largo de hojas

F.V.	ADEVA largo de hojas (cm)									
	20 días				40 días			60 días		
	gl	CM	p-valor		CM	p-valor		CM	p-valor	
Tratamientos	8	3,29	0,0007	*	6,42	0,0001	*	81,55	<0,0001	*
Repeticiones	3	0,29	0,7123	ns	0,61	0,5699	ns	0,52	0,9695	ns
Tipo de Trichoderma	1	3,12	0,0386	*	1,63	0,2056	ns	48,63	0,0101	*
Concentración	3	6,92	0,0001	*	15,24	<0,0001	*	174,76	<0,0001	*
Trichoderma x concentración	3	0,35	0,665	ns	1,2	0,3152	ns	13,22	0,1242	ns
Testigo vs resto	1	1,42	0,1427	ns	0,39	0,5168	ns	39,82	0,0202	*
Error	24	0,62			0,89			6,43		
Total	35									
CV %		7,36			6,82			13,27		

Elaborado por: (Chacha, R. 2022)

En los 20 días se pudo observar que existe diferencia estadística significativa en tratamientos tipo de *Trichoderma spp.* y concentración y su coeficiente de variación fue de 7,36 %

En los 40 días se pudo observar que existe diferencia estadística en tratamientos y concentración mientras que su coeficiente de variación fue de 6,82 %.

En los 60 días se pudo observar que existe diferencia estadística significativa en tratamientos, tipo de *Trichoderma spp.*, concentración y testigo vs resto y su coeficiente de variación fue de 13,27 %.

Tabla 23. Tukey al 5% para los tratamientos en la variable largo de hojas (cm) después de la aplicación de *Trichoderma spp.* nativo y comercial en el cultivo de *lechuga (Lactuca sativa L.)*

Tukey largo de hojas en (cm)									
Largo a los 20 días			Largo a los 40 días			Largo a los 60 días			
Tratamientos	Medias		Tratamientos	Medias		Tratamientos	Medias		
T4	12,3	A	T4	15,71	A	T4	25,75	A	
T8	11,6	A	T8	15,38	A	T8	24,91	A	
T3	11,34	A	T3	15,28	A	T3	24,05	A	
T2	10,9	A	T7	13,7	A	T7	18,34	B	
T7	10,55	A	T9	13,55	A	T2	17,67	C	
T9	10,13	B	T6	12,91	B	T9	16,15	C	
T6	9,92	B	T2	12,78	B	T1	15,44	C	
T1	9,77	B	T1	12,67	B	T5	15,42	C	
T5	9,74	B	T5	12,64	B	T6	14,37	C	
E. E	0,61			0,89			6,43		
CV %	7,36			6,82			13,27		

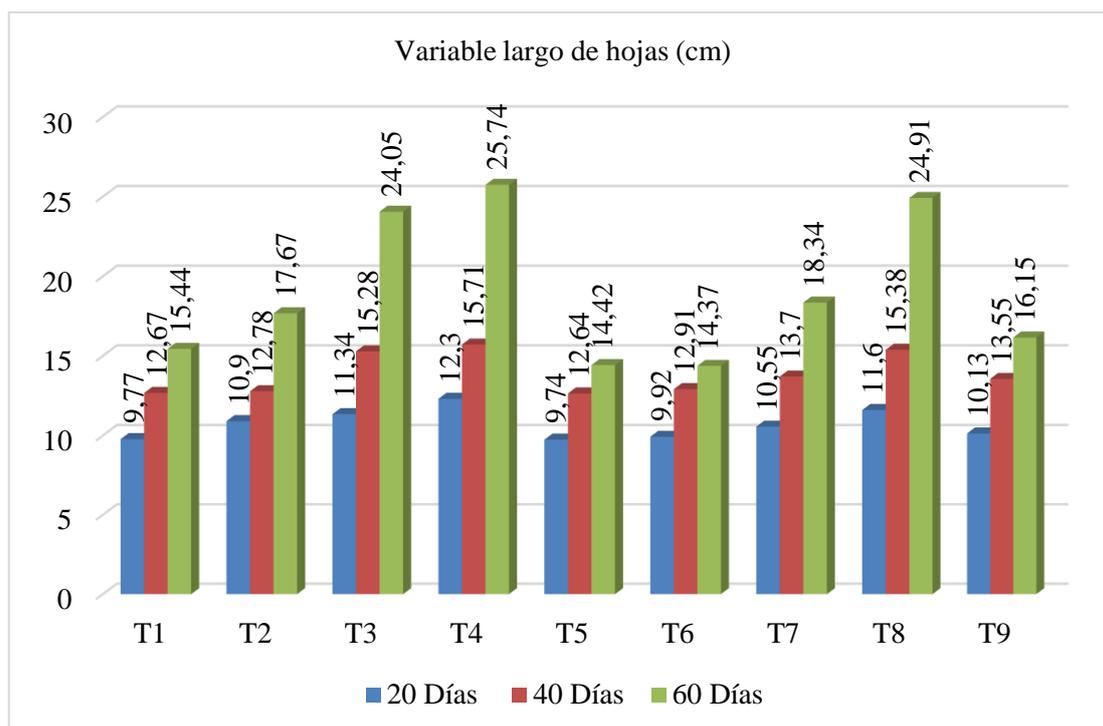
Elaborado por: (Chacha, R. 2022)

A los 20 días en el largo de hojas se puede evidenciar que el mejor tratamiento es el T4 (*Trichoderma spp.* nativo a la concentración 10^{12}) con un promedio de 12,3 cm ubicándose en el rango “A” y el tratamiento de menor resultado es el T5 (*Trichoderma spp.* comercial a la concentración 10^6) con un promedio de 9,74 cm ubicándose en el rango “B”

A los 40 días en el largo de hojas se puede evidenciar que el mejor tratamiento es el T4 (*Trichoderma spp.* nativo a la concentración 10^{12}) con un promedio de 15,71 cm ubicándose en el rango “A” y el tratamiento de menor resultado es el T5 (*Trichoderma spp.* comercial a la concentración 10^6) con un promedio de 12,64 cm ubicándose en el rango “B”

A los 60 días en el largo de hojas se puede evidenciar que el mejor tratamiento es el T4 (*Trichoderma spp.* nativo a la concentración 10^{12}) con un promedio de 25,75 cm ubicándose en el rango “A” y el tratamiento de menor resultado es el T6 (*Trichoderma spp.* comercial a la concentración 10^8) con un promedio de 14,37 cm ubicándose en el rango “C”

Gráfico 13. Variable largo (cm) de hojas después de la aplicación de *Trichoderma spp.* nativo y comercial en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa L.*)



Elaborado por: (Chacha, R. 2022)

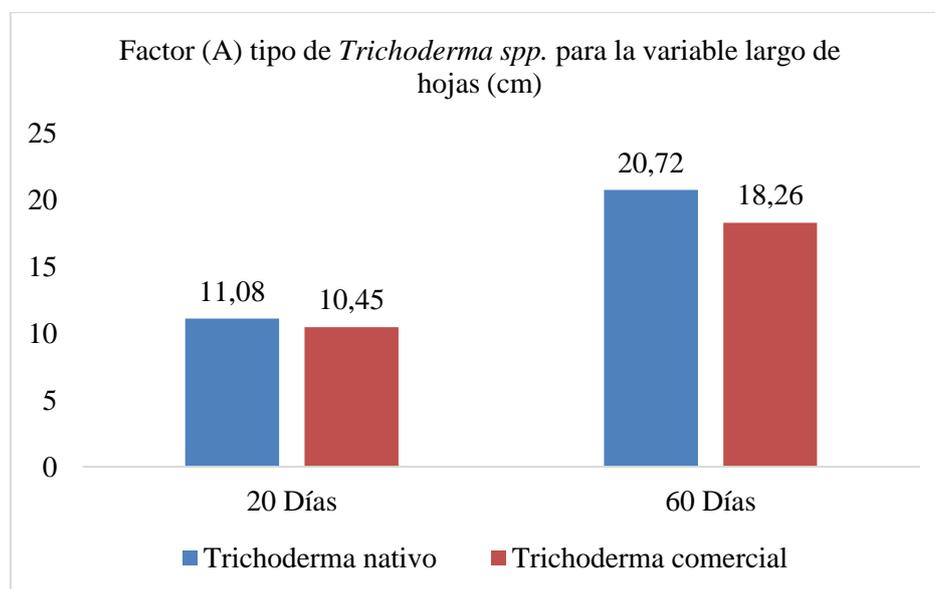
Tabla 24. Tukey al 5% para factor (A) tipo de *Trichoderma spp.* para la variable largo de hojas (cm) de lechuga (*Lactuca sativa L.*).

Tipo de <i>Trichoderma spp.</i>				
	20 días	60 días		
	Medias	Medias		
Trichoderma nativo	11,08	A	20,72	A
Trichoderma comercial	10,45	B	18,26	B
E. E	0,65	6,23		
CV%	7,5	12,81		

Elaborado por: (Chacha, R. 2022)

En la tabla se puede evidenciar que *Trichoderma spp.* nativo con un promedio de 15,3 cm es el de mayor resultado y se ubica en el rango “A” mientras que *Trichoderma spp.* comercial con un promedio de 14,22 cm es el de menor resultado ubicándose en el rango “B”

Gráfico 14. Factor (A) tipo de *Trichoderma spp.* para la variable largo de hojas (cm)



Elaborado por: (Chacha, R. 2022)

Tabla 25. Tukey al 5% para factor (B) concentración de *Trichoderma spp.* para la variable largo de hojas (cm) de lechuga (*Lactuca sativa L.*).

Concentración de <i>Trichoderma spp.</i>						
Concentración	20 días		40 días		60 días	
12	11,95	A	15,54	A	25,33	A
10	10,94	A	14,49	A	21,19	B
8	10,41	B	12,84	B	16,02	C
6	9,75	C	12,65	B	15,43	C
E. E	0,65		0,96		6,23	
CV %	7,5		7,07		12,81	

Elaborado por: (Chacha, R. 2022)

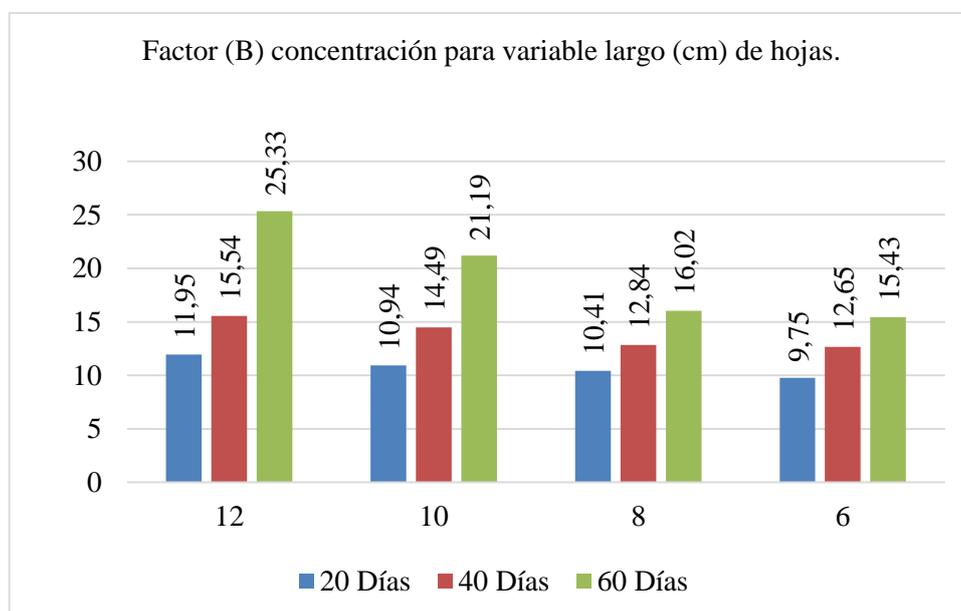
En la tabla se puede evidenciar que a los 20 días la mejor concentración fue (10^{12}) con 11,95 cm de largo de hoja ubicándose en el rango “A” y la concentración de menor resultado fue (10^6) con 9,75 cm de largo de hoja ubicándose en el rango “C”

En la tabla se puede evidenciar que a los 40 días la mejor concentración fue (10^{12}) con 15,54 cm de largo de hoja ubicándose en el rango “A” y la concentración de menor resultado fue (10^6) con 12,65 cm de largo de hoja ubicándose en el rango “B”

En la tabla se puede evidenciar que a los 60 días la mejor concentración fue (10^{12}) con 25,33 cm de largo de hoja ubicándose en el rango “A” y la concentración de menor resultado fue (10^6) con 15,43 cm de largo de hoja ubicándose en el rango “C”.

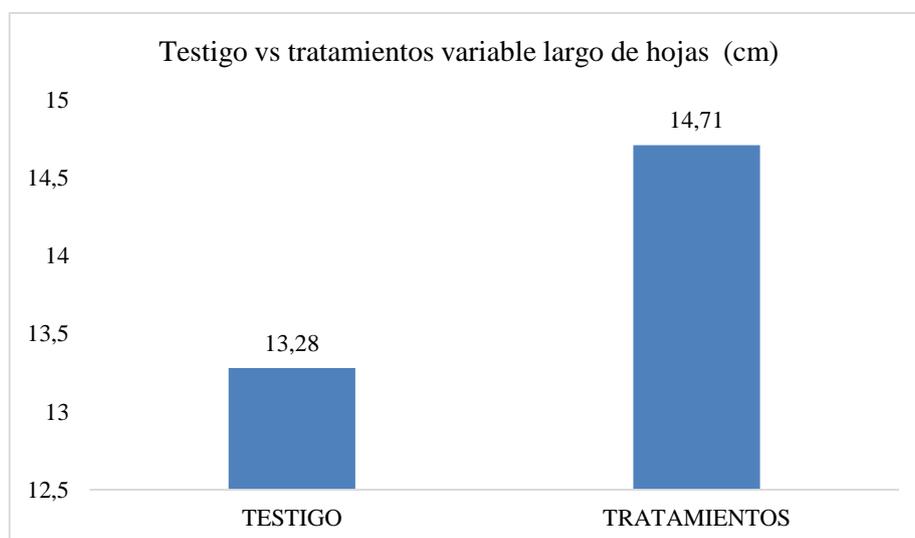
Según (Candelero *et al.*, 2015) efecto promotor del crecimiento en plántulas con las aplicaciones de *Trichoderma spp.* se ha atribuido a la presencia de ácido indolacético, que actúa como regulador de crecimiento, y de ácidos orgánicos, que retienen cationes y acidifican la rizosfera, lo cual solubiliza nutrientes para su absorción por las plantas.

Gráfico 15. Factor (B) concentración para variable largo (cm) de hojas.



Elaborado por: (Chacha, R. 2022)

Gráfico 16. Testigo vs tratamientos variable largo de hojas (cm)



Elaborado por: (Chacha, R. 2022)

En la gráfica podemos observar que el testigo tuvo un promedio de 13,28 cm mientras que el resto de tratamientos tuvo un promedio de 14,71 cm.

11.5 Análisis rendimiento kg/ha

Tabla 26. Adeva rendimiento kg/ha

Adeva kg/h						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Tratamientos	22915520,6	8	2864440,07	280,45	<0,0001	*
Repeticiones	7114,08	3	2371,36	0,23	0,8731	ns
Tipo de <i>Trichoderma</i>	866257,03	1	866257,03	96,45	<0,0001	*
Concentración	15353592,6	3	5117864,2	569,86	<0,0001	*
<i>Trichoderma</i> x concentración	170893,84	3	56964,61	6,34	0,0625	ns
Testigo vs resto	6524777,09	1	6524777,09	638,81	<0,0001	*
Error	245133,67	24	10213,9			
Total	23167768,3	35				
CV %	2,79					

Elaborado por: (Chacha, R. 2022)

En la cosecha se pudo observar que existe diferencia estadística significativa en tratamientos, tipo de *trichoderma spp.*, concentración, testigo vs resto su coeficiente de variación fue de 2,79 %.

Tabla 27. Tukey al 5% para los tratamientos en la variable rendimiento kg/ha después de la aplicación de *Trichoderma spp.* nativo y comercial en el cultivo de *lechuga (Lactuca sativa L.)*

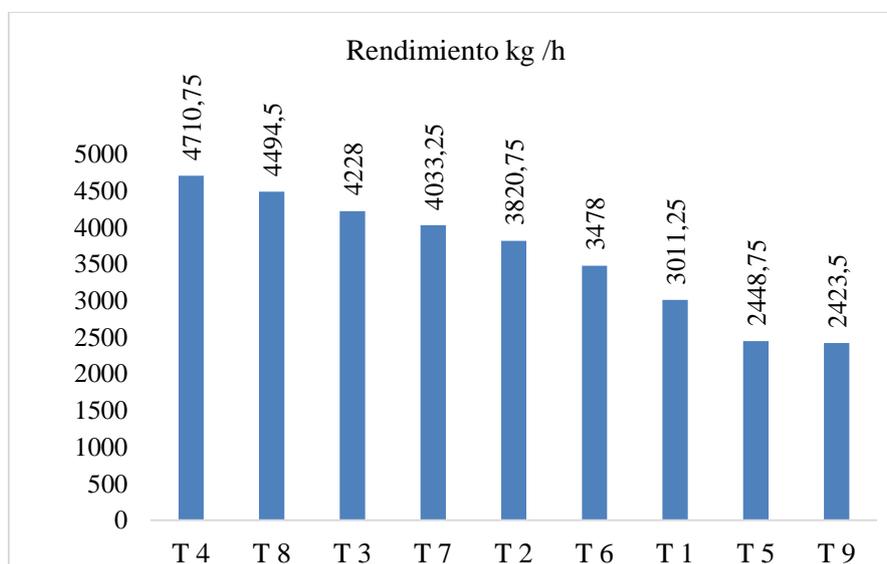
Tukey rendimiento k/ha		
TRATAMIENTOS	Medias	
T 4	4710,75	A
T 8	4494,5	A
T 3	4228	A
T 7	4033,25	B
T 2	3820,75	B
T 6	3478	B
T 1	3011,25	C
T 5	2448,75	D
T 9	2423,5	D
E. E	10213	
CV %	2,79	

Elaborado por: (Chacha, R. 2022)

En rendimiento el mejor tratamiento es el T4 (*Trichoderma spp.* nativo a la concentración 10¹²) con 3612,5 kg/ha y ubicándose en el rango “A” y el tratamiento con menor rendimiento es el T9 (Plantas sin *trichoderma spp.*) con 1238,75 kg/ha ubicándose en el rango “E”

Según (Galea, 2014) en su investigación de (*Lactuca sativa L.*) para control biológico de *Bremia Lactucae* obtuvo 0,8 kg en el tratamiento E0D2 siendo el de la concentración más alta.

Gráfico 17. Variable rendimiento kg/ha después de la aplicación de *Trichoderma spp.* nativo y comercial en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa L.*)



Elaborado por: (Chacha, R. 2022)

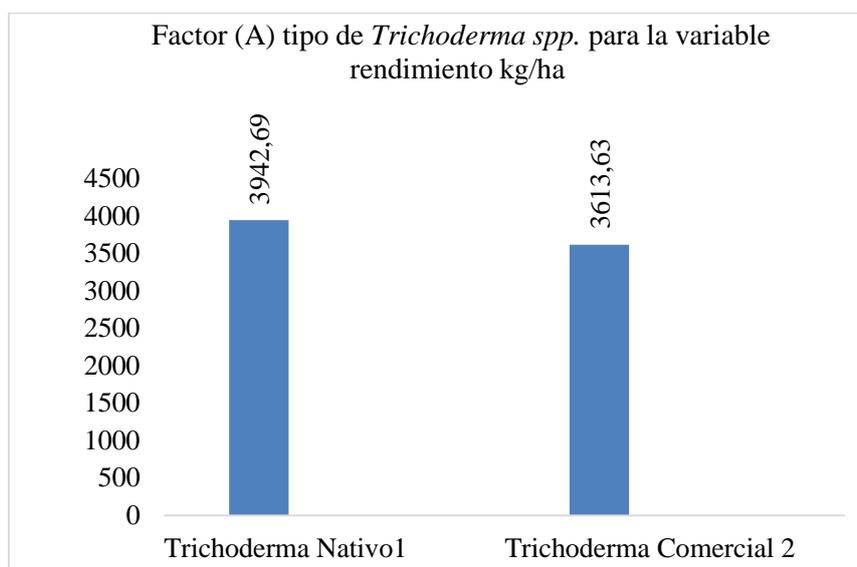
Tabla 28. Tukey al 5% para factor (A) tipo de *Trichoderma spp.* para la variable rendimiento kg/ha de lechuga (*Lactuca sativa L.*).

Tipo de <i>Trichoderma spp.</i>		
TIPO DE TRICHODERMA	Medias	
Trichoderma Nativo	3942,69	A
Trichoderma Comercial	3613,63	B
E. E	8980	
CV %	2,51	

Elaborado por: (Chacha, R. 2022)

En la tabla se puede evidenciar que *Trichoderma spp.* nativo es el de mejor resultado con 2660,06 kg/ha ubicándose en el rango “A” y el de peor resultado es *trichoderma spp.* comercial con 2350,63 kg/ha ubicándose en el rango “B”.

Gráfico 18. Factor (A) tipo de *Trichoderma spp.* para la variable rendimiento kg/ha



Elaborado por: (Chacha, R. 2022)

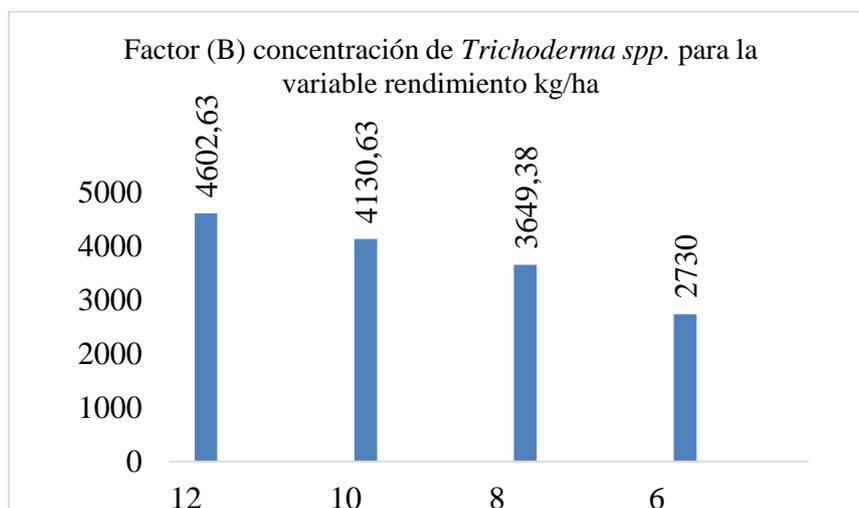
Tabla 29. Tukey al 5% para factor (B) concentración de *Trichoderma spp.* para la variable rendimiento kg/ha de lechuga (*Lactuca sativa L.*).

Concentración de <i>Trichoderma spp.</i>		
CONCENTRACION	Medias	
12	4602,63	A
10	4130,63	B
8	3649,38	B
6	2730	C
E. E	8980	
CV %	2,51	

Elaborado por: (Chacha, R. 2022)

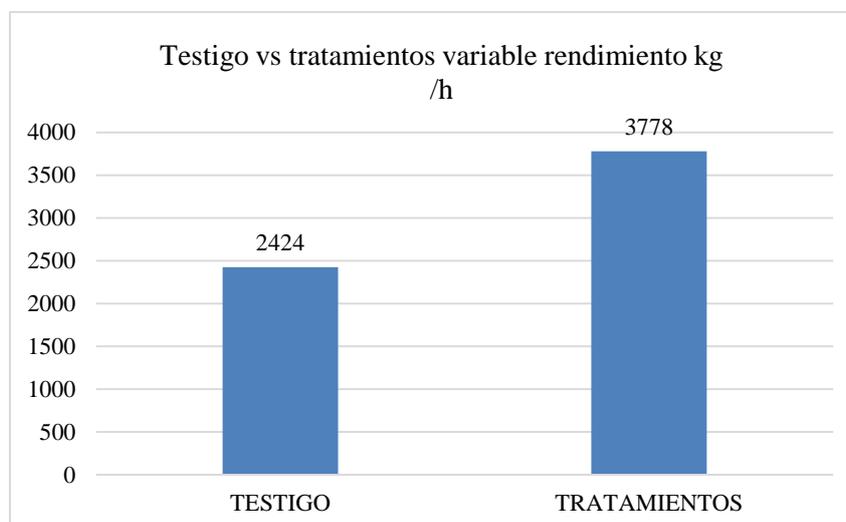
En la tabla se puede evidenciar que la concentración con mayor resultado es la (10^{12}) con 3358,38 kg/ha ubicándose en el rango “A” y la de menor resultado es la (10^6) con 1601,38 kg/ha ubicándose en el rango “C”

Gráfico 19. Factor (B) concentración de *Trichoderma* spp. para la variable rendimiento kg/ha



Elaborado por: (Chacha, R. 2022)

Gráfico 20. Testigo vs tratamientos variable rendimiento Kg/ha



Elaborado por: (Chacha, R. 2022)

En la gráfica se puede observar que el rendimiento del testigo es de 2424 kg/ha mientras que el resto de tratamientos es de 3778 kg/h

12. IMPACTOS (TECNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONOMICOS)

12.1 Impacto técnico

El desarrollo de este proyecto nos ha aportado con una gran alternativa para aumentar el rendimiento y desarrollo de nuestros cultivos el uso y la aplicación de microorganismos en este caso *Trichoderma spp.* es eficaz ya que compite por espacio y nutrientes en el suelo y a su vez ase que esto sean soluble para las plantas además detalla el proceso para la captura aislamiento y multiplicación de los microorganismos.

12.2 Impacto social

Con este proyecto tenemos un impacto social positivo ya que con los datos y resultados obtenidos durante todo el ciclo vegetativo de la especie ya antes mencionada nos sirven para decir que *Trichoderma spp.* nativo y comercial si influye en el crecimiento vegetal y promover el uso del mismo y a los docentes y estudiantes de la carrera de agronomía hacer énfasis en el uso de microorganismos como una nueva alternativa de agricultura.

12.3 Impacto ambiental

El principal aporte que ase este proyecto de investigación en el campo ambiental es dar una alternativa de producción agrícola remplazando los productos químicos por microorganismos que se los halla en el mismo ambiente.

12. CONCLUSIONES

- ✓ El mejor resultado se obtuvo con el hongo *Trichoderma spp.* nativo comparado con el comercial a la concentración más alta probada de 10^{12} porque se obtuvo mayor crecimiento en las variables evaluadas y alto rendimiento a la cosecha.
- ✓ *Trichoderma spp.* nativo a la concentración 10^{12} fue el mejor para las variables a evaluar destacando en altura con 32,91 (cm), en número de hojas con 20.45, ancho en hojas de 15,75 (cm) y largo de hojas con 25,74 (cm) el mejor tratamiento es el T4.

- ✓ El mayor rendimiento se obtuvo en el tratamiento T4 *Trichoderma spp.* nativo a la concentración 10^{12} con promedio de 3612,5 kg/ha seguido del T8 *Trichoderma spp.* comercial a la concentración 10^{12} con un promedio de 3104,5 kg/ha.

13. RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda a los agricultores aplicar *Trichoderma spp.* nativo a una concentración de 10^{12} para obtener mayor rendimiento en sus cultivos ya sean hortícolas o de cualquier índole.
- ✓ Realizar investigaciones con *Trichoderma spp.* nativo a diferentes concentraciones para determinar el comportamiento agronómico en otras especies vegetales.
- ✓ Utilizar distintos tipos de microorganismos como una nueva alternativa de producción orgánica.

14. BIBLIOGRAFIA

- Argumedo, R., Alarcón, A., Ferrera Cerrato, R., & Peña Cabriaes, J. J. (2009). Revisión / Review EL GÉNERO FÚNGICO. *Rev. Int. Contam. Ambient*, 25(4), 257–269.
- Baffoni, P. (2018). Enfermedades en hortalizas en el valle inferior del Río Negro. *Ministerio de Agroindustria*.
- Camargo, C., & Avila, E. (2014). Efectos del *Trichoderma* sp. sobre el crecimiento y desarrollo de la arveja (*Pisum sativum* L.). *Ciencia Y Agricultura*, 11(1), 91. <https://doi.org/10.19053/01228420.3492>
- Candelerio, D. J., Cristóbal, A. J., Reyes, R. A., Tun, S. J. M., Gamboa, A. M. M., & Ru, S. E. (2015). *Jacq . y antagónicas contra Meloidogyne incognita*. 9457(130), 113–119.
- CET. (2004). *PRODUCCION Y UTILIZACION DE Trichoderma spp*. 1–28.
- Chiriboga, H., Gomez, G., & Garces, K. (2008). protocolos para formulación y aplicación del bio-insumo: con la colaboración del *Trichoderma* spp. Para el control biológico de enfermedades Ing. *Biomass*, 61(1), 4269–4278.
- Coyago, C. (2017). Universidad Central Del Ecuador. *Universidad Central Del Ecuador*, 91, 399–404.
- Cubillos, Hinojosa, J., Valero, N., & Mejía, L. (2009). *Trichoderma harzianum* como promotor del crecimiento vegetal del maracuyá (*Passiflora edulis* var . *flavicarpa* Degener). *Agronomía Colombiana*, 27(1), 81–86. <http://revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/11363/37730>
- Espinosa, J., Moreno, J., & Bernal, G. (2022). Vision general de los suelos de Ecuador. *Suelos Del Ecuador Clasificación, Uso y Manejo* , 1–29.
- Galea, M. (2014). *Determinar la eficiencia de Trichoderma harzianum en el control biológico de Bremia lactucae en el cultivo de lechuga (Lactuca sativa)*. 87.
- Hernandez, M., Ferrera, R., & Alejandro, A. (2019). *Trichoderma: Agricultural and biotechnological importance, and fermentation systems for producing biomass and enzymes of industrial interest*. *Chilean Journal of Agricultural and Animal Sciences*,

35(1), 98–112.

Higa, T., & Parr, J. (1967). Microorganismos Benéficos. *Gastronomía Ecuatoriana y Turismo Local*, 1(69), 5–24.

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.

InfoAgro. (2022). *El cultivo de la lechuga*.
<https://www.infoagro.com/hortalizas/lechuga.htm>

La Gaceta. (2020). *San Buenaventura: Productores ofrecen hortalizas y legumbres orgánicas*.
<https://lagaceta.com.ec/san-buenaventura-productores-ofrecen-hortalizas-y-legumbres-organicos/>

Lopez, E. (2007). *Efecto de la aplicacion de potasio en la productividad y calidad de lechuga de tipo romana (Lactuca sativa L)*. 68.

Martínez, B., Infante, D., & Reyes, Y. (2013). Trichoderma spp. and their role in the control of crop pests. *Protección de Vegetal*, 28(1), 1–11.
<http://scielo.sld.cu/pdf/rpv/v28n1/rpv01113.pdf>

Rendón, V., & Yance, M. (2012). *Establecimiento del cultivo hidropónico de Lechuga (Lactuca sativa L.) variedad Great Lakes 188, mediante la utilización de diferentes tipos de sustratos sólidos en la zona de Babahoyo*. 44.
<http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/49000/201/6/T-UTB-FACIAG-AGR-000061.pdf>

Saavedra, G., Corradini, F., Antúnez, A., Felmer, S., Estay, P., & Sepúlveda, P. (2017). Manual de producción de Lechuga. *Manual de Producción de Lechuga Instituto de Desarrollo Agropecuario - Instituto de Investigaciones Agropecuarias Boletín*, 153.

Salinas, C. (2013). Introducción de cinco variedades de lechuga (Lactuca sativa L.) en el barrio de Snta Fé de la parroquia Atahualpa en el cantón Ambato. *Universidad Técnica de Ambato*, 74.
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/6491/1/Tesis-63 Ingenieria Agronomica -CD 204.pdf>

- Sánchez, J., Bouzo Esperanza, C. A., & Fe, S. (2018). “Cultivo semi-forzado de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en el Alto Valle de Río Negro y Neuquén.”
- Sanchez, R., & Paez, J. (2005). GUIA PARA EL CÁLCULO DE LA CONCENTRACIÓN DE INÓCULO. *UNIVERSIDAD PEDAGOGICA Y TECNOLOGICA DE COLOMBIA FITOPATOLOGIA GENERAL*, 5(1), 1–12. <file:///C:/Users/WINDOWS/Downloads/xdoc.mx-guia-para-el-calculo-de-la-concentracion-de-inoculo.pdf>
- Soria, M. A. (2016). Why are soil microorganisms important for agriculture? *Revista Quimica Viva*, 1, 3–10.
- Torres, D., & Capote, T. (2004). Agroquímicos un problema ambiental global: uso del análisis químico como herramienta para el monitoreo ambiental. *Ecosistemas*, 13(3), 2–6.
- Troya, C., & Vaca, L. (2014). PROTOCOLO PARA LA REPRODUCCIÓN DE CEPAS NATIVAS DE *Trichoderma* spp. EN LABORATORIOS ARTESANALES. *Ministerio de Agricultura y Ganadería, Acuacultura y Pesca*, 1–42. <https://www.agricultura.gob.ec/wp-content/uploads/2016/01/MANUAL-labos-para-web.pdf>
- Valarezo, O., & Muñoz, X. (2011). Insecticidas de uso Agrícola en el Ecuador. *INiAP*, 3–6. https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/1253/1/INIAP_boletín_divulgativo_401.pdf
- Vallejo, I. M. T. (2014). “Caracterización Y Clasificación De Trichodermas Nativos Aplicando Diferentes Medios De Cultivo a Nivel De Laboratorio Artesanal”. *Universidad Técnica De Ambato*, 118. <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/handle/123456789/5301/Mg.DCEv.Ed.1859.pdf?sequence=3>
- Vinces, R. (2020). Facultad de ciencias agropecuarias carrera de ingeniería agronómica. *Universidad Técnica de Machala*, 1–34.
- Viteri, M. L., & García, M. (2013). Tomate y Lechuga: Importancia Productiva y Comercial. *Estudios Socioeconómicos de Los Sistemas Agroalimentarios*.

15. ANEXOS

Anexo 1. Hoja de vida del estudiante

INFORMACIÓN GENERAL

NOMBRES Y APELLIDOS: Richard Daniel Chacha Sánchez

LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO:

Latacunga parroquia Toacaso, 07 de agosto de 1998

CEDULA DE CIUDADANIA:

0504115718

ESTADO CIVIL:

Soltero

TELEFONO:

0978646483

E-MAIL:

richard.chacha5728@utc.edu.ec

FORMACIÓN ACADÉMICA

Primaria: Escuela Fiscal Simón Rodríguez

Secundaria: Unidad Educativa Vicente León

Instrucción Superior: Universidad Técnica de Cotopaxi carrera de Ingeniería Agronómica



Anexo 2. Hoja de vida del Tutor**INFORMACION PERSONAL**

Nombres: Edwin Marcelo
 Chancusig Espín Fecha de
 nacimiento: 10/02/1962
 Cédula de ciudadanía:
 0501148837 Estado civil:
 casado
 Número telefónico:
 0997391825 Tipo de
 discapacidad: ninguna
 # De carnet CONADIS: ninguna



E-mail: edwin.chancusig@utc.edu.ec

FORMACIÓN ACADÉMICA

- Ingeniero Agrónomo

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

Magister en Desarrollo Humano y
 Sostenible UNIVERSIDAD
 BOLIVARIANA

- Magister en Gestión En Desarrollo Rural Y Agricultura Sustentable
 UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA-TINGO MARIA-
 PERÚ

HISTORIAL PROFESIONAL

Facultad Académica en la que labora: Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales
 (CAREN)

AREA DEL CONOCIMIENTO EN LA CUAL SE DESEMPEÑA:

Docente de las Asignaturas de: Agroecología y Agricultura Orgánica y MIC,
 Seminario de Agroforestería.

Anexo 3. Fotografías de Laboratorio

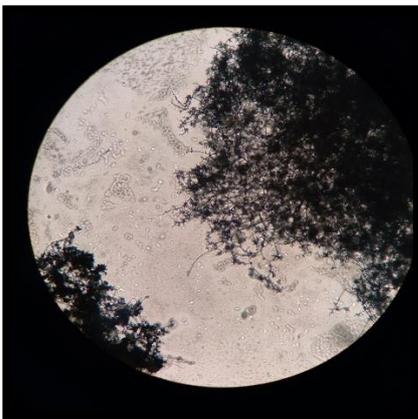
Captura y aislamiento de *Trichoderma spp* nativo



Purificación de *Trichoderma spp* nativo



Identificación de *Trichoderma spp.* nativo y aislamiento en sustrato de arroz



Anexo 4. Fotografías de laboratorio y campo

Implementación de cultivo



Obtención de concentraciones de *Trichoderma spp* nativo y comercial



Aplicación de *Trichoderma spp.* nativo y comercial en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa L.*)



Registro de datos



Anexo 5. Presupuesto

Materiales	Cantidad	Unidad	Valor unitario \$	Valor total \$
<i>Trichoderma spp</i> comercial sólido	1	gr	12,00	12,00
Agar PDA	1	gr	70,00	70,00
Alcohol al 96	1	L	2,50	2,50
Antibiótico	2	Frasco	1,00	2,00
Hidróxido de sodio	1	gr	1,20	1,20
Cajas Petri	5	Unidades	5,00	25,00
Papel Parafilm	1	Unidades	80,00	80,00
Jeringuilla	1	Unidades	0,25	0,25
Tarrinas plásticas	20	Unidades	0,10	2,00
Melaza	1	L	1,00	1,00
Guantes de látex	2	Unidades	1,20	2,40
Papel aluminio	1	Unidades	1,50	1,50
Atomizador	1	Unidades	0,50	0,50
Arroz	5	Kg	1,10	5,50
Fundas Ziploc	2	Unidades	2,00	4,00
Eco bonaza	4	Quintales	3,00	12,00
Plántulas de Lechuga	540	Plántulas	0,03	16,20
Subtotal			\$77,38	X
Total				\$ 237,85 \$

Anexo 6. Aval de Traducción