



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

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

“EVALUACIÓN DE TRES CONCENTRACIONES DE *Trichoderma spp.*, NATIVO COMO PROMOTOR DE CRECIMIENTO EN TRES ESPECIES HORTÍCOLAS EN EL CAMPUS SALACHE – ELOY ALFARO – LATACUNGA – COTOPAXI 2023.”

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título
de Ingeniera Agrónoma

Autor:
Lasluisa Toasa Heydee Maribel

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

LATACUNGA – ECUADOR

Agosto 2023

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Heydee Maribel Lasluisa Toasa, con cédula de ciudadanía No. 1728002542, declaro ser autora el presente proyecto de investigación: “Evaluación de tres concentraciones de *Trichoderma spp*, nativo como promotor de crecimiento en tres especies hortícolas en el campus Salache – Eloy Alfaro – Latacunga – Cotopaxi 2023.”, 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, 8 de agosto del 2023


Heydee Maribel Lasluisa Toasa
Estudiante
C.C. 1728002542


Ing. Edwin Chancusig Espín, Ph.D.
Docente Tutor
C.C. 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 **LASLUISA TOASA HEYDEE MARIBEL**, identificada con cédula de ciudadanía **1728002542** de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE** y, de otra parte, la Doctora Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - **LA CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Agronomía titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “Evaluación de tres concentraciones de *Trichoderma spp*, nativo como promotor de crecimiento en tres especies hortícolas en el Campus Salache – Eloy Alfaro – Latacunga – Cotopaxi 2023”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

Historial Académico

Inicio de la carrera: Octubre 2019 - Marzo 2020

Finalización de la carrera: Abril 2023 – Agosto 2023

Aprobación en Consejo Directivo: 25 de mayo del 2023

Tutor: Ingeniero Ph.D. Edwin Marcelo Chancusig Espín

Tema: “Evaluación de tres concentraciones de *Trichoderma spp*, nativo como promotor de crecimiento en tres especies hortícolas en el Campus Salache – Eloy Alfaro – Latacunga – Cotopaxi 2023”,

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

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **LA 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 **LA 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 **LA 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 **LA 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 **LA 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 8 días del mes de agosto del 2023.



Heydee Maribel Lasluisa Toasa
LA CEDENTE

Dra. Idalia Pacheco Tigselema
LA CESIONARIA

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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

“EVALUACIÓN DE TRES CONCENTRACIONES DE *Trichoderma spp.*, NATIVO COMO PROMOTOR DE CRECIMIENTO EN TRES ESPECIES HORTÍCOLAS EN EL CAMPUS SALACHE – ELOY ALFARO – LATACUNGA – COTOPAXI 2023”, de Lasluisa Toasa Heydee Maribel, de la carrera de Agronomía, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 08 de agosto del 2023


Ing. Edwin Marcelo Chancusig Espín, Ph.D.

DOCENTE TUTOR

CC: 0501148837

AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, la postulante: Lasluisa Toasa Heydee Maribel, con el título del Proyecto de Investigación: “EVALUACIÓN DE TRES CONCENTRACIONES DE *Trichoderma spp*, NATIVO COMO PROMOTOR DE CRECIMIENTO EN TRES ESPECIES HORTÍCOLAS EN EL CAMPUS SALACHE – ELOY ALFARO – LATACUNGA – COTOPAXI 2023”, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

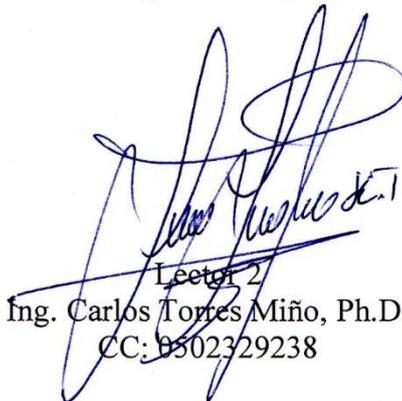
Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 08 de agosto del 2023



Lector 1 (Presidente)

Ing. Paolo Chasi Vizuete, Mg.
CC: 0502409725



Lector 2

Ing. Carlos Torres Miño, Ph.D.
CC: 9502329238



Lector 3

Ing. Alexandra Tapia Borja, Mg.
CC: 0502661754

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Carrera de Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica de Cotopaxi, quien fue responsable de compartir los conocimientos mediante la formación académica y ser un pilar fundamental para el desempeño en mi profesión.

La más sincera gratitud a mi tutor Ing. Edwin Chancusig, Ph.D. por el tiempo en la supervisión, edición y sugerencias para la elaboración de la investigación además de brindarme su amistad, apoyo moral y profesional en todo este proceso.

A mis amigos y compañeros que estuvieron presentes en mi etapa Universitaria

Heydee Maribel Lasluisa Toasa

DEDICATORIA

Dedico este proyecto principalmente a Dios, por regalarme cada día de vida y poder cumplir con una de mis metas.

A todos mis seres queridos, en especial a mi madre María Toasa y mi padre Luis Lasluisa por todo su amor, apoyo, comprensión y sacrificio, ellos han sido un pilar fundamental en esta etapa.

A mis hermanos, Jessica, Doris y Jonathan quienes me han ayudado a ser mejor cada día.

A una persona muy especial, Kevin Chancusig por apoyarme en este proceso.

A mi hija Samira porque me está ayudando a ser mejor persona y no rendirme tan fácil al momento de realizar algún trabajo.

Y sin dejar atrás a mis amigos que me apoyaron, en especial a Isabel que siempre estuvo para darme fuerza y ánimos.

Maribel

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES

TÍTULO: “EVALUACIÓN DE TRES CONCENTRACIONES DE *Trichoderma spp.*, NATIVO COMO PROMOTOR DE CRECIMIENTO EN TRES ESPECIES HORTÍCOLAS EN EL CAMPUS SALACHE – ELOY ALFARO – LATACUNGA – COTOPAXI 2023”.

AUTORA: Lasluisa Toasa Heydee Maribel

RESUMEN

La presente investigación se ejecutó en el Campus Salache – Universidad Técnica de Cotopaxi, Parroquia Eloy Alfaro, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi, tuvo como objetivo evaluar tres concentraciones de *Trichoderma spp.*, nativo como promotor de crecimiento en tres especies hortícolas en el sitio de investigación, para lo cual se planteó evaluar el desarrollo vegetativo y determinar el mejor rendimiento de las tres especies hortícolas con la aplicación de tres concentraciones de *Trichoderma spp.*, nativo. Se utilizó un Diseño de bloques completamente al azar (DBCA) en un arreglo factorial AxB (3 x 3), donde se obtiene 9 tratamientos con cuatro repeticiones resultando un total de 36 unidades experimentales. Las variables evaluadas fueron; porcentaje de prendimiento, altura, número de hojas, peso, diámetro polar, diámetro ecuatorial y rendimiento. Para el análisis de datos se realizó un análisis estadístico (ANOVA), en las fuentes de variación que indicaron significancia estadística se realizó una prueba Tukey al 5% mientras que para las variables que no presentaron significancia estadística se realizó tablas de promedios. Para la altura la concentración (10^8) fue la con 51,63 cm para apio; 22,38 cm en el brócoli y 15,25 cm en coliflor; en número de hojas con 14,25; 8,25 y 8,75 para apio, brócoli y coliflor. El mayor rendimiento se obtuvo en el tratamiento T8 concentración (10^8) en coliflor con un promedio de 4392,5 kg/ha, seguido del T7 concentración (10^8) en brócoli con un promedio de 4330 kg/ha y por último el T9 concentración (10^8) en apio con un valor promedio de 2480 kg/ha.

Palabras clave: Concentraciones, *Trichoderma spp.*, hortalizas, rendimiento, desarrollo vegetativo.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCE AND NATURAL
RESOURCES

THEME: “EVALUATION OF THREE CONCENTRATIONS OF *Trichoderma spp*, NATIVE AS A GROWTH PROMOTER IN THREE HORTICULTURAL SPECIES IN THE SALACHE CAMPUS – ELOY ALFARO – LATACUNGA – COTOPAXI 2023”

AUTHOR: Lasluisa Toasa Heydee Maribel

ABSTRACT

The current research was executed at the Salache Campus - Cotopaxi Technical University, Eloy Alfaro Parish, Latacunga Canton, Cotopaxi Province, it had as aim by assessing native *Trichoderma spp*, three concentrations, as a growth promoter in three horticultural species at the research site, it was proposed to assess the vegetative development and determine the three horticultural species best performance with the native *Trichoderma spp*, three concentrations application. It was used a completely randomized block design (DBCA) in a factorial arrangement AxB (3 x 3), where it is got 9 treatments with four repetitions, resulting in a 36 experimental units total. The assessed variables were: capture percentage, height, leaves number, weight, polar diameter, equatorial diameter and yield. For the data analysis, it was performed a statistical analysis (ANOVA), in the variation sources, which indicated statistical significance, it was performed a 5% Tukey test, while for the variables, which did not present statistical significance, it was performed tables of averages. For the height, the concentration (10⁸) was the one with 51.63 cm for celery; 22.38 cm in broccoli and 15.25 cm in cauliflower; in number of sheets with 14.25; 8.25 and 8.75 for celery, broccoli and cauliflower. The highest yield was got in the T8 concentration treatment (10⁸) in cauliflower with an average 4392.5 kg/ha, it followed by the T7 concentration (10⁸) in broccoli with an average 4330 kg/ha and finally the T9 concentration (10⁸) in celery with an average value 2480 kg/ha.

Key words: Concentrations, *Trichoderma spp.*, vegetables, yield, vegetative development.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	ii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	vi
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	vii
AGRADECIMIENTO.....	viii
DEDICATORIA	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT	xi
ÍNDICE DE CONTENIDOS	xii
ÍNDICE DE TABLAS	xix
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xx
1. INFORMACIÓN GENERAL.....	1
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	2
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.....	3
3.1 Beneficiarios Directos	3
3.2 Beneficiarios Indirectos.....	4
4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN:.....	4
5. OBJETIVOS:	5
5.1 General	5
5.2 Específicos.....	5
6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	6
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA	8
7.1 CULTIVO DE BRÓCOLI (<i>Brassica oleracea var. Itálica.</i>)	8
7.1.1 Origen del Brócoli.....	8

7.1.2	Descripción taxonómica del brócoli.....	8
7.1.3	Descripción Morfológica del brócoli	9
7.1.3.1	Tallo.....	9
7.1.3.2	Hojas	9
7.1.3.3	Inflorescencia.....	9
7.1.3.4	Flores	10
7.1.3.5	Fruto.....	10
7.1.3.6	Raíz	10
7.1.4	Fases del cultivo del brócoli.....	10
7.1.4.1	De crecimiento.....	11
7.1.4.2	De inducción floral	11
7.1.4.3	De formación de pellas	11
7.1.4.4	De floración	11
7.1.4.5	De fructificación	11
7.1.5	Valor nutricional del brócoli	12
7.1.6	Factores edafoclimáticos.....	12
7.1.6.1	Temperatura, precipitación, humedad	12
7.1.7	Producción Mundial del brócoli.....	13
7.1.8	Producción Nacional del brócoli.....	13
7.1.9	Producción local del brócoli.....	14
7.2	CULTIVO DE COLIFLOR (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>Botrytis</i>).....	15
7.2.1	Origen de la Coliflor	15
7.2.2	Descripción taxonómica.....	16
7.2.3	Descripción Morfológica de la coliflor	16
7.2.3.1	Raíz	16
7.2.3.2	Tallos	16

7.2.3.3	Hojas	16
7.2.3.4	Pella	17
7.2.3.5	Semilla	17
7.2.4	Fases del cultivo de coliflor	18
7.2.4.1	Fase Juvenil.....	18
7.2.4.2	Fase de inducción floral.....	18
7.2.4.3	Fase de formación de la pella	18
7.2.4.4	Fase de crecimiento de la pella.....	19
7.2.4.5	Fase de floración.....	19
7.2.5	Valor nutricional de la coliflor.....	19
7.2.6	Factores edafoclimáticos.....	20
7.2.6.1	Temperatura.....	20
7.2.6.2	Suelo	20
7.2.6.3	Agua.....	21
7.2.7	Producción Mundial de la coliflor.....	21
7.2.8	Producción Nacional de la coliflor.....	22
7.2.9	Producción local de la coliflor	22
7.3	Cultivo de Apio (<i>Apium graveolens</i> L.)	22
7.3.1	Origen del Apio.....	22
7.3.2	Descripción Taxonómica	23
7.3.3	Descripción Morfológica del Apio.....	23
7.3.3.1	Raíz	23
7.3.3.2	Tallo.....	23
7.3.3.3	Hojas	24
7.3.3.4	Semilla	24
7.3.4	Valor nutricional del Apio	24

7.3.5	Factores edafoclimáticos.....	25
7.3.5.1	Clima.....	25
7.3.5.2	Suelo	25
7.3.5.3	Temperatura.....	25
7.3.5.4	Producción Mundial del apio.....	26
7.3.6	Producción Nacional del apio	26
7.3.7	Producción Local del apio.....	27
7.3.8	<i>Trichoderma spp.</i>	28
7.3.8.1	Generalidades.....	28
7.3.8.2	Taxonomía	28
7.3.9	Importancia de los microorganismos en la agricultura	29
7.4	<i>Trichoderma</i> como promotor de crecimiento.....	29
8.	VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS	31
8.1	Hipótesis nula.....	31
8.2	Hipótesis alternativa.....	31
9.	METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL.....	31
9.1	Localización	31
9.2	Condiciones agroecológicas	31
9.3	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	32
9.3.1	Experimental	32
9.3.2	Cuali-cuantitativa	32
9.4	MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN	32
9.4.1	De campo	32
9.4.2	De laboratorio.....	32
9.4.3	Bibliográfica documental.....	32

9.5	TÉCNICA E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS	33
9.5.1	Observación de campo	33
9.5.2	Registro de datos	33
9.6	MATERIALES Y EQUIPOS	33
9.6.1	Material biológico	33
9.6.2	Equipos de laboratorio	33
9.6.3	Insumos de laboratorio	33
9.6.4	Material en general.....	34
9.6.5	Material agrícola	34
9.6.6	Herramientas agrícolas.....	34
9.7	Diseño experimental.....	35
9.8	Unidad experimental	35
9.9	Factores en estudio	35
9.10	Tratamientos en estudio	35
9.11	ADEVA	36
9.12	Variables en estudio.....	37
9.13	Diseño del ensayo en campo.....	37
9.13.1	Distribución de la parcela experimental y neta	38
9.14	Manejo específico del experimento	38
9.14.1	Fase de Laboratorio.....	38
9.14.1.1	Activación del <i>Trichoderma spp</i> , nativo en cajas Petri.	38
9.14.1.2	Obtención de concentraciones de <i>Trichoderma spp</i> . nativo	39
9.14.2	Fase de Campo	40
9.14.2.1	Preparación del suelo	40
9.14.2.2	Trasplante de las hortalizas.....	40

9.14.2.3	Riego.....	41
9.14.2.4	Aplicación de las concentraciones de <i>Trichoderma spp</i> nativo. 41	41
9.14.2.5	Control de malezas.....	41
9.14.2.6	Cosecha.....	41
9.15	Datos a evaluar.....	42
9.15.1	Porcentaje de prendimiento (%) o porcentaje de supervivencia.....	42
9.15.2	Altura de plantas (cm).....	42
9.15.3	Número de hojas	42
9.15.4	Diámetro ecuatorial de la pella	42
9.15.5	Diámetro polar de la pella.....	43
9.15.6	Peso de la pella (g).....	43
9.15.7	Peso de planta (g).....	43
9.15.8	Rendimiento (Kg/ha).....	43
10.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	44
10.1	Porcentaje de prendimiento (%).	44
10.2	Altura de la planta (cm).	46
10.3	Número de hojas (#).	47
10.4	Peso de la planta (g).....	49
10.5	Diámetro ecuatorial (cm).....	50
10.6	Diámetro polar (cm).....	52
10.7	Rendimiento parcela (g).....	53
10.8	Rendimiento (kg/ha).	55
10.9	Costos beneficio de las diferentes concentraciones de <i>Trichoderma spp</i> , nativo. 57	57
11.	IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS).....	60

11.1	Impacto técnico.....	60
11.2	Impacto social.....	60
11.3	Impacto ambiental.....	61
12.	CONCLUSIONES	61
	RECOMENDACIONES	62
13.	BIBLIOGRAFIA.....	63
14.	ANEXOS.....	71

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Beneficiarios directos	3
Tabla 2: Beneficiarios indirectos	4
Tabla 3: <i>Tabla de actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados.</i>	6
Tabla 4: Clasificación Taxonómica del Brocoli	8
Tabla 5: Valor nutricional del brócoli por cada 100 g	12
Tabla 6: Rendimiento de brócoli en Ecuador.....	14
Tabla 7: Clasificación taxonómica de la coliflor	16
Tabla 8: Composición por 100 gramos de porción comestible.....	20
Tabla 9: Clasificación taxonómica.....	23
Tabla 10: Composición Nutritiva del Apio (por 100 g. de producto comestible) 24	
Tabla 11: Clasificación taxonómica de Trichoderma spp. División.....	28
Tabla 12: Condiciones agroecológicas	31
Tabla 13: Código de los tratamientos	36
Tabla 14: Esquema del ADEVA.....	36
Tabla 15: Análisis de varianza (ADEVA) para la variable porcentaje de prendimiento.	44
Tabla 16: Tabla de frecuencia para la variable de porcentaje de prendimiento... 45	
Tabla 17: Análisis de varianza (ADEVA) para la variable altura.....	46
Tabla 18: Prueba Tukey al 5% para la altura.	46
Tabla 19: Análisis de varianza (ADEVA) para la variable número de hojas.	47
Tabla 20: Prueba Tukey al 5% para el número de hojas.....	48
Tabla 21: Análisis de varianza (ADEVA) para la variable peso.	49
Tabla 22: Prueba Tukey al 5% para el peso.....	49
Tabla 23: Análisis de varianza (ADEVA) para la variable diámetro ecuatorial.. 50	
Tabla 24: Prueba Tukey al 5% para el diámetro ecuatorial.	51
Tabla 25: Análisis de varianza (ADEVA) para la variable diámetro polar.	52
Tabla 26: Prueba Tukey al 5% para el diámetro polar.....	52
Tabla 27: Análisis de varianza (ADEVA) para la variable rendimiento de parcela.	53
Tabla 28: Prueba Tukey al 5% para el rendimiento de la parcela.....	54

Tabla 29: Análisis de varianza (ADEVA) para la variable rendimiento hectárea.	55
Tabla 30: Prueba Tukey al 5% para rendimiento hectárea.	56

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexos 1: Reactivación de la cepa de Trichoderma spp. nativo.	71
Anexos 2: Implementación del proyecto de investigación	72
Anexos 3: Aplicación de las concentraciones de Trichoderma spp.	72
Anexos 4: Porcentaje de prendimiento	73
Anexos 5: Altura.....	73
Anexos 6: Cosecha	73
Anexos 7: Diámetro polar del brócoli y coliflor.....	74
Anexos 8: Diámetro ecuatorial del brócoli y coliflor.	74
Anexos 9: Peso de las tres especies hortícolas.	74
Anexos 10: Libro de campo.....	75
Anexos 11: Presupuesto.....	76
Anexos 12: Aval del Traductor.....	77

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

Evaluación de tres concentraciones de *Trichoderma spp*, nativo como promotor de crecimiento en tres especies hortícolas en el campus Salache – Eloy Alfaro – Latacunga – Cotopaxi 2023.

Fecha de inicio:

Abril 2023

Fecha de finalización:

Agosto 2023

Lugar de ejecución:

El campus Experimental Salache se encuentra ubicado en la parroquia Eloy Alfaro, cantón Latacunga, provincia Cotopaxi.

Facultad que auspicia

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales (CAREN)

Carrera que auspicia:

Ingeniería Agronómica

Equipo de Trabajo:

Nombres de equipo de investigadores, empezando por el tutor, se anexa hoja de vida resumida de los investigadores, máximo una página, debe estar firmada

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

Estudiante: Heydee Maribel Lasluisa Toasa

Lector 1: Ing. Paolo Chasi Vizuete, Mg.

Lector 2: Ing. Carlos Torres Miño, Ph.D.

Lector 3: Ing. Alexandra Tapia Borja, Mg.

Área de Conocimiento:

Agricultura Silvicultura y pesca

Línea de investigación:

Análisis, conservación y aprovechamiento del 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.

Línea de vinculación de la carrera:

Caracterización de la biodiversidad

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

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Cherlinka (2021), afirma que la agricultura orgánica está ganando cada vez más importancia entre los productores agrícolas que miran con preocupación las consecuencias que genera el cambio climático en el mundo, además, tiene un enfoque agrícola que aboga por productos sanos y libres de componentes que puedan dañar al ser humano y a la naturaleza.

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, señala que los productores se están cambiando a la agricultura orgánica debido a que la demanda de productos orgánicos en los mercados nacionales e internacionales está aumentando rápidamente. Hace algunos años los productos orgánicos solamente abastecían a mercados pequeños, pero ahora han llegado a grandes canales de distribución, los consumidores escogen este producto debido a que son; alimentos saludables, frescos, buen sabor, no tienen residuos u componentes que dañen la salud y que a través de buenas prácticas generan beneficios sociales y ambientales. Además, cabe recalcar que los consumidores están dispuestos a pagar un 10% de sobreprecio por los productos debido a que prefieren consumir alimentos orgánicos con más frecuencia.

Un bioestimulante es cualquier sustancia o microorganismo que, al aplicarse a las plantas, es capaz de mejorar la eficacia de éstas en la absorción y asimilación de nutrientes, mejorar alguna de sus características agronómicas y están destinados a aumentar la rentabilidad y productividad agrícola.

Existen varios hongos que son utilizados en la agricultura, pero los que más se han destacado por sus beneficios son trichodermas y hongos micorrízicos, ya que son beneficiosos para la absorción de nutrientes, desarrollo radicular, combatiendo patógenos y estimulando el desarrollo vegetativo de las plantas, por lo expuesto antes es que la presente investigación está enfocada en el uso de *Trichoderma spp.* nativo como promotor de crecimiento en tres especies hortícolas, teniendo en consideración que los mercados actuales exigen productos con menor contenido de residuos químicos, se ha planteado esta alternativa que es sustentable, sostenible en productividad y calidad, disminuyendo la contaminación al medio ambiente y ayudando a generar fuentes de empleo de esta manera se está cumpliendo con los tres aspectos de sustentabilidad tales como económico, ambiental y social.

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

3.1 Beneficiarios Directos

Los beneficiarios directos es la población de la parroquia Eloy Alfaro cuenta con una población total correspondiente a 14.378 habitantes donde corresponde a 6.790 habitantes hombres mientras que para mujeres corresponde a 7.588 habitantes.

Tabla 1:

Beneficiarios directos

Parroquia	Población (Habitantes)		
	Hombres	Mujeres	Total
Eloy Alfaro	6.790	7.588	14.378

Fuente: Censo de población (INEC, 2010b)

3.2 Beneficiarios Indirectos

Los beneficiarios indirectos es la población del cantón Latacunga la que cuenta con una población correspondiente a 170.489 habitantes donde se tiene 82.301 hombres mientras que para mujeres se cuenta con 88.188 habitantes mujeres.

Tabla 2:

Beneficiarios indirectos

Cantón	Población (Habitantes)		
	Hombres	Mujeres	Total
Latacunga	82.301	88.188	170.489

Fuente: Censo de población 2010, INEC.)

4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN:

Las hortalizas tienen una superficie total de 123.070 ha y se ubican principalmente en la sierra, con el 86% de participación, mientras que el resto de la costa ecuatoriana tiene el 13% y el oriente (1%). Las provincias productoras son: Tungurahua, Cotopaxi, Chimborazo, Azuay y Pichincha. Según datos de la FAO, la producción de hortalizas frescas en 2004 fue de 855 millones de toneladas. (Martínez & Quisphe, 2011). 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 plaguicidas, existiendo cultivos donde un alto porcentaje de productores utilizan regularmente estas sustancias (Valarezo & Muñoz, 2011).

Para Izquierdo (2017), el uso de agroquímicos ha llevado a una degradación severa del suelo, primero a través de cambios en la composición de las plantas, pérdida de fertilidad y reducciones significativas en los rendimientos de materia orgánica, pero Asela *et al.*, (2014), afirma que los agricultores no tienen en cuenta los daños que causa el uso de componentes químicos debido a que se puede conseguir estos productos a un bajo costo y siendo así accesible para los productores.

Según la Organización Mundial de la Salud (2020), estima que en todo el mundo, aproximadamente 600 millones de personas (casi una de cada 10 personas) se enferman cada año por comer alimentos contaminados, y 420 000 mueren por la misma causa, lo que resulta en una pérdida de 33 millones de años de esperanza de vida ajustada por discapacidad. entre los más altos del mundo. Mientras que, en las áreas rurales, 4 de cada 10.000 personas mueren por exposición a pesticidas cada año, y hay 4 intoxicaciones por cada 10.000 personas cada año. Mientras tanto, 4 de cada 100 residentes rurales sufren intoxicación por pesticidas (Villacrés, 2014).

Con la utilización de *Trichoderma spp.* nativo como promotor de crecimiento permitirá brindar alternativas a los agricultores para una producción orgánica rentable y amigable con el medio ambiente.

5. OBJETIVOS:

5.1 General

Evaluar tres concentraciones de *Trichoderma spp.* nativo como promotor de crecimiento en tres especies hortícolas en el campus Salache – Eloy Alfaro – Latacunga – Cotopaxi 2023.

5.2 Específicos

- Propagar *Trichoderma spp.* nativo del laboratorio del Campus Salache – UTC.
- Evaluar el desarrollo vegetativo de las tres especies hortícolas con la aplicación de tres concentraciones de *Trichoderma spp.* nativo.
- Determinar el mejor rendimiento de las tres especies hortícolas con la aplicación de tres concentraciones de *Trichoderma spp.* nativo.
- Determinar los costos de producción de las concentraciones de *Trichoderma spp.* nativo aplicadas en el cultivo de brócoli, coliflor y apio.

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

Tabla 3:

Tabla de actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados.

OBJETIVO 1	ACTIVIDAD	METODOLOGÍA	RESULTADOS
Propagar el <i>Trichoderma spp.</i> nativo del laboratorio del Campus Salache – UTC.	<p>Reactivación de <i>Trichoderma spp.</i> nativo.</p> <p>Reproducción del hongo <i>Trichoderma spp</i> nativo. en cajas Petri y sustrato.</p> <p>Elaboración de las suspensiones madres del hongo <i>Trichoderma spp.</i></p> <p>Elaboración de diferentes concentraciones a partir de las suspensiones madre y mediante el conteo de esporas.</p>	<p>Reproducción del hongo <i>Trichoderma spp</i>, nativo en medio de cultivo.</p> <p>Para la obtención de las concentraciones de <i>Trichoderma spp</i>, nativo se utilizó la siguiente fórmula; $\frac{N\# \text{ conidios } \times \text{ disolución}}{\text{Volumen}}$</p>	<p>Aislamiento del hongo <i>Trichoderma spp.</i> nativo.</p> <p>Diferentes concentraciones de <i>Trichoderma spp</i> nativo.</p>

OBJETIVO 2	ACTIVIDAD	METODOLOGÍA	RESULTADOS
Evaluar el desarrollo vegetativo de las tres especies hortícolas con la aplicación de tres concentraciones de <i>Trichoderma spp.</i>	Registro de prendimiento de la planta (%), altura de planta (cm) y número de hojas (#).	<p>Después de los 15 del trasplante, se realizó el conteo de las plantas prendidas.</p> <p>La altura de la planta se midió desde la base de tallo hasta el ápice utilizando un flexómetro (cm).</p> <p>El número de hojas se contabilizó el total de hojas (#).</p>	<p>Implementación de los cultivos de brócoli, coliflor y apio en el área de estudio.</p> <p>Matriz de Excel con los datos registrados.</p> <p>Libro de campo.</p> <p>Análisis estadístico en Infostat.</p>

OBJETIVO 3	ACTIVIDAD	METODOLOGÍA	RESULTADOS
Determinar el mejor rendimiento de las tres especies hortícolas con la aplicación de tres concentraciones de <i>Trichoderma spp.</i> .	Cosecha manual. Medición del diámetro ecuatorial de la pella (cm) y diámetro polar de la pella (cm), el peso (g) del brócoli, coliflor y apio y el rendimiento de cada tratamiento en estudio (kg/ha).	La cosecha se efectuó manualmente cuando el cultivo llego a su madurez fisiológica. Diámetro ecuatorial de la pella se evaluó utilizando dos tablillas a los lados y midiendo con la regla. Diámetro polar de la pella se evaluó sin tomar en cuenta el tallo, utilizando dos tablillas poniéndolas en los polos y midiendo con regla. Peso de la pella (g) con la ayuda de una balanza se pesó las hortalizas. Rendimiento (Kg/ha) se evaluó en kilogramo por parcela, para poder determinar el mejor rendimiento.	Registro de datos. Tablas estadísticas. Análisis estadístico en Infostat. El mejor rendimiento de las tres concentraciones.

OBJETIVO 4	ACTIVIDAD	METODOLOGÍA	RESULTADOS
Determinar los costos de producción de las concentraciones de <i>Trichoderma spp</i> , nativo aplicadas en el cultivo de brócoli, coliflor y apio.	Elaboración de costos de producción en una hoja de cálculo Excel con los costos de producción de cada uno de los tratamientos implementados.	Utilizando el software Excel y las fórmulas del mismo para contabilizar los gastos, las ventas y las ganancias de las diferentes concentraciones.	Obtención de la concentración que se tiene ganancias y de la que no se obtiene ganancias.

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

7.1 CULTIVO DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea* var. *Itálica*.)

7.1.1 Origen del Brócoli

El cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. *Itálica*.) tiene su origen en el Mediterráneo Oriental por el clima templado donde los cultivos crecieron con mayor facilidad, por lo cual en el pasado los romanos la cultivaban y consumían esta especie de hortaliza de allí su popularidad. En el siglo XVI es donde esta hortaliza empezó a comercializarse con otros pueblos, alcanzando posteriormente a Europa en el siglo XX, llegando así hoy por hoy a ser cultivada en varios países (Cuji, 2022).

Las dos primeras palabras de su nombre botánico, *Brassica Oleracea Italica*, hacen referencia a su antepasada la col silvestre, mientras que *Italica* es el nombre concreto que recibió esta variedad. El brócoli pertenece a la familia de las *Brassicaceae*, que anteriormente era conocida por *Cruciferae*, quizás por el hecho de que sus flores recuerdan una cruz griega (Mr. Broko, 2018).

7.1.2 Descripción taxonómica del brócoli

Hortaliza perteneciente a la familia de *Brassicaceae* (crucíferas), su descripción taxonómica es la siguiente tabla.

Tabla 4:

Clasificación Taxonómica del Brocoli

Reino	Plantae
División	Fanerógama Magnoliophyta
Clase	Dicotiledónea Magnoliopsida
Orden	Brassicales
Familia	Brassicaceae (crucíferas)
Género	<i>Brassica</i> L. 1753
Especie	<i>Brassica oleracea</i>
Subespecie	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i> Plenck 1794

Fuente: (Acosta et al., 2018)

7.1.3 Descripción Morfológica del brócoli

7.1.3.1 Tallo

La planta de brócoli es de naturaleza herbácea, con un tallo principal cuyo diámetro varía entre 2 y 6 cm y 20-50 cm de longitud. Este tallo principal presenta entrenudos cortos con un hábito de desarrollo intermedio entre la forma roseta (coliflor) y caulinar (col de Bruselas). La parte superior del tallo es limitada por el desarrollo de la inflorescencia principal. Las únicas ramificaciones presentes en el tallo son inflorescencias secundarias que se ubican en los nudos superiores (Toledo, 2003).

7.1.3.2 Hojas

Esta hortaliza tiene entre 15 a 30 hojas grandes, cada una de aproximadamente 50 cm de longitud y 30 cm de ancho. La lámina es lobulada y el pecíolo de mayor tamaño que en la col o coliflor. La superficie de las hojas presenta una cutícula cerosa bastante desarrollada e impermeable (Toledo, 2003).

7.1.3.3 Inflorescencia

La inflorescencia del tipo pella es un corimbo conformado por numerosas flores, las que en estado inmaduro constituyen la parte comestible de esta hortaliza. En nuestro medio, a la pella se le conoce como "cabeza" y se denomina florete al conjunto de flores individuales que se insertan mediante un pedúnculo común al tallo principal de la inflorescencia. Un corimbo está formado por varios floretes. Inicialmente compacta y firme, la inflorescencia pierde consistencia debido al crecimiento y desarrollo de los pedúnculos, maduración de las flores y separación de los floretes. El color de los corimbos incluye distintas tonalidades de verde, dependiendo del cultivar (Toledo, 2003).

7.1.3.4 Flores

Las flores son perfectas y actinomorfas. Los pétalos libres, en número de cuatro, son de color amarillo y están dispuestos en forma de cruz, característica que tipifica a las crucíferas. Debido a problemas de autoincompatibilidad, la polinización es principalmente cruzada y se realiza con la ayuda de insectos como las abejas y moscas (Toledo, 2003).

7.1.3.5 Fruto

El fruto es una silicua con más de 10 semillas, deshiscente cuando madura. Las semillas son redondas, pequeñas (2 mm de diámetro) y de color marrón oscuro a rojizo. Un gramo de semilla contiene entre 180 y 250 semillas (Toledo, 2003).

7.1.3.6 Raíz

El sistema radicular de esta hortaliza es pivotante y leñoso. La raíz primaria puede profundizar hasta 0,8 m en el perfil del suelo y generalmente se pierde durante el proceso de extracción de plantas del almácigo. El sistema radicular del brócoli trasplantado en campo definitivo está principalmente conformado por raíces adventicias secundarias, terciarias y raicillas, las que se concentran en su mayor parte en los primeros 0,4-0,6 m de profundidad (Toledo, 2003).

7.1.4 Fases del cultivo del brócoli

El brócoli se puede dividir en diferentes fases de acuerdo al desarrollo de la planta en campo:

7.1.4.1 De crecimiento

Durante esta fase, la planta solamente desarrolla hojas y tallos, las hojas son grandes y con gran cantidad de agua, los tallos son gruesos y fuertes, con alto contenido de humedad (Toapanta, 2012).

7.1.4.2 De inducción floral

Durante esta etapa, se inicia la formación de la flor en el centro de la planta; tiene que pasar por un periodo de frío para poder iniciar con este proceso. Durante esta etapa la planta sigue emitiendo hojas, solo que de un tamaño muy pequeño (Universidad Autónoma del Estado de México, 2016).

7.1.4.3 De formación de pellas

Esta etapa es la más importante, ya que es aquí donde se obtendrá la cosecha de cabezas o inflorescencias, antes de que estas comiencen la apertura de flores (aproximadamente a 85 días después del trasplante). En muchas ocasiones, dependiendo de la variedad, se forman pellas de menor tamaño en muchas yemas axilares de la parte inferior a la flor principal, las cuales no son comerciales (Toapanta, 2012).

7.1.4.4 De floración

Durante esta etapa los tallos que sostienen las flores, comienzan a crecer y las flores inician su apertura (Toapanta, 2012).

7.1.4.5 De fructificación

Las flores ya fecundadas forman frutos, llamados silicuas, y con ellos la formación de las nuevas semillas, las cuales son de color café claro a café oscuro, redondeadas y muy pequeñas (Toapanta, 2012).

7.1.5 Valor nutricional del brócoli

El brócoli es una de las verduras que se ha convertido en un símbolo de la comida saludable. Tanto por su alto nivel nutritivo, por su versatilidad -se puede hacer al horno, al microondas, cocida, en puré o smoothie- como por su bajo contenido en calorías y en carbohidratos (La Vanguardia, 2022).

El contenido nutricional del brócoli se presenta en la Tabla 5, en donde se observa que cada 100 gramos de brócoli sólo aportan 34 calorías.

Tabla 5:

Valor nutricional del brócoli por cada 100 g

Calorias	34
Proteínas	4,4 g
Grasa	0,9 g
Carbohidratos	1,8 g
Fibra	2,6 g
Calcio	56 mg
Hierro	1,7 mg
Magnesio	22 mg
Zinc	0,6 mg
Sodio	8 mg
Potasio	370 mg
Fósforo	87 mg
Vitamina C	87 mg
Vitamina E	1,3 mg

Fuente: (Catota & Ramírez, 2020)

7.1.6 Factores edafoclimáticos

7.1.6.1 Temperatura, precipitación, humedad

El líquido vital en cuanto a brócoli (*Brassica oleracea var. Itálica L.*) debe ser de manera permanente, en donde las precipitaciones deben oscilar de los 500 a 1000 mm anual, con respecto al tipo de suelo este debe poseer diversas condiciones como el adecuado nivel de materia orgánica, así como un buen drenaje y tener francos profundos,

todo esto para la obtención de un buen rendimiento. En cuanto al pH este debe ser de alrededor de 6.0 a 6.8 (ligeraente ácido), igualmente considerando una temperatura de entre 15-18 °C máxima y entre 5°C mínima, consiguiendo el correcto desarrollo de la hortaliza, ya que con temperaturas elevadas las pellas van perdiendo firmeza y temperaturas demasiado bajas detienen el crecimiento de esta, además condiciones de humedad relativa de entre 70-80% (Avendaño & Schewentesius, 2009).

7.1.7 Producción Mundial del brócoli

El consumo de brócoli ha logrado introducirse en los mercados extranjeros especialmente en los países desarrollados. La demanda mundial de brócoli a lo largo de los años está en constante aumento, debido a que los hábitos en el consumo alimenticio están cambiando y la mayoría de las personas optan por consumir alimentos sanos, frescos, nutritivos y saludables (Alvarado & Huiracocha, 2014).

Los 10 principales países exportadores de brócoli, en los últimos cinco años representan el 85 % de las exportaciones mundiales. España lidera el comercio exterior de brócoli con una participación en el mercado global del 37 %, seguido por Francia con un 14 %, Estados Unidos de América y México con un 13 %, Italia con un 8 %, Chile con un 6 %, Holanda con un 3 %, Guatemala al igual que Ecuador con un 2 %, y finalmente Alemania con un 2 % (Y. Gutiérrez, 2016).

7.1.8 Producción Nacional del brócoli

Esta hortaliza constituye la segunda alternativa de exportación agrícola en la Sierra ecuatoriana. En Ecuador solo tres agroindustrias dominan el mercado de brócoli congelado: PROVEFRUT6, NOVA y ECOFROZ, de las cuales las dos primeras se encuentran en la provincia de Cotopaxi y la última en Pichincha (Yumbla, 2014).

Tabla 6:*Rendimiento de brócoli en Ecuador*

Provincia	Rendimiento (t ha⁻¹)	Producción (t)	Superficie cosechada (ha)	Área cosecha (%)
Cotopaxi	26,22	51350	2984	82
Pichincha	10,13	11791		
Seis provincias restantes	10,4	6859	655	18
Ecuador	19,24	70000	3639	100

En Ecuador la superficie cosechada de brócoli en el año 2012 alcanzó las 3,639 hectáreas, distribuidas en ocho provincias, con una producción total de 70,000 toneladas y un rendimiento de 19.24 t ha⁻¹. Las provincias de Cotopaxi y Pichincha registran la mayor cantidad de superficie cosechada de brócoli, ocupando el 82.00% de la superficie total nacional. Cotopaxi es la provincia con mayor producción (51,350 toneladas) y con un rendimiento de 26.22 t ha⁻¹. Pichincha es la segunda provincia en importancia, con una producción de 11,791 toneladas y un rendimiento de 10.13 t ha⁻¹. Las condiciones agroclimáticas de estas dos provincias son privilegiadas, puesto que favorecen para la producción de este cultivo, que en su gran mayoría está destinado para la exportación. El 18.00% restante de la superficie total cosechada a nivel nacional, está distribuido en seis provincias, que principalmente, destinan su producción al mercado local.

7.1.9 Producción local del brócoli

Cotopaxi es la provincia con mayor producción de brócoli para exportación 68% por la presencia de dos de las principales empresas procesadoras: Provefrut y Nova alimentos. Pichincha representa el 16% de la producción de brócoli, seguida de Imbabura con un 10%, existen otras provincias que producen brócoli en menor proporción Carchi

3%, Chimborazo con el 2% y otras provincias con el 1% (P. Gutiérrez, 2017). Además, la agroempresa Nintangá se encarga de la producción de brócoli y AGROFARMING8 de la comercialización; de esta forma, la cadena de brócoli se consolida mediante un sistema de integración vertical de compañías relacionadas por medio de sus accionistas (Yumbla, 2014).

7.2 CULTIVO DE COLIFLOR (*Brassica oleracea* var. *Botrytis*)

7.2.1 Origen de la Coliflor

El origen de la coliflor está ligado al mar Mediterráneo, concretamente a su vertiente oriental, donde se encuentran Asia Menor, Líbano y Siria como referentes históricos de esta verdura. En la actualidad existen otras hipótesis que la asocian a una única especie proveniente de la forma silvestre, introducida en esta área desde la fachada atlántica europea (Fondo Europeo de Desarrollo Regional., 2021).

El origen de la coliflor está ligado al mar Mediterráneo, concretamente a su vertiente oriental, donde se encuentran Asia Menor, Líbano y Siria como referentes históricos de esta verdura. En la actualidad existen otras hipótesis que la asocian a una única especie proveniente de la forma silvestre, introducida en esta área desde la fachada atlántica europea (Vásquez, 2012).

7.2.2 Descripción taxonómica

Tabla 7:

Clasificación taxonómica de la coliflor

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Brassicales
Familia:	Brassicaceae
Género:	Brassica
Especie:	Olearacea
Nombre científico:	<i>Brassica oleracea var. botrytis</i>
Nombre común:	Coliflor

Fuente:(Pinto, 2013)

7.2.3 Descripción Morfológica de la coliflor

7.2.3.1 Raíz

Su sistema de raíces es muy ramificado y profundo, pudiendo extenderse hasta 0,50 m y 1,10 m de profundidad. La raíz es pivotante, es decir que el crecimiento de la raíz principal es más rápido que el resto de las raíces (Guamán, 2013).

7.2.3.2 Tallos

Son cilíndricos, cortos y rematados terminalmente en una masa voluminosa de yemas florales hipertrofiadas muy apretadas unas junto a otras. Las hojas son sésiles, enteras, poco a muy onduladas, oblongas (de unos 40 a 50 cm de largo y 20 cm de ancho), elípticas, y muy erguidas, extendiéndose en forma más vertical y cerrada que en el caso del brócoli (Guamán, 2013).

7.2.3.3 Hojas

Las hojas que cubren parcialmente la pella de la coliflor son elípticas ascendentes, lobuladas, con pecíolos cortos de un color verde intenso y con la nervadura central muy saliente (Guamán, 2013).

7.2.3.4 Pella

Cabeza, pella, cogollo o corazón, es la parte principal y que más se consumió. Su color depende de la variedad el más común es blanco, los otros colores son verde y amarillo. La cabeza puede medir hasta 30 cm y pesar 2 kilos. Esta parte se trata de la flor inmadura de la planta, es la inflorescencia conformada por muchas flores que aún no se desarrollan y se encuentran unidas a un eje central (Huerto en casa, 2023).

Para Guamán (2013), la forma de la pella en la coliflor presenta algunas diferencias que son interesantes para su utilización en las descripciones varietales:

- **Esférico:** la forma de las pellas es relativamente esférica, con base plana reducida, siendo el resto de forma redondeada hasta la cúspide.
- **Abombado:** la base plana es más amplia que en el tipo esférico, la relación del diámetro a la altura es mayor y la forma de la superficie en su mitad superior es más amplia.
- **Cónico:** los rudimentos florales forman aglomerados cónicos parciales, en conjunto toman la forma apuntada o cónica, especialmente apuntada en a la cúspide de la pella.
- **Aplanado:** la superficie superior de la pella es tan amplia como la base, siendo la relación diámetro-altura mayor que en el tipo abombado, resultando en conjunto una pella aplastada.
- **Hueco:** es el tipo que forman las pellas más ramificadas interiormente.

7.2.3.5 Semilla

Semillas, de forma esférica, tamaño pequeño de 1 a 2 mm y su color es café oscuro a negro (Huerto en casa, 2023).

7.2.4 Fases del cultivo de coliflor

La constitución de la pella tiene una estrecha relación con el propio desarrollo de la planta, por lo que conviene conocer éste con el mayor detalle posible. (Cotrina, 2020).

7.2.4.1 Fase Juvenil

Comienza con la siembra y tiene una duración de cuatro a ocho semanas. Coincide, por lo general, con el periodo de semillero. Durante esta etapa se forman las hojas, a partir de la yema terminal. En las variedades más tardías, que suelen formar más hojas, su duración es máxima (Cotrina, 2020).

7.2.4.2 Fase de inducción floral

La planta continúa formando hojas igual que en la fase anterior, pero además se inician cambios fisiológicos encaminados a formar las inflorescencias o pellas. La temperatura es el factor que determina esta variación y su efecto se produce con temperaturas próximas a los 15 °C para las variedades de verano, entre 8 y 15 °C para las de otoño y entre 6 y 10 °C para las de invierno. Cuando se acumulan suficientes horas de frío cesa la formación de hojas y comienza la formación de las pellas. Para alcanzar buenos rendimientos e inflorescencias de calidad es fundamental que las plantas hayan logrado, hasta este momento, un buen follaje (Fueyo, 2005).

7.2.4.3 Fase de formación de la pella

Este período dura solamente de diez a quince días. En ellos se lleva a cabo una profunda modificación morfológica de la yema terminal, dejando de producir hojas y comenzando a formar una pella embrionaria. Las temperaturas muy elevadas al comienzo de este período pueden provocar una anulación, al menos parcial, de la inducción floral, deteniendo el desarrollo de la pella y dando lugar a brácteas en detrimento de la parte comercializable (Cotrina, 2020).

7.2.4.4 Fase de crecimiento de la pella

Es un período muy largo que abarca varias semanas. Durante el mismo continúan desarrollándose las hojas hasta alcanzar su tamaño definitivo. Comienza en este momento a crecer, lentamente, la pella, aumentando posteriormente su velocidad de crecimiento hasta alcanzar el máximo en el momento de la madurez. Finaliza aquí el crecimiento útil de la planta en cuanto a su consumo, aunque botánicamente falten las fases de floración, fecundación y maduración para cerrar el ciclo vegetativo (Cotrina, 2020).

7.2.4.5 Fase de floración

Las pellas pierden su firmeza y compacidad y comienzan a amarillear. Su valor comercial se devalúa significativamente y posteriormente se produce su alargamiento y floración, caso de que no se produzcan podredumbres como suele ocurrir al final del otoño y durante el invierno si se producen lluvias frecuentes y se demoran las recolecciones (Fueyo, 2005).

7.2.5 Valor nutricional de la coliflor

El principal componente de la coliflor es el agua, lo que, acompañado del bajo contenido que presenta tanto de hidratos de carbono y proteínas como de grasas, la convierte en un alimento de escaso aporte calórico. Se considera buena fuente de fibra, así como de vitaminas y minerales. En relación con las vitaminas destaca la presencia de vitamina C y folatos. También contiene otras vitaminas del grupo B, como la B1, B2, B3 y B6 pero en menores cantidades (HORTALIZAS Y VERDURAS, 2022).

Tabla 8:*Composición por 100 gramos de porción comestible*

Energía (Kcal)	18
Agua (ml)	92,5
Hidratos carbono (g)	2,1
Fibra (g)	2,3
Potasio (mg)	193
Calcio(mg)	22
Fósforo(mcg)	35
Magnesio	12
Folatos (mcg)	64
Vitamina C (mg)	47
Vitamina B6 (mg)	0,12

Fuente:(Pinto, 2013)

7.2.6 Factores edafoclimáticos

7.2.6.1 Temperatura

Las coliflores son algo más sensibles al frío que el brócoli, ya que responden mal a las bajas temperaturas (0°C), afectándole además las altas temperaturas (>26°C). La temperatura óptima para su ciclo de cultivo oscila entre 15.5-21.5°C. Las variedades y su ciclo se cultivan en relación con las posibles heladas donde se presenten. En estos casos se utilizarán variedades cuyas hojas arropen las pellas cuando alcancen su tamaño de mercado, debiendo cosecharlas antes de que las hojas se abran y dejen de proteger la pella que puede ser dañada entonces por las heladas (Infoagro, 2013).

7.2.6.2 Suelo

La coliflor es más exigente en cuanto al suelo que los restantes cultivos de su especie, necesitando suelos con buena fertilidad y con gran aporte de nitrógeno y de agua. En tierras de mala calidad o en condiciones desfavorables no alcanzan un crecimiento óptimo. La coliflor es un cultivo que tiene preferencia por suelos porosos, no encharcados, pero que al mismo tiempo tengan capacidad de retener la humedad del suelo. El pH

óptimo está alrededor de 6,5-7; en suelos más alcalinos desarrolla estados carenciales. Frecuentemente los suelos tienen un pH más bien elevado, por tanto, se recomienda la aplicación de abonos que no ejerzan un efecto alcalinizante sobre el suelo. Los abonos estabilizados no solo no aumentan el pH del suelo, sino que lo pueden bajar 2 ó más unidades en el entorno inmediato de las raíces, siendo su efecto tanto más pronunciado cuanto más alto sea el pH (Guamán, 2013).

7.2.6.3 Agua

La cantidad de agua depende de la disponibilidad y de las exigencias de la planta. Las plantas pueden consumir una cantidad de agua que representa de 300 a 900 veces su peso en seco (Guamán, 2013).

7.2.7 Producción Mundial de la coliflor

Se producen 20 millones de toneladas de brócoli y coliflor en el mundo, sobre una superficie de 1.6 millones de hectáreas. China y la India son los principales productores con 8.9 y 6.7 millones de toneladas por año, respectivamente, y representa 74% de la producción mundial. Les siguen España, México, Italia, Francia, EEUU, Polonia, Paquistán y Egipto, todos produciendo más de 0.2 millones toneladas/año (Yara, 2023).

Las importaciones tuvieron un máximo de 18.804 tm a comienzo de los años 90, disminuyendo desde entonces hasta alrededor de unas 5.000 tm en los últimos años. Las exportaciones han crecido continuamente, desde unas tímidas 57 toneladas en 1970 hasta las cerca de 91.000 de 1995 (Ordás, 2021).

7.2.8 Producción Nacional de la coliflor

En Ecuador se cultivan 900 ha-1 de coliflor, con un rendimiento de 11637 TM, y una producción promedio nacional de 12, 93 TM/ ha-1, dando cuenta en la actualidad que su demanda ha aumentado en lo local como internacional. Esta verdura se destaca por sus importantísimos beneficios y propiedades que posee para la salud (Manosalvas, 2016).

7.2.9 Producción local de la coliflor

La provincia de Cotopaxi es una de las mayores productoras de hortalizas que tiene el país y de acuerdo al Boletín Situacional No. 13 del Ministerio de Agricultura Ganadería Acuacultura y Pesca (MAGAP) hasta el 2012 en la provincia de Cotopaxi los cultivos de ciclo corto predominantes son maíz, brócoli, papas, habas, fréjol, zanahoria, remolacha, perejil, cilantro, coliflor, en especial sobresale la producción de brócoli donde se registró una superficie cosechada de brócoli de 1.819 hectáreas con una producción total de 51.350 toneladas y un rendimiento de 28.22 tm/ha, entre las Parroquias rurales de Guaytacama, Joseguango Bajo, Mulaló, Pasto callé, Poaló, Once de Noviembre, Tanicuchi y Toacaso en la cual el cultivo que genera rentabilidad es el brócoli donde existe varios tipos de brócoli de las cuales son: Legacy, Marathon, Coronado, Avenger y Domador (Jiménez & Osorio, 2019).

7.3 Cultivo de Apio (*Apium graveolens* L.)

7.3.1 Origen del Apio

El origen del apio es incierto ya que existen 3 posibles sitios de origen dentro de los cuales tenemos (Cáucaso, Himalaya y la cuenca del Mediterráneo) y su uso en la antigüedad fue la de purificador sanguínea y diurético, no sería hasta el siglo XVI en Italia que se lo considera como una hortaliza de cultivo, lo cual ha perdurado hasta la

actualidad, dándole un distinto uso al de la antigüedad enfocándose más a la alimentación humana como un condimento para sopas y guisos (Morales, 2022).

7.3.2 Descripción Taxonómica

Para Gamboa (2022), la familia umbelliferae comprende de 250 géneros y más de 2500 especies, entre éstos tenemos el *Apium graveolens* L.

Tabla 9:

Clasificación taxonómica

Reino	Vegetal
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Apiales
Familia	Apiaceae
Género	Apium
Especie	<i>Apium graveolens</i>
Nombre científico	<i>Apium graveolens</i> L.

7.3.3 Descripción Morfológica del Apio

7.3.3.1 Raíz

Tiene una raíz pivotante, potente y profunda, con raíces secundarias superficiales que alcanzan de 30 a 80 cm de altura (Pillajo, 2013).

7.3.3.2 Tallo

Tiene un tallo grueso, hueco y estriado compuesto por pencas que pueden llegar a alcanzar los 30-60 cm. en las variedades cultivadas, aunque comercialmente su longitud se aproxima a los 25-30 cm. La forma que le confieren al tallo es cilíndrica y de ellas brotan las hojas (Fundación Integra, 2021).

7.3.3.3 Hojas

Las hojas son grandes que brotan en forma de corona, su pecíolo es una penca muy gruesa y carnosa que se prolonga en gran parte del limbo (Armijos, 2022).

7.3.3.4 Semilla

La semilla tiene una facultad germinativa media de 5 años, por otra parte, en un gramo de semilla entran aproximadamente 2,500 unidades. Desde que se planta hasta que se recolecta tiene una duración aproximadamente de unos 4 meses (Armijos, 2022).

7.3.4 Valor nutricional del Apio

El apio es una hortaliza muy apreciada en la dieta humana, atribuida a sus múltiples beneficios; posee un alto valor nutritivo, y hay quienes le confieren propiedades afrodisíacas (Carrillos, 2002).

Tabla 10:

Composición Nutritiva del Apio (por 100 g. de producto comestible)

Carbohidratos	9.2 g
Grasas	0.3 g
Proteínas	1.5 g
Agua	88 g
Tiamina (vit. B1)	0.05 mg (4%)
Riboflavina (vit. B2)	0.06 mg (4%)
Niacina (vit. B3)	0.7 mg (5%)
Ácido pantoténico (vit. B5)	0.352 mg (7%)
Vitamina B6	0.165 mg (13%)
Vitamina C	8 mg (13%)
Vitamina K	41 µg (39%)
Calcio	43 mg (4%)
Hierro	0.7 mg (6%)
Magnesio	20 mg (5%)
Manganeso	0.158 mg (8%)
Fósforo	115 mg (16%)
Potasio	300 mg (6%)
Sodio	100 mg (7%)
Zinc	0.33 mg (3%)

Fuente: (Carrillos, 2002).

7.3.5 Factores edafoclimáticos

7.3.5.1 Clima

El apio es una planta típica de climas de influencia marítima, amante de la humedad y de otoños suaves, condiciones que se dan en estas regiones (Tarin & Segarra, 2019).

Es de clima templado, es por eso que no soporta fríos cuando la planta está en el periodo de desarrollo, si ocurre una disminución fuerte de temperatura durante algunos días se puede dar lugar a que la planta florezca antes de tiempo o una floración prematura y se puede conseguir una mala calidad del producto o la pérdida total del cultivo (Armijos, 2022).

7.3.5.2 Suelo

Se da bastante bien en casi todos los terrenos, aunque prefiere los silíceo-arcillosos, ricos en materia orgánica y profundos. El cultivo tiene dos fases: semillero y trasplante, siendo, sin duda alguna, la de semillero la más delicada y difícil, por las condiciones que expondremos más adelante (Tarin & Segarra, 2019).

El apio no es demasiado exigente en suelos, siempre que no sean excesivamente húmedos. Requiere un suelo profundo, ya que el sistema radicular alcanza gran longitud vertical. El pH debe estar rondando la neutralidad. Es exigente en boro, por lo que este elemento no debe faltar en el suelo (Amores, 2013).

7.3.5.3 Temperatura

Las temperaturas dependen de la fase de cultivo:

- **Fase de semillero:** siembra entre 17 y 20°C. Se debe garantizar una temperatura mínima de 13-15°C para evitar la inducción floral prematura (Amores, 2013).

- **Fase de campo:** durante el primer tercio del cultivo la temperatura ideal está en torno a 16-20°C. Posteriormente se acomoda a temperaturas inferiores a éstas, pero superiores siempre a 8-10°C. Temperaturas mínimas frecuentes próximas a 5°C producen pecíolos quebradizos (Amores, 2013).

7.3.5.4 Producción Mundial del apio

Se trata una de las hortalizas más consumidas en el mundo, siendo sus principales productores los países templados de Europa y América del Norte, entre los que se encuentra España que exporta su cosecha a Reino Unido, Francia, Suecia, Alemania o Italia. La Región de Murcia contribuye a este comercio europeo con más de 52.000 toneladas al año. Esta estadística muestra el volumen de apio producido al año en España entre 2013 y 2022. El volumen de producción de apio ascendió a aproximadamente 111.000 toneladas en 2021. Las previsiones apuntan a que esta cantidad sea todavía mayor en 2022, superando las 118.000 toneladas (Orús, 2022)

Los cultivos que más va a aumentar su número de hectáreas, respecto al año anterior, será el apio, que pasará de las 1.118 alcanzadas en 2018 a las 7.098 previstas en 2019. Para este año se contempla una media de 14.421 kilos/hectárea, y un total de 101.617 toneladas, superando en 35.044 las toneladas producidas en el año 2018 (J. Valverde, 2018)

7.3.6 Producción Nacional del apio

La actividad de comercio del apio se realiza principalmente en los mercados mayoristas, donde el apio y productos similares llegan a perder hasta el 40% de materia verde, esto significa que el mal manejo en poscosecha es un factor de importancia en la cadena de producción del apio, este factor se puede contrarrestar con un adecuado almacenamiento y un empaquetado que alargue la vida útil en percha, además se debe

aplicar un pre enfriamiento del producto como práctica necesaria en poscosecha, todo esto en un ambiente frío con temperaturas controladas. De acuerdo al Tercer Censo Agropecuario del año 2000, en Ecuador es la provincia de Tungurahua la que aporta con la mayor superficie de apio cultivado, siendo 12 hectáreas de apio sembrado en cultivo solo, y de 4 hectáreas en asociación, además de pérdidas en cosecha que llegan al 30% debido al mal manejo en almacenamiento, esto significa que existen pérdidas significativas en la rentabilidad del agricultor (Andrade, 2021).

Actualmente en Ecuador no existen datos contundentes sobre el área de producción de apio, sin embargo, se estima que, en la provincia de Tungurahua al norte de Ambato, parroquia Izamba existe más de 12 hectáreas de cultivo, esta información fue facilitada por el tercer Censo Nacional Agropecuario realizado en el 2000, en donde no se documentaron cifras exactas para Machachi en Pichincha, Panzaleo y Cotopaxi (Pillajo, 2013)

7.3.7 Producción Local del apio

La producción del apio en la provincia de Cotopaxi no se realiza a gran escala no se encuentran empresas grandes que produzcan a gran cantidad la hortaliza, pero cabe mencionar que los pequeños agricultores son lo que producen el apio. Las parroquias que cultivan la hortaliza apio es San Buenaventura, Guaytaca, Lasso y así muchas parroquias rurales de la provincia. Los pobladores cultivan en apio ya sea para consumo propio o para vender el producto.

7.3.8 *Trichoderma* spp.

7.3.8.1 Generalidades

“*Trichoderma* es un tipo de hongo anaerobio facultativo que se encuentra de manera natural en un número importante de suelos agrícolas y otros tipos de medios. Pertenece a la subdivisión Deuteromycetes que se caracteriza por no poseer, o no presentar un estado sexual determinado”. De este género existen más de 30 especies, todas con efectos benéficos para la agricultura y otras ramas. Este hongo se encuentra ampliamente distribuido en el mundo, y se presenta en diferentes zonas y hábitats, especialmente en aquellos que contienen materia orgánica o desechos vegetales en descomposición, así mismo en residuos de cultivos, especialmente aquellos que son atacados por otros hongos (Páez, 2006).

7.3.8.2 Taxonomía

Para España (2015), el *Trichoderma* “es un hongo filamentoso anamórfico, heterótrofo, aerobio, con una pared celular compuesto por 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 sólidos o líquidos y en un amplio rango de temperaturas, además son relativamente tolerantes a humedades bajas y tienden a crecer en suelos ácidos.

Tabla 11:

Clasificación taxonómica de Trichoderma spp. División

División	Myxomicotina
Subdivisión	Deuteromycotina
Clase	Hyphomicetes
Orden	Hyphales
Familia	Monilaceae
Género	Trichoderma
Especie	<i>T. harzianum</i> , <i>T. hamatum</i> , <i>T. viride</i> , entre otras.

7.3.9 Importancia de los microorganismos en la agricultura

La agricultura moderna enfrenta nuevos desafíos, integrando enfoques ecológicos y moleculares, para lograr mayores rendimientos de los cultivos y reducir al mínimo los impactos sobre el medio ambiente. Las investigaciones hacia el desarrollo de nuevas biotecnologías han aumentado el interés en los microorganismos benéficos del suelo. Las interacciones con el medio biótico “plantas y microorganismos” son muy complejas y utilizan diferentes mecanismos de acción. Estos mecanismos se agrupan en: biofertilización y fito-estimulación (Tarazona, 2021).

Una biofertilización correcta, ayuda a una fertilización tradicional, reduciendo el uso de energía de la planta a la hora de absorber los distintos nutrientes, disminuye la degradación del agroecosistema y reduce la pérdida de nutrientes del suelo por lixiviación, sobre todo de nitrógeno. Asimismo, al ser de origen natural, los productos formulados son fertilizantes ecológicos, que promueven una agricultura sostenible (Tarazona, 2021).

Los microorganismos eficientes tienen numerosas aplicaciones agrícolas debido a que funcionalmente favorecen la germinación de semillas, incrementan la floración, aumentan el crecimiento y desarrollo de los frutos, incrementan la biomasa, garantizan una reproducción exitosa en las plantas, mejoran la estructura física de los suelos, incrementan la fertilidad química de los mismos y suprimen a varios agentes fitopatógenos causantes de enfermedades (Morocho & Leiva-Mora, 2019).

7.4 *Trichoderma* como promotor de crecimiento

Todos los mecanismos de acción de *Trichoderma spp.* se basan en su principal papel como promotor de crecimiento, el cual se puede observar desde las primeras fases de la plántula, debido a que le confiere a la misma mayores ventajas a la hora del trasplante, se ha determinado que *Trichoderma* se asocia a las raíces de la planta y crece

a medida que lo hace el sistema radicular del vegetal con el que se encuentra asociado, alimentándose de los productos de desecho y de exudados que excreta la planta proporcionándole un mayor vigor y crecimiento (Chang, 1986).

Típicamente, los hongos penetran las capas externas de la epidermis de la corteza y establecen una comunicación química con la planta, logrando así que los hongos no sean asesinados, quedando encerrados por la planta. “Un número relativamente grande de los comunicadores químicos (efectores/inductores) liberados por los hongos son reconocidos por la planta; estos incluyen pequeñas proteínas, péptidos y otros metabolitos, incluyendo los volátiles que mejoran el crecimiento de las plantas, como el ácido indol-3-acético” (Samia, 2014).

Se reafirman la capacidad de *Trichoderma* como promotor del crecimiento vegetal y biomasa radicular, lo cual pudiera deberse a su capacidad para solubilizar fosfatos, micronutrientes y cationes minerales útiles para el metabolismo de las plantas (Ruíz et al., 2018).

La mejora en el crecimiento de las plantas tratadas con *Trichoderma spp.*, se da como resultado de diferentes mecanismos, tales como “la exudación de reguladores de crecimiento de plantas, la solubilización de los fosfatos, los micronutrientes y minerales, como el hierro (Fe), manganeso (Mn), y el magnesio (Mg) que tienen un papel importante en el crecimiento”, la secreción de enzimas exógenas y vitaminas así como el control de patógenos en la rizósfera de la planta (España, 2015).

La planta se beneficia y crece mejor al poder colonizar mayor cantidad de suelo gracias al sistema de hifas del hongo, ocasionando así un aumento de la captación de nutrientes y de agua en las raíces, ya que explora mayor volumen de suelo, y a su vez, incrementa la solubilización de nutrientes orgánicos como el fósforo aumentando considerablemente de esta manera su crecimiento (Galeano, 2008).

8. VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS

8.1 Hipótesis nula.

La aplicación de diferentes concentraciones de *Trichoderma spp.* nativo no incide en el comportamiento agronómico del cultivo del brócoli, coliflor y apio y presentan un comportamiento igual.

8.2 Hipótesis alternativa.

La aplicación de diferentes concentraciones de *Trichoderma spp.* nativo incide en el comportamiento agronómico del cultivo cultivo de brócoli, coliflor y apio.

9. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL

9.1 Localización

La investigación se la realizó en la Universidad Técnica de Cotopaxi - Campus Salache, Parroquia Eloy Alfaro, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi.

- Altitud: 2.750msnm.
- Longitud: 78°37'14" Oeste
- Latitud: 00°59'57" Sur

9.2 Condiciones agroecológicas

Tabla 12: Condiciones agroecológicas

Clima	Seco templado frío
Temperatura	14 C
Pluviosidad	275 mm
Humedad relativa (%)	82
Suelo	Franco arenoso
pH	6.5
Heliofanía	12 horas
Viento	Sureste-noreste

Fuente: Estación meteorológica de la UTC–Campus Salache.

Elaborado por: (Lasluisa, H. 2023)

9.3 TIPO DE INVESTIGACIÓN

9.3.1 Experimental

Es una investigación de tipo experimental ya que se realizó la manipulación de una variable, para este proyecto tiene como variable independiente las diferentes concentraciones de *Trichoderma spp.* nativo y diferentes cultivos (Brócoli, coliflor y apio) que permitirá observar si el *Trichoderma* es un promotor de crecimiento.

9.3.2 Cualitativa

Cualitativo describe sucesos complejos en su medio natural y cuantitativa porque recogí datos numéricos de las distintas variables en estudio, cuyo análisis estadístico se realizará en el programa InfoStat.

9.4 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN

9.4.1 De campo

La investigación se direccionó en una investigación de campo, debido a que interviene la recolección de datos de las diferentes variables a evaluar directamente en el lugar donde se estableció el experimento.

9.4.2 De laboratorio

La investigación es de laboratorio ya que se realizó la activación de *Trichoderma spp.* nativo.

9.4.3 Bibliográfica documental

El material bibliográfico y documental tubo una estrecha relación con el contexto del marco teórico y la discusión de los resultados obtenidos.

9.5 TÉCNICA E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

9.5.1 Observación de campo

Esta técnica permitirá mantener un contacto directo con la asociación de cultivos para la recopilación de datos de cada tratamiento.

9.5.2 Registro de datos

Los datos serán registrados en un libro de campo junto con las actividades y observaciones relacionadas a cambios en los tratamientos.

9.6 MATERIALES Y EQUIPOS

A continuación, se detallarán los materiales y equipos que se utilizarán en la investigación.

9.6.1 Material biológico

Trichoderma spp. nativo obtenido previamente en aislamiento

9.6.2 Equipos de laboratorio

- Microscopio
- Autoclave
- Cámara de fuljo laminar
- Incubadora
- Balanza digital
- Pinzas
- Bisturí
- cámara Neubauer
- Asas de siembra
- Pipetas de 5 ml
- Lámpara de alcohol
- Porta y cubre objetos
- Vasos de precipitación de 1000 ml

9.6.3 Insumos de laboratorio

- Agar PDA gr
- Cloro
- Alcohol al 96 % ml
- Sacarosa gr
- Azul de metileno

9.6.4 Material en general

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

9.6.5 Material agrícola

- Plántulas de brócoli
- Plántulas de coliflor
- Plántulas de apio

9.6.6 Herramientas agrícolas

- Azada
- Pala
- Rastrillo
- Azadón
- Flexómetro
- Regaderas

9.7 Diseño experimental

Se realizó un arreglo factorial AxB en un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) donde el factor A tiene tres "niveles" (a1, a2, a3 y a4) y el factor B tiene tres niveles (b1, b2 y b3), a esta combinación se la llama factorial: (A x B) o (3 x 3), donde se obtienen 9 interacciones que se les denomina tratamientos, entonces los tratamientos resultan ser de las combinaciones que se realizan entre los niveles de los factores en estudio, con cuatro repeticiones por tratamiento y un total de 36 unidades experimentales.

9.8 Unidad experimental

Cada unidad experimental consta de 12 plantas de brócoli, coliflor y el apio.

9.9 Factores en estudio

Factor A

a1: 1×10^4

a2: 1×10^6

a3: 1×10^8

Factor B

b1: Brócoli

b2: Coliflor

b3: Apio

9.10 Tratamientos en estudio

Se analiza los tratamientos con las siguientes simbologías.

Tabla 13:*Código de los tratamientos*

DISEÑO EXPERIMENTAL DBCA		
TRATAMIENTO	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
T1	a1b1	Concentración (10^4) en brócoli.
T2	a1b2	Concentración (10^4) en coliflor.
T3	a1b3	Concentración (10^4) en apio.
T4	a2b1	Concentración (10^6) en brócoli.
T5	a2b2	Concentración (10^6) en coliflor.
T6	a2b3	Concentración (10^6) en apio.
T7	a3b1	Concentración (10^8) en brócoli.
T8	a3b2	Concentración (10^8) en coliflor.
T9	a3b3	Concentración (10^8) en apio.

Elaborado por: (Lasluisa, H. 2023)**9.11 ADEVA****Tabla 14:***Esquema del ADEVA*

F de V	GL
Tratamientos	11
Concentraciones (A)	2
Especies (B)	2
AXB	4
Repeticiones	3
E. Exp.	24
Total	35

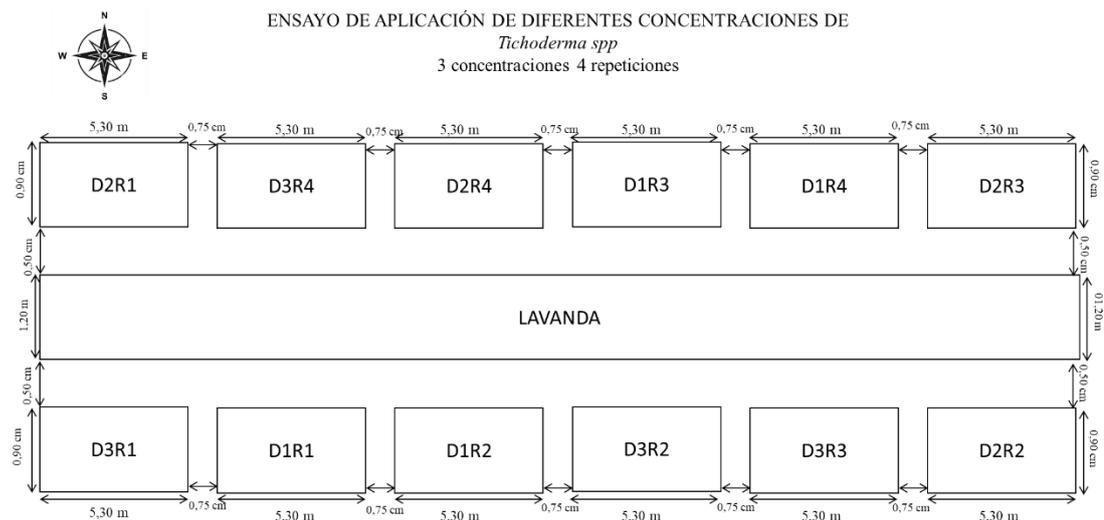
Elaborado por: (Lasluisa, H. 2023)

9.12 Variables en estudio

TIPO DE VARIABLE	INDICADOR	ÍNDICE
Dependiente	Porcentaje de prendimiento	%
	Altura de la planta	cm
	Número de Hojas	N°
	Número de tallos	
	Diámetro ecuatorial de la pella	N° cm
	Diámetro polar de la pella	cm
	Peso de la pella	Kg
	Peso de la planta	Kg
	Rendimiento	Kg
	Independiente	<i>Trichoderma spp.</i> <i>nativo</i>

Elaborado por: (Lasluisa, H. 2023)

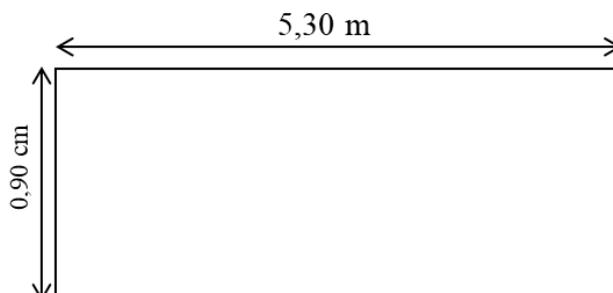
9.13 Diseño del ensayo en campo



Área total: $142,2 \text{ m}^2$

Área neta: $57,24 \text{ m}^2$

9.13.1 Distribución de la parcela experimental y neta



9.14 Manejo específico del experimento

9.14.1 Fase de Laboratorio

Para el comienzo del proyecto de investigación es reactivando el *Trichoderma spp*, que se encontraba en el laboratorio de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

9.14.1.1 Activación del *Trichoderma spp*, nativo en cajas Petri.

- a) Se van a realizar 10 cajas Petri de vidrio, donde se pesó la cantidad de PDA (Papa Dextrosa Agar) lo que corresponde a 7,8 gr para 200 ml de agua destilada.
- b) La cantidad de PDA y agua destilada fueron introducidos en un frasco de vidrio de 250 ml y agitando hasta obtener una mezcla homogénea además las 10 cajas Petri de vidrio se llevaron 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 y las cajas Petri.
- c) Utilizando cloro se realizó la limpieza de la cámara laminar y después nuevamente se higieniza nuevamente con alcohol.
- d) Una vez que el PDA y las cajas Petri se encuentren frías se lo llevo a la cámara de flujo laminar junto con las cajas Petri, papel Parafilm un mechero y unas pinzas.

- e) Se colocó una cantidad considerable de PDA en cada una de las cajas, se raspó la caja madre de *Trichoderma spp*, nativo con ayuda de un asa de siembra.
- f) Luego del raspado se colocaba agua destilada para lavar la caja Petri madre y eso se colocó en cada caja y posteriormente sellando con papel Parafilm y a la incubadora con una temperatura de 27 °C y una humedad del 50%.
- g) Dentro de haber transcurrido 15 días se vuelve activar en otras cajas Petri.

9.14.1.2 Obtención de concentraciones de *Trichoderma spp.* nativo

1. Se empezó sacando las cajas Petri con cultivo puro *Trichoderma spp.* nativo que se encontraban en desarrollándose 15 días en la incubadora, posterior a eso se retiró el plástico film y el papel parafilm que mantenía bien sellada a la caja Petri.
2. Se coloca agua destilada estéril en la caja para poder raspar con el asa de siembra y que ambos lleguen a mezclarse, luego se coloca el resultado en un vaso de precipitación. (Lo realizamos a las 46 cajas que teníamos)
3. Se obtuvo la mezcla, lo cernimos para separar algún resto de agar y se la coloco en el agitador magnético para que haya una mezcla más homogénea.
4. Con la micro pipeta medimos 45,0 µl que colocamos en la cámara Neubauer para poder contar el número de esporas que se encuentra en el cuadrante, esto con ayuda del microscopio se obtuvo el número de conidios.
5. Se aplicó la fórmula que se detalla a continuación, donde se pudo confirmar la concentración de *Trichoderma.spp*, nativo.

$$\frac{N\# \text{ conidios } \times \text{ disolución}}{\text{Volumen}} = \frac{97 \times (10000 \times 1000)}{1} = 970\,000\,000 \approx 9 \times 10^8$$

Para bajar la concentración en 10 ml de concentración a la 8 con 140 ml de agua destilada estéril, y se obtiene la concentración a la 6. Mientras que 5 ml de concentración a la 6 con 145 ml de agua destilada, se obtiene la concentración a la 4.

9.14.2 Fase de Campo

9.14.2.1 Preparación del suelo

Consistió en realizar la limpieza de la parcela en donde se va implementar el proyecto de investigación. Con ayuda de azadas se retiró todas las malas hierbas, se retiraron pequeñas piedras que se encontraban en el terreno, además con ayuda con palas de desfonde y las azadas se fueron elaborando las camas o platabandas. Mientras con un flexómetro se midió el largo, ancho de las platabandas y la distancia de los caminos. En cada una de las platabandas se colocó piola y estacas.

9.14.2.2 Trasplante de las hortalizas

Se realizó la nivelación de las platabandas, mientras el brócoli, coliflor y apio permanecían sumergidas por una hora en las concentraciones de 1×10^4 ; 1×10^6 y 1×10^8 para cada tratamiento. Los hoyos se realizaron con ayuda de una estaca. La coliflor y brócoli se trasplantaron a una distancia entre planta de 40 cm y el apio a una distancia de 35 cm. El brócoli y la coliflor se encuentran en los bordes de cada platabanda, teniendo en cuenta que del borde de la cama se dejó 5 cm de distancia, el apio se encuentra en medio de las dos especies.

9.14.2.3 Riego

El riego se realizó con ayuda de unas regaderas al culminar el trasplante y varios días entre semana ya que las hortalizas necesitan gran cantidad de agua, esto se hizo hasta su cosecha.

9.14.2.4 Aplicación de las concentraciones de *Trichoderma spp* nativo.

Se aplicó las diferentes concentraciones de *Trichoderma spp.* nativo respectivamente en cada uno de los tratamientos de brócoli, coliflor y apio, este proceso se lo realizó antes del trasplante y a finales de cada mes. Las concentraciones obtenidas en laboratorio se mezclaron en una poma de 20 litros de agua y finalmente con ayuda de una tarrina plástica se procedió a colocar *Trichoderma spp.* nativo respectivamente en los tratamientos.

9.14.2.5 Control de malezas

Se realizó el control manual de malezas en cada una de las etapas que el cultivo requería, se utilizó herramientas agrícolas como rastrillos, azadón y carretilla, los residuos se retiraron del lote de investigación.

9.14.2.6 Cosecha

Esta se efectuó manualmente cuando el cultivo llegó a su madurez fisiológica, además para el brócoli y la coliflor se consideró que presenten consistencia compacta de la pella, luego se depositaron en fundas previamente identificadas de acuerdo al tratamiento.

9.15 Datos a evaluar

9.15.1 Porcentaje de prendimiento (%) o porcentaje de supervivencia

Para la evaluar el porcentaje de prendimiento se lo realizó a través de la de la metodología implementada por el autor Sernaque et al., (2020), donde se consideró un período de tiempo que comprendió entre los quince días después del trasplante; se procedió a realizar un conteo de las plantas prendidas en cada parcela neta; las cuales fueron expresadas en porcentaje de acuerdo al número total trasplantado en las parcelas.

$$\text{Porcentaje de prendimiento} = \frac{\text{Parte}}{\text{TOTAL}} \times 100$$

9.15.2 Altura de plantas (cm)

Para la evaluar la altura de la planta se lo realizó a través de la metodología del autor Nachimba (2022), donde midió desde la base de tallo hasta el ápice utilizando un flexómetro (cm), este dato fue registrado tomado cada 15 días esto se realizó a 10 plantas.

9.15.3 Número de hojas

Esta variable fue tomada cada 15 días y se contabilizó el total de hojas de 10 plantas de los diferentes tratamientos establecidos

9.15.4 Diámetro ecuatorial de la pella

El autor Cuji (2022) evaluó la evaluación del diámetro con una cinta métrica por lo cual al momento de la cosecha, con la ayuda de una regla, se tomó el diámetro ecuatorial de 10 pellas de las plantas de la parcela neta, utilizando dos tablillas a los lados y midiendo con la regla.

9.15.5 Diámetro polar de la pella

Al momento de la cosecha, con la ayuda de una regla, se registró el diámetro polar de 10 pellas de las plantas de la parcela neta, sin tomar en cuenta el tallo, utilizando dos tablillas poniéndolas en los polos y midiendo con regla esto se hizo en base a la metodología del autor Cuji (2022).

9.15.6 Peso de la pella (g)

Nachimba (2022) estableció una metodología para el peso de la pella por lo que se procedió a pesar 10 pellas de brócoli y coliflor de cada parcela neta, con la ayuda de una balanza y expresando en gramos.

9.15.7 Peso de planta (g)

El peso de las 10 plantas de apio fue tomado en gramos, al momento de la cosecha se procedió a la toma de este dato utilizando una balanza.

9.15.8 Rendimiento (Kg/ha)

El rendimiento de la coliflor, brócoli y apio se evaluó en gramos por parcela, y luego se transformó en kg/ha-1 para poder determinar el mejor rendimiento esto se realizó en base a Nachimba (2022) donde con el peso de la planta se multiplica por los diez mil metros cuadrados y se los divide por el área de la parcela neta y así se obtiene el rendimiento para una hectárea de cada cultivar.

10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En el presente trabajo de investigación fue evaluado el desarrollo vegetativo de las tres diferentes hortalizas implementadas en la Universidad Técnica de Cotopaxi, Campus Salache. A continuación, se detallan los resultados obtenidos del proyecto.

10.1 Porcentaje de prendimiento (%).

Tabla 15:

Análisis de varianza (ADEVA) para la variable porcentaje de prendimiento.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo	4,03	11	0,37	0,8	0,6366	ns
FACTOR A	1,56	2	0,78	1,71	0,203	ns
FACTOR B	0,06	2	0,03	0,06	0,941	ns
FACTOR A*FACTOR B	0,11	4	0,03	0,06	0,9927	ns
REPETICIÓN	2,31	3	0,77	1,69	0,1968	ns
Error	10,94	24	0,46			
Total	14,97	35				
Promedio	99,47					
CV (%)	0,68					

Nota: FV (Fuente de variación); SC (Suma de cuadrados); GL (Grados de Libertad); CM (Cuadrado Medio); F (f calculado); p-valor (Nivel de significancia); *= Significancia estadística al 5% y ns= no significancia estadística. **Elaborado por:** (Autora, 2023).

Para la Tabla 15 el análisis de varianza reporta que no existe significancia estadística para las fuentes de variación factor a, factor b, interacción entre factor a y b, tratamientos y repeticiones. El promedio general es de 99.47 porcentaje de germinación, y el coeficiente de variación de 0,68%.

Tabla 16:

Tabla de frecuencia para la variable de porcentaje de prendimiento.

FACTOR A	FACTOR B	n	Media	D.E.	Mín	Máx
10x8	Apio	4	99,75	0,5	99	100
10x8	Brócoli	4	99,75	0,5	99	100
10x8	Coliflor	4	99,75	0,5	99	100
10x6	Apio	4	99,25	0,5	99	100
10x6	Brócoli	4	99,5	1	98	100
10x6	Coliflor	4	99,5	0,58	99	100
10x4	Apio	4	99,25	0,96	98	100
10x4	Brócoli	4	99,25	0,96	98	100
10x4	Coliflor	4	99,25	0,5	99	100
TOTAL		36	99,47	0,67	98,67	100

Nota: D.E. Desviación Estándar. **Elaborado por:** (Autor, 2023).

La Tabla 16 reporta un valor promedio de 99,47 % de prendimiento en las especies de brócoli, coliflor y apio, el mejor tratamiento es la concentración 10x8 en las tres especies de hortalizas ya mencionadas con un promedio de 99,75 % de prendimiento.

Según Nachimba (2022) afirma que, mediante los resultados obtenidos se puede presumir que el prendimiento de los cultivares es independiente de las especies de hortalizas, o podría verse afectado por factores que no son de interés en este estudio.

10.2 Altura de la planta (cm).

Tabla 17:

Análisis de varianza (ADEVA) para la variable altura.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo	7410,92	11	673,72	355,99	<0,0001	*
FACTOR A	600,87	2	300,43	158,75	<0,0001	*
FACTOR B	6577,62	2	3288,81	1737,81	<0,0001	*
FACTOR A*FACTOR B	223,15	4	55,79	29,48	<0,0001	*
REPETICIÓN	9,29	3	3,1	1,64	0,2074	ns
Error	45,42	24	1,89			
Total	7456,34	35				
Promedio	25,67					
CV (%)	5,36					

Nota: FV (Fuente de variación); SC (Suma de cuadrados); GL (Grados de Libertad); CM (Cuadrado Medio); F (f calculado); p-valor (Nivel de significancia); *= Significancia estadística al 5% y ns= no significancia estadística. **Elaborado por:** (Autora, 2023).

Según la tabla 17 de análisis de varianza (ADEVA), para la variable altura de planta final, presento significancia para los tratamientos, las diferentes concentraciones, especies hortícolas y en la comparación del factor a y b, mientras que para las repeticiones no presentó significancia, con un coeficiente de variación del 5,36 % y un promedio de crecimiento de planta del 25,67 cm.

Tabla 18:

Prueba Tukey al 5% para la altura.

FACTOR A	FACTOR B	Medias	n	E.E.			
10x8	Apio	51,63	4	0,69	A		
10x6	Apio	47,55	4	0,69		B	
10x4	Apio	34,18	4	0,69			C
10x8	Brócoli	22,38	4	0,69	A		
10x6	Brócoli	20,75	4	0,69		B	
10x4	Brócoli	14,88	4	0,69			C
10x8	Coliflor	15,25	4	0,69	A		
10x6	Coliflor	13,18	4	0,69		B	
10x4	Coliflor	11,2	4	0,69			C

Elaborado por: (Autor, 2023)

En la prueba de Tukey al 5 % (tabla 18), para el Factor A y Factor B se presentó tres rangos de los cuales la concentración 10^8 en apio tiene una media en la altura de planta de 51,63 cm encontrándose en el mayor rango (A), mientras que el brócoli con la aplicación de la misma concentración de *Trichoderma spp.* nativo tiene un valor de 22,38 cm encontrándose en el mismo rango y finalmente la coliflor cuenta con una media en altura de planta de 15,25 cm. Teniendo en el menor rango (C) a la concentración 10^4 en apio con un valor de 34,18 de igual manera el brócoli y coliflor con 14,88 cm y 11,2 cm respectivamente en la altura de la planta. Valverde. Y *et al.*, (2020) afirma que, los bioestimulantes con microorganismos favorecen el crecimiento y desarrollo de las plantas e incrementan los rendimientos agrícolas.

10.3 Número de hojas (#).

Tabla 19:

Análisis de varianza (ADEVA) para la variable número de hojas.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo	255,92	11	23,27	35,51	<0,0001	*
FACTOR A	108,39	2	54,19	82,73	<0,0001	*
FACTOR B	122,89	2	61,44	93,8	<0,0001	*
FACTOR A*FACTOR B	24,11	4	6,03	9,2	0,0001	*
REPETICIÓN	0,53	3	0,18	0,27	0,8474	ns
Error	15,72	24	0,66			
Total	271,64	35				
Promedio	8,31					
CV (%)	9,75					

Nota: FV (Fuente de variación); SC (Suma de cuadrados); GL (Grados de Libertad); CM (Cuadrado Medio); F (f calculado); p-valor (Nivel de significancia); *= Significancia estadística al 5% y ns= no significancia estadística. **Elaborado por:** (Autora, 2023).

En la tabla 19 se presenta el análisis de varianza (ADEVA), para la variable de número de hojas, presento significancia para los tratamientos, las diferentes concentraciones, especies hortícolas y en la interacción del factor a y b, mientras

que para las repeticiones no presentó significancia, con un coeficiente de variación del 9,75 % y un promedio de número de hojas del 8,3.

Tabla 20:

Prueba Tukey al 5% para el número de hojas.

FACTOR A	FACTOR B	Medias			
10x8	Apio	14,25	A		
10x6	Apio	11,25		B	
10x4	Apio	7,25			C
10x8	Brócoli	8,25	A		
10x6	Brócoli	6,75		B	
10x4	Brócoli	5,75			C
10x8	Coliflor	8,75	A		
10x6	Coliflor	7		B	
10x4	Coliflor	5,5			C

Elaborado por: (Autor, 2023)

En tabla 20 muestra la prueba de Tukey al 5 %, para el Factor A y Factor B se presentó tres rangos de los cuales la concentración 10^8 de *Trichoderma spp*, nativo en apio, brócoli y coliflor tiene una media en el número de hojas de 14,25; 8,25 y 8,75 respectivamente encontrándose en el mayor rango (A), mientras teniendo en el menor rango (C) a la concentración 10^4 *Trichoderma spp*, nativo en apio con un valor de 7,25 de igual manera el brócoli y coliflor con 5,75 y 5,5 respectivamente con el número de hojas para cada especie hortícola.

10.4 Peso de la planta (g).

Tabla 21:

Análisis de varianza (ADEVA) para la variable peso.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo	421309,81	11	38300,89	371,08	<0,0001	*
FACTOR A	199370,89	2	99685,44	965,8	<0,0001	*
FACTOR B	215790,72	2	107895,36	1045,34	<0,0001	*
FACTOR A*FACTOR B	5810,11	4	1452,53	14,07	<0,0001	*
REPETICIÓN	338,08	3	112,69	1,09	0,3716	ns
Error	2477,17	24	103,22			
Total	423786,97	35				
Promedio	419,75					
CV (%)	3,46					

Nota: FV (Fuente de variación); SC (Suma de cuadrados); GL (Grados de Libertad); CM (Cuadrado Medio); F (f calculado); p-valor (Nivel de significancia); *= Significancia estadística al 5% y ns= no significancia estadística. **Elaborado por:** (Autora, 2023).

En la tabla 21 se presenta el análisis de varianza (ADEVA), para la variable del peso de las tres especies hortícolas implementadas en la investigación donde, presento significancia para los tratamientos, las diferentes concentraciones, especies hortícolas y en la interacción del factor a y b, mientras que para las repeticiones no presentó significancia, con un coeficiente de variación del 3,46 % y un promedio para el peso de 419,75 g.

Tabla 22:

Prueba Tukey al 5% para el peso.

FACTOR A	FACTOR B	Medias			
10x8	Apio	248	A		
10x6	Apio	206,25		B	
10x4	Apio	100,5			C
10x8	Brócoli	433	A		
10x6	Brócoli	387		B	
10x4	Brócoli	259,5			C
10x8	Coliflor	439,25	A		
10x6	Coliflor	345,5		B	
10x4	Coliflor	222,75			C

Elaborado por: (Autor, 2023)

En tabla 22 muestra la prueba de Tukey al 5 %, para el Factor A y Factor B donde presentó tres rangos de los cuales la concentración 10^8 en el apio, brócoli y coliflor se encuentra en el rango mayor (A) con una media de 248 g, 433 g y 439,2g g respectivamente en el peso de la planta, mientras la concentración 10^4 se encuentra en el menor rango (C), el apio, brócoli y coliflor cuentan con un valor media de 100,5 g; 259 g y 222,75 g respectivamente para el peso de la planta.

Parra & Hidalgo (2018) mencionan que el peso promedio de la pella de brócoli es de 526, 30 g, mientras que el peso de pella de coliflor es de 188,15 g. El apio se encuentra en un peso de 460 y los 720 gramos.

10.5 Diámetro ecuatorial (cm).

Tabla 23:

Análisis de varianza (ADEVA) para la variable diámetro ecuatorial.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo	4005,7	11	364,15	301,81	<0,0001	*
FACTOR A	183,78	2	91,89	76,16	<0,0001	*
FACTOR B	3703,54	2	1851,77	1534,76	<0,0001	*
FACTOR A*FACTOR B	115,78	4	28,94	23,99	<0,0001	*
REPETICIÓN	2,6	3	0,87	0,72	0,5511	ns
Error	28,96	24	1,21			
Total	4034,66	35				
Promedio	21,47					
CV (%)	7,68					

Nota: FV (Fuente de variación); SC (Suma de cuadrados); GL (Grados de Libertad); CM (Cuadrado Medio); F (f calculado); p-valor (Nivel de significancia); *= Significancia estadística al 5% y ns= no significancia estadística. **Elaborado por:** (Autora, 2023).

En la tabla 23 se presenta el análisis de varianza (ADEVA), para la variable del diámetro ecuatorial donde, presento significancia para los tratamientos, las diferentes concentraciones, especies hortícolas y en la interacción del factor a y b,

mientras que para las repeticiones no presentó significancia, con un coeficiente de variación del 7,68 % y un promedio de 21,47 para el diámetro ecuatorial.

Tabla 24:

Prueba Tukey al 5% para el diámetro ecuatorial.

FACTOR A	FACTOR B	Medias			
10x8	Brócoli	28	A		
10x6	Brócoli	21,25		B	
10x4	Brócoli	17,68			C
10x8	Coliflor	23,5	A		
10x6	Coliflor	21,13		B	
10x4	Coliflor	17,25			C
10x4	Apio	0			
10x8	Apio	0			
10x6	Apio	0			

Elaborado por: (Autor, 2023)

En tabla 24 muestra la prueba de Tukey al 5 %, para el Factor A y Factor B donde presentó tres rangos de los cuales el brócoli con aplicación de *Trichoderma spp.* nativo en la concentración 10^8 tiene una media de 28 cm para el diámetro ecuatorial encontrándose en el rango mayor (A), la coliflor se encuentra ubicada en el mismo rango con un valor de 23,5 cm para el diámetro ecuatorial. Mientras que la concentración 10^4 de *Trichoderma spp.* nativo se encuentra en un rango C con un valor de media de 17,68 cm para el cultivo de brócoli y 17,25 cm para la coliflor. El apio no cuenta con valores ya que este dato no fue evaluado en esta especie hortícola. Según el blog de envase online (2021) afirma que, la cosecha de verduras debe llevarse a cabo de forma correcta y respetando el crecimiento, los procesos y las necesidades de cada cosecha. El calibre de las hortalizas es el tamaño de las piezas, definido por el mercado y que deben cumplir para ser consideradas aptas para la venta.

10.6 Diámetro polar (cm).

Tabla 25:

Análisis de varianza (ADEVA) para la variable diámetro polar.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo	1530,32	11	139,12	194,79	<0,0001	*
FACTOR A	95,91	2	47,95	67,14	<0,0001	*
FACTOR B	1360,08	2	680,04	952,19	<0,0001	*
FACTOR A*FACTOR B	72,96	4	18,24	25,54	<0,0001	*
REPETICIÓN	1,36	3	0,45	0,64	0,5986	ns
Error	17,14	24	0,71			
Total	1547,46	35				
Promedio	12,62					
CV (%)	10,05					

Nota: FV (Fuente de variación); SC (Suma de cuadrados); GL (Grados de Libertad); CM (Cuadrado Medio); F (f calculado); p-valor (Nivel de significancia); *= Significancia estadística al 5% y ns= no significancia estadística. **Elaborado por:** (Autora, 2023).

En la tabla 25 se presenta el análisis de varianza (ADEVA), para la variable del diámetro polar donde, presento significancia para los tratamientos, las diferentes concentraciones, especies hortícolas y en la interacción del factor a y b, mientras que para las repeticiones no presentó significancia, con un coeficiente de variación del 10,05 % y un promedio de 12,62 para el diámetro polar.

Tabla 26:

Prueba Tukey al 5% para el diámetro polar.

FACTOR A	FACTOR B	Medias			
10x8	Brócoli	17,93	A		
10x6	Brócoli	15,63		B	
10x4	Brócoli	10			C
10x8	Coliflor	13,1	A		
10x6	Coliflor	10		B	
10x4	Coliflor	9,05			C
10x4	Apio	0			
10x8	Apio	0			
10x6	Apio	0			

Elaborado por: (Autor, 2023)

En tabla 26 muestra la prueba de Tukey al 5 %, para el Factor A y Factor B donde presentó tres rangos de los cuales el brócoli con aplicación de *Trichoderma spp.* nativo en la concentración 10^8 tiene una media de 17,93 cm para el diámetro polar encontrándose en el rango mayor (A), la coliflor se encuentra ubicada en el mismo rango con un valor de 13,1 cm para el diámetro ecuatorial. Mientras para la concentración 10^4 de *Trichoderma spp.* nativo en brócoli se tiene un valor de 10 y la coliflor cuenta con un valor de 9,05 cm. En el cultivo de apio de apio no fue evaluada este dato. Según Rodríguez & Henao (2019) mencionan que, el diámetro polar es solamente evaluado a algo que tenga una especie de esfera o sea circular. El diámetro polar se obtiene como la máxima longitud rectilínea que se obtiene al medir desde el terminal del tallo hasta el ápice de la pella.

10.7 Rendimiento parcela (g).

Tabla 27:

Análisis de varianza (ADEVA) para la variable rendimiento de parcela.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo	9587553,2	11	871595,75	371,6	<0,0001	*
FACTOR A	4537505,4	2	2268752,7	967,27	<0,0001	*
FACTOR B	4910336,9	2	2455168,4	1046,75	<0,0001	*
FACTOR A*FACTOR B	131998,28	4	32999,57	14,07	<0,0001	*
REPETICIÓN	7712,67	3	2570,89	1,1	0,3699	ns
Error	56292,33	24	2345,51			
Total	9643845,6	35				
Promedio	1400,11					
CV (%)	3,46					

Nota: FV (Fuente de variación); SC (Suma de cuadrados); GL (Grados de Libertad); CM (Cuadrado Medio); F (f calculado); p-valor (Nivel de significancia); *= Significancia estadística al 5% y ns= no significancia estadística. **Elaborado por:** (Autora, 2023).

En la tabla 27 se presenta el análisis de varianza (ADEVA), para la variable del diámetro polar donde, presento significancia para los tratamientos, las diferentes concentraciones, especies hortícolas y en la interacción del factor a y b, mientras que para las repeticiones no presentó significancia, con un coeficiente de variación del 3,46 % y un promedio de 1400,11 gramos por parcela.

Tabla 28:

Prueba Tukey al 5% para el rendimiento de la parcela.

FACTOR A	FACTOR B	Medias			
10x8	Apio	1183	A		
10x6	Apio	983,75		B	
10x4	Apio	479,25			C
10x8	Brócoli	2065,5	A		
10x6	Brócoli	1846		B	
10x4	Brócoli	1237,5			C
10x8	Coliflor	2095,25	A		
10x6	Coliflor	1648		B	
10x4	Coliflor	1062,75			C

Elaborado por: (Autor, 2023)

En tabla 28 muestra la prueba de Tukey al 5 %, para el Factor A y Factor B donde presentó tres rangos de los cuales el apio con aplicación de *Trichoderma spp.* nativo en la concentración 10^8 tiene una media de 1183 g encontrándose en el rango mayor (A), el brócoli y la coliflor se encuentra ubicada en el mismo rango con un valor de 2065,5 g y 2095,25 g por parcela. Mientras para la concentración 10^4 de *Trichoderma spp.* nativo tiene un bajo rendimiento tanto como para el apio con un valor de 479,25 g; brócoli con una media de 1237,5 g y la coliflor con un valor de 1062,75 g por parcela encontrándose los tres en un rango menor (C).

Según Valverde. Y et al., (2020) menciona que los bioestimulantes orgánicos favorecen el crecimiento y desarrollo de los cultivos obteniendo como resultados

mejores rendimientos, por lo que se observa mejor desarrollo vegetativo en la dosis que contiene mayor concentración de *Trichoderma spp*, nativo.

10.8 Rendimiento (kg/ha).

Tabla 29:

Análisis de varianza (ADEVA) para la variable rendimiento hectárea.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo	42130981	11	3830089,1	371,08	<0,0001	*
FACTOR A	19937089	2	9968544,4	965,8	<0,0001	*
FACTOR B	21579072	2	10789536	1045,34	<0,0001	*
FACTOR A*FACTOR B	581011,11	4	145252,78	14,07	<0,0001	*
REPETICIÓN	33808,33	3	11269,44	1,09	0,3716	ns
Error	247716,67	24	10321,53			
Total	42378697	35				
Promedio	2935,28					
CV (%)	3,46					

Nota: FV (Fuente de variación); SC (Suma de cuadrados); GL (Grados de Libertad); CM (Cuadrado Medio); F (f calculado); p-valor (Nivel de significancia); *= Significancia estadística al 5% y ns= no significancia estadística. **Elaborado por:** (Autora, 2023).

En la tabla 29 se presenta el análisis de varianza (ADEVA), para la variable del diámetro polar donde, presento significancia para los tratamientos, las diferentes concentraciones, especies hortícolas y en la interacción del factor a y b, mientras que para las repeticiones no presentó significancia, con un coeficiente de variación del 3,46 % y un promedio de 2935,28 kilogramos por hectárea.

Tabla 30:

Prueba Tukey al 5% para rendimiento hectárea.

FACTOR A	FACTOR B	Medias			
10x8	Apio	2480	A		
10x6	Apio	2062,5		B	
10x4	Apio	1005			C
10x8	Brócoli	4330	A		
10x6	Brócoli	3870		B	
10x4	Brócoli	2595			C
10x8	Coliflor	4392,5	A		
10x6	Coliflor	3455		B	
10x4	Coliflor	2227,5			C

Elaborado por: (Autor, 2023)

En tabla 30 muestra la prueba de Tukey al 5 %, para el Factor A y Factor B donde presentó tres rangos de los cuales el apio con aplicación de *Trichoderma spp.* nativo en la concentración 10^8 tiene una media de 2480 kg/ha encontrándose en el rango mayor (A), el brócoli y la coliflor se encuentra ubicada en el mismo rango con un valor de 4330 kg/ha y 4392,5 kg/ha respectivamente. Mientras para la concentración 10^4 de *Trichoderma spp.* nativo tiene un bajo rendimiento tanto como para el apio con un valor 1005 kg/ha; brócoli con una media de 2595 kg/ha y la coliflor con un valor de 2227,5 kg/ha encontrándose los tres en un rango menor (C).

10.9 Costos beneficio de las diferentes concentraciones de *Trichoderma spp*, nativo.

Tabla 31:

Costo de las diferentes concentraciones de Trichoderma spp, nativo.

COSTOS DE PRODUCCIÓN						
	Cantidad		Precio Unitario	Precio Total		
Materiales de laboratorio				Brócoli	Coliflor	Apio
Potato Dextrose Agar	46,8	g	\$ 0,16	\$ 7,49		
Cajas petri	60		\$ 0,20	\$ 12,00		
Asas de siembra	2		\$ 1,25	\$ 2,50		
Bisturi	1		\$ 3,00	\$ 3,00		
Aluminio	1		\$ 1,00	\$ 1,00		
Plástico film	1		\$ 1,00	\$ 1,00		
Papel parafilm	1	m	\$ 2,50	\$ 2,50		
SUBTOTAL				\$ 29,49		
Materiales de campo				Brócoli	Coliflor	Apio
Plantulas	48	Plantulas	\$ 0,03	\$ 1,44		
		Plantulas	\$ 0,03		\$ 1,44	
		Plantulas	\$ 0,02			\$ 0,96
SUBTOTAL				\$ 1,44	\$ 1,44	\$ 0,96
TOTAL GASTOS				\$ 11,27	\$ 11,27	\$ 10,79
PRECIO VENTA				Brócoli	Coliflor	Apio
DOSIS 3	8,25	Kg	\$ 1,99	\$ 16,42		
	8,36	Kg	\$ 1,80		\$ 15,05	
	4,75	Kg	\$ 2,98			\$ 14,16
DOSIS 2	7,37	Kg	\$ 1,99	\$ 14,67		
	6,59	Kg	\$ 1,80		\$ 11,86	
	4,7	Kg	\$ 2,98			\$ 14,01
DOSIS 1	3,94	Kg	\$ 1,99	\$ 7,84		
	4,27	Kg	\$ 1,80		\$ 7,69	
	1,92	Kg	\$ 2,98			\$ 5,72
TOTAL VENTAS				Brócoli	Coliflor	Apio
DOSIS 3				\$ 16,42	\$ 15,05	\$ 14,16
DOSIS 2				\$ 14,67	\$ 11,86	\$ 14,01
DOSIS 1				\$ 7,84	\$ 7,69	\$ 5,72
TOTAL GANACIA				Brócoli	Coliflor	Apio
DOSIS 3				\$ 5,15	\$ 3,78	\$ 3,37
DOSIS 2				\$ 3,40	\$ 0,59	\$ 3,22
DOSIS 1				\$ -3,43	\$ -3,58	\$ -5,07

En la tabla 31 se puede observar los costos de las tres concentraciones de *Trichoderma spp*, nativo aplicado en las tres especies hortícolas. Teniendo un total de gastos entre campo y laboratorio para brócoli y coliflor con un valor de 11, 27 dólares, mientras que el apio tiene un precio de 10,79 dólares. Según la página web de Organic Life.ec, en el 2020 el precio de brócoli orgánico tiene un precio de 1,99 dólares por kilogramo por lo que podemos observar que la concentración 10^8 tiene un mejor valor de ganancia siendo de 5,15 dólares mientras que la concentración 10^4 muestra que existe una pérdida de 3,43 dólares.

La pagina web de la Bolsa de Productos en el 2021 estableció un precio para la coliflor orgánica con un valor de 1,80 dólares con base a esto se obtiene una mayor ganancia en la concentración 10^8 con un coste total de 3,78, mientras que en el apio se obtuvo una ganancia de 3,37 dólares el precio de venta del apio orgánico según Organic Life.ec, (2020a) estableció un valor de 2,98 dólares por kilogramo de apio y por eso se obtuvo dicho valor de ganancia. Mientras que en la coliflor con la aplicación de *Trichoderma spp*, nativo se evidencia una pérdida de 3,58 dólares y de igual manera el apio a la misma concentración indica una perdida 5, 07 dólares.

Observando los precios de las diferentes especies hortícolas presentes en la tabla 31 se evidencia que los productos orgánicos tienen un precio elevado siendo así rentable para los agricultores ya que son productos con alta demanda ya que no presentan sustancias químicas y dichos productos orgánicos son menos dañinos para la salud humana.

Tabla 32:

Costo beneficio de las diferentes concentraciones de Trichoderma spp, nativo para una hectárea producción.

COSTOS DE PRODUCCIÓN						
	Cantidad		Precio Unitario	Precio Total		
Materiales de laboratorio				Brócoli	Coliflor	Apio
TOTAL				\$ 1.881,70	\$ 1.881,70	\$ 1.881,70
Materiales de campo				Brócoli	Coliflor	Apio
Plántulas	25000	Plántulas	\$ 0,03	\$ 750,00		
	25000		\$ 0,03		\$ 750,00	
	67000		\$ 0,02			\$ 1.340,00
SUBTOTAL				\$ 750,00	\$ 750,00	\$ 1.340,00
TOTAL GASTOS				\$ 2.631,70	\$ 2.631,70	\$ 3.221,70
PRECIO VENTA				Brócoli	Coliflor	Apio
	4330	Kg	\$ 1,99	\$ 8.616,70		
DOSIS 3	4392,5	Kg	\$ 1,80		\$ 7.906,50	
	2480	Kg	\$ 2,98			\$ 7.390,40
	3870	Kg	\$ 1,99	\$ 7.701,30		
DOSIS 2	3455	Kg	\$ 1,80		\$ 6.219,00	
	2062,5	Kg	\$ 2,98			\$ 6.146,25
	2595	Kg	\$ 1,99	\$ 5.164,05		
DOSIS 1	2227,5	Kg	\$ 1,80		\$ 4.009,50	
	1005	Kg	\$ 2,98			\$ 2.994,90
TOTAL VENTAS				Brócoli	Coliflor	Apio
DOSIS 3				\$ 8.616,70	\$ 7.906,50	\$ 7.390,40
DOSIS 2				\$ 7.701,30	\$ 6.219,00	\$ 6.146,25
DOSIS 1				\$ 5.164,05	\$ 4.009,50	\$ 2.994,90
TOTAL GANACIA				Brócoli	Coliflor	Apio
DOSIS 3				\$ 5.985,00	\$ 5.274,80	\$ 4.168,70
DOSIS 2				\$ 5.069,60	\$ 3.587,30	\$ 2.924,55
DOSIS 1				\$ 2.532,35	\$ 1.377,80	\$ -226,80

En la tabla 32 se puede observar el costo beneficio para una hectárea de producción, teniendo un total de gastos entre campo y laboratorio para brócoli y coliflor de 2.631,70 dólares, mientras que el apio tiene un precio de 3.221,70 dólares. Pero en la concentración 10⁸ una ganancia de 5.985,00 dólares para el cultivo de brócoli.

Mientras que para la coliflor presenta una ganancia de 5.274,80 dólares y finalmente el apio con un ingreso de 4.168,70 dólares. La concentración 10^4 representa una pérdida de 226,80 dólares en el cultivo de apio. En las diferentes especies hortícolas si se obtiene una ganancia menor a la concentración 10^8 .

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

11.1 Impacto técnico

El desarrollo de este proyecto aporta una gran alternativa para aumentar el rendimiento y desarrollo de hortalizas el uso y la aplicación de microorganismos en este caso *Trichoderma spp.* nativo es eficaz ya que compite por espacio y nutrientes en el suelo y a su vez ase que esto sean soluble para las plantas.

11.2 Impacto social

Con este proyecto se obtiene un impacto social positivo ya que con los datos y resultados obtenidos durante todo el ciclo vegetativo de las diferentes especies de hortalizas ya antes mencionadas nos sirven para decir que *Trichoderma spp.* nativo si tiene influencia en el comportamiento productivo de las hortalizas, además tiene una viabilidad con la sociedad, principalmente debido a que se obtendrá el interés en cultivar diferentes especies vegetativas utilizando *Trichoderma spp.* nativo.

11.3 Impacto ambiental

El principal aporte de la investigación es brindar una alternativa a los agricultores donde se puede realizar una producción agrícola orgánica y se puede disminuir o minimizar el uso de productos químicos y así evitar daños a la salud por el consumo de alimentos con pesticidas, fungicidas e insecticidas.

12. CONCLUSIONES

- Se logró reactivar la cepa aislada de *Trichoderma spp*, nativo del laboratorio de la Universidad Técnica de Cotopaxi.
- La concentración 10^8 de *Trichoderma spp*, nativo fue la mejor para las variables a evaluar las tres especies hortícolas destacando altura 51,63 cm para apio, 22,38 cm en el brócoli y 15,25 cm en coliflor; en número de hojas con 14,25; 8,25 y 8,75 para apio, brócoli y coliflor. Mientras que la concentración 10^4 presento un bajo desarrollo vegetativo para la altura de la planta de 34,18 cm; 14,88 cm y 11,2 cm respectivamente al apio, brócoli y coliflor. Mientras que para el número de hojas se obtuvo 7,25 para apio; 5,75 de brócoli y 5,5 en coliflor.
- El mayor rendimiento se obtuvo en el tratamiento T8 concentración (10^8) de *Trichoderma spp*, nativo en coliflor con un promedio de 4392,5 kg/ha, seguido del T7 concentración (10^8) de *Trichoderma spp*, nativo en brócoli con un promedio de 4330 kg/ha y por último el T9 concentración (10^8) de *Trichoderma spp*, nativo en apio con un valor promedio de 2480 kg/ha.

- El costo beneficio para una hectárea de producción con la aplicación de *Trichoderma spp*, nativo tuvo como resultado que para la concentración (10^8) presenta una ganancia de 5.985,00 dólares para el cultivo de brócoli. De igual manera la coliflor presenta una ganancia de 5.274,80 dólares y finalmente el apio tiene un ingreso de 4.168,70 dólares. Mientras que la concentración 10^4 de *Trichoderma spp*, nativo representa una pérdida de 226,80 dólares en el cultivo de apio.

RECOMENDACIONES

- Es necesario difundir los resultados a los agricultores y productores de la provincia de Cotopaxi promoviendo las ventajas cualitativas y cuantitativas que tiene la aplicación de *Trichoderma spp*, nativo en concentración 10^8 .
- Se recomienda continuar con la investigación, evaluando el comportamiento agronómico con la aplicación de *Trichoderma spp*. nativo a diferentes concentraciones en hortalizas de bulbo o raíz.

13. BIBLIOGRAFIA

- Acosta, J., Martínez, B., Cerdá, A., Ferrández, B., & Núñez, E. (2018). Alimentos de la región de Murcia: Brócoli. *Cátedra UCAM-Santander de Emprendimiento En El Ámbito Agroalimentario*, 10–17. https://www.ucam.edu/sites/default/files/catedras/agro-santander/informe_brocoli_web.pdf
- Alvarado, A., & Huiracocha, M. (2014). *Impacto en los costos de exportación de brócoli por la renuncia de Ecuador a la ley de promoción comercial andina y erradicación de drogas (atpdea) con los Estados Unidos de América*. UNIVERSIDAD DE CUENCA.
- Amores, Á. (2013). *COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE LAS HORTALIZAS DE HOJA CILANTRO (Coriandrum sativum) Y APIO (Apium graveolens) CON DOS FERTILIZANTES ORGÁNICOS EN EL CENTRO EXPERIMENTAL “LA PLAYITA” UTC 2013*. UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAX.
- Andrade, J. (2021). *ANÁLISIS DE SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO PARA BRÓCOLI (Brassica oleraceae) Y APIO (Apium graveolens) EN CENTROS DE DISTRIBUCIÓN DEL CANTÓN AMBATO*. UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO.
- Armijos, J. (2022). *“EFECTO DE CUATRO MULCHS ORGÁNICOS EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO EN EL DESARROLLO DEL CULTIVO DE APIO (Apium graveolens) SALACHE 2022.”* UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI.
- Asela, M., Suárez, S., & Palacio, D. (2014). Efectos de los plaguicidas sobre el ambiente y la salud. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 52(3), 372–387. <http://scielo.sld.cu>
- Avendaño, B., & Schewentesius, R. (2009). *Factores de competitividad en la producción y exportación de hortalizas: el caso del valle de Mexicalli, B.C., México*. *Revista Latinoamericana De Economía*. <https://n9.cl/i7bay>
- Bolsa de Productos. (2021). *COLIFLOR ORGANICA*.
- Carrillos, C. (2002). *EVALUACIÓN DE TRES DENSIDADES Y DOS ARREGLOS*

- ESPACIALES EN PRODUCCIÓN ORGÁNICA HIDROPÓNICA DE APIO* (*Apium graveolens* L.) [UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR]. <http://ri.ues.edu.sv/5757/1/10125814.pdf%0Ahttp://ri.ues.edu.sv/2545/1/16100674.pdf>
- Catota, W., & Ramírez, J. (2020). *EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE BRÓCOLI (Brassica oleracea) Var. Avenger sakata CON DOS ABONOS ORGÁNICOS* [UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI]. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/6265>
- Chang, Y. (1986). Increased growth of plants in the presence of the biological control agent *Trichoderma harzianum*. *Plant Dis*, 70, 175–148.
- Cherlinka, V. (2021). *Agricultura Orgánica: Modelo Sostenible Sin Químicos*. EOS Data Analytics.
- Cotrina, F. (2020). Cultivo de la coliflor. *Ministerio de Agricultura y Pesca*, 21(81), 1–28. https://www.miteco.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1981_21.pdf
- Cuji, Y. (2022). “*ADAPTABILIDAD DE TRECE CULTIVARES DE BRÓCOLI (Brassica oleracea var. Itálica L.) EN EL CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.*” [https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25053/1/tesis 023 Ingeniería Agropecuaria - Benitez Pablo - cd 023.pdf](https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25053/1/tesis%20Ingeniería%20Agropecuaria%20-%20Benitez%20Pablo%20-%20cd%20023.pdf)
- envase online. (2021). *El calibre de las frutas: su importancia antes de la recolección*. Copyright. <https://www.envaseonline.com/faqs>
- España, C. (2015). *AISLAMIENTO, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE Trichoderma spp. COMO PROMOTOR DE CRECIMIENTO VEGETAL EN PASTURAS DE RAYGRASS (Lolium perenne) Y TRÉBOL BLANCO (Trifolium repens) EN LA HACIENDA “LA ALEGRÍA” CANTÓN PEDRO MONCAYO*. <https://doi.org/10.20868/UPM.thesis.39079>
- FAO Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2022). *ORGANIC AGRICULTURE*. ..Fao.Org.
- Fondo Europeo de Desarrollo Regional. (2021). *Historia Coliflor*. Regmurcia Integra Digital. <https://www.regmurcia.com/servlet/s.SI?sit=c,543,m,2714&r=ReP-20373->

DETALLE_REPORTAJESPADRE

- Fueyo, M. (2005). Descripción botánica y ciclo vegetativo. *Tecnología Agroalimentaria*, 2(2), 9–14.
- Fundación Integra. (2021). *Apio. Características*. Integra_digital. https://www.regmurcia.com/servlet/s.SI?sit=c,543,m,2714&r=ReP-20156-DETALLE_REPORTAJESPADRE#:~:text=Entre sus características morfológicas destaca,de ellas brotan las hojas.
- Galeano, M. (2008). EFECTO DE TRICHODERMA HARZIANUM RIFAI (CEPA T-22) SOBRE CULTIVOS HORTÍCOLAS. *Koppert Biological Systems. Finca Labradorcico Del Medio*.
- Gamboa, S. (2022). Cultivo y manejo del Apio (*Apium graveolens*). *UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLANTA*, 1–33. https://www.indec.gob.ar/nivel4_default.asp?id_tema_1=3&id_tema_2=2&id_tema_3=39
- Guamán, L. (2013). "INTRODUCCIÓN Y EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE SEIS HÍBRIDOS DE COLIFLOR (*Brassica oleracea*), CON FINES DE RENTABILIDAD, CANTÓN PILLARO PROVINCIA DEL TUNGURAHUA". UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA.
- Gutiérrez, P. (2017). "PROGRAMACIÓN DE RIEGO PARA LOS HÍBRIDOS DOMADOR Y AVENGER DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea* var. *Itálica*)."[UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO]. <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25106/1/Tesis-155>
Ingeniería Agronómica -CD
473.pdf%0Ahttp://www.scielo.org.co/pdf/acag/v63n1/v63n1a01.pdf
- Gutiérrez, Y. (2016). Elaboración de un dip vegetal a partir de sub - productos de brócoli (*Brassica oleracea* var. *Italica*) y zanahoria (*Daucus carota*), como alternativa para el consumo. In *Universidad Católica De Santiago De Guayaquil*. FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL TEMA.
- HORTALIZAS Y VERDURAS. (2022). *Coliflor*. Eroski Consumer.

<https://verduras.consumer.es/coliflor/introduccion#:~:text=La coliflor es una verdura,de cabeza o la diarrea.>

Huerto en casa. (2023). *Coliflor: origen, características, propiedades, cultivo y más...* <https://huerto-en-casa.com/coliflor/>

INEC. (2010a). Fascículo Provincial Cotopaxi. *Resultados Censo 2010*, 1–8. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Manual-lateral/Resultados-provinciales/cotopaxi.pdf>

INEC. (2010b). POBLACIÓN POR SEXO, SEGÚN PROVINCIA, CANTÓN Y PARROQUIA. In *INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS*. <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/?s=POBLACIÓN+POR+SEXO%2C+SEGÚN+PROVINCIA%2C+PARROQUIA+Y+CANTÓN+DE+EMPADRONAMIENTO>

Infoagro. (2013). *EL CULTIVO DE LA COLIFLOR*. Copyright Infoagro Systems, S.L. <https://www.infoagro.com/hortalizas/coliflor.htm>

Izquierdo, J. J. (2017). Contaminación De Los Suelos Agrícolas Provocados Por El Uso De Los Agroquímicos En La Parroquia San Joaquín [UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA SEDE CUENCA]. In *Universidad Politecnica Salesiana*. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/14712/1/UPS-CT007228.pdf>

Jiménez, E., & Osorio, E. (2019). “*COMPARACIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL COSTO DE LA PRODUCCIÓN DEL BRÓCOLI ENTRE LOS PRODUCTORES DEL BARRIO SAN VICENTE DE LA PARROQUIA PÓALO.*” UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI.

La Vanguardia. (2022). *Brócoli, la superverdura versátil que sirve para un smoothie, un puré o un delicioso plato al horno.* <https://www.lavanguardia.com/comer/materia-prima/20211229/1003/alimentos-brocoli-valor-nutricional-beneficios-propiedades.html#:~:text=Proteínas 4%2C4 g.&text=Grasa Total 0%2C9 g.&text=Carbohidratos 1%2C8 g.&text=Fibra 2%2C6 g.>

Manosalvas, A. (2016). Evaluación de dos abonos orgánicos sobre el rendimiento del cultivo de coliflor (*Brassica oleracea*) en la zona de Mocache.”. In *Universidad Técnica Estatal De Quevedo Facultad Ciencias Agrarias*

Carrera Ingeniería Agronómica.

<https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/3271/1/T-UTEQ-0105.pdf>

Martínez, J., & Quisphe, E. (2011). “*DIAGNÓSTICO DE SITUACIÓN DEL USO DE PESTICIDAS EN LA PRODUCCIÓN HORTÍCOLA EN LAS PARROQUIAS DE IZAMBA Y SAN BUENAVENTURA PERTENECIENTE A LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA Y COTOPAXI 2011*” [UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI UNIDAD].

<http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/6265>

Morales, C. (2022). BIOFORTIFICACIÓN DEL CULTIVO DE APIO (*Apium graveolens*) MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE YODO AGRÍCOLA. In *Universidad Técnica De Ambato*.

Morocho, M. T., & Leiva-Mora, M. (2019). Microorganismos ecientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas. *Centro Agrícola*, 46(2), 93–103. <http://cagricola.uclv.edu.cu>

Mr. Broko. (2018). *origen del brocoli*. Agrícola Santa Eulalia. <https://mrbroko.com/origen-del-brocoli-del-nacimiento-a-la-gloria-culinaria/>

Nachimba, V. (2022). *Adaptabilidad De nueve cultivares de Coliflor (Brassicaoleracea Var. Botrytis L.) en El Cantón Pujilí, Provincia De Cotopaxi* [UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD].

<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/5772/1/Tesis-57>

Ingeniería Agronómica -CD 184.pdf

OMS. (2020, April 30). *Inocuidad de los alimentos*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/food-safety>

Ordás, A. (2021). Coliflor. *Misión Biológica de Calicia (CS/C)*, 28, 21–23. <https://doi.org/10.2307/j.ctv23dxcbm.10>

Organic Life.ec. (2020a). *Apio orgánico – por 1 Kg*.

Organic Life.ec. (2020b). *Brócoli orgánico – por unidad*.

Orús, A. (2022). *Volumen de apio producido al año en España desde 2013 hasta 2022*. <https://es.statista.com/estadisticas/499107/produccion-anual-de-apio-en-espana/>

Páez, O. (2006). *Uso Agrícola del Trichoderma*. Uso Agrícola Del Trichoderma.

Parra, C., & Hidalgo, L. (2018). Evaluación de la aclimatación y rendimiento de 20

- cultivares de brócoli (*Brassica oleracea* L. Var. *Itálica*.), a campo abierto. *Revista Alfa*, 2(5), 117–121. <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v2i5.43>
- Pillajo, M. (2013). “EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO EN POSCOSECHA DEL APIO (*Apium graveolens*), CON TRES ATMÓSFERAS MODIFICADAS Y TRES TEMPERATURAS DE ALMACENAMIENTO EN LA PROVINCIA DE COTOPAXI, 2013.” In *UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI*.
- Pinto, V. (2013). “ Obtención de plántulas de coliflor (*Brassica oleracea* var . *Botrytis*) a través de activadores ecológicos ” [FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS]. In *UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO*. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/7550/1/Tesis-73>
Ingeniería Agronómica -CD 239.pdf
- Rodríguez, P., & Henao, J. (2019). Ficha de índices de madurez de cosecha para aguacate (*Persea americana* Mill. cv. Hass) en el departamento de Antioquia. In *AGROSAVIA*.
- Ruíz, M., Ornelas, J., Olivas, G., Acosta, C., Sepúlveda, D., Pérez, D., Rios, C., Salas, M., & Fernández, S. (2018). Efecto de *Trichoderma* spp. y hongos fitopatógenos sobre el crecimiento vegetal y calidad del fruto de jitomate. *Revista Mexicana de Fitopatología, Mexican Journal of Phytopathology*, 36(3), 444–456. <https://doi.org/10.18781/r.mex.fit.1804-5>
- Samia, A. (2014). APPLICATION OF TRICHODERMA HARZIANUM T22 AS A BIOFERTILIZER POTENTIAL IN MAIZE GROWTH. *Journal of Plant Nutrition*, 37(1), 30–49.
- Sernaque, A., Charcape, J., Mostacero, J., Barrionuevo, R., De La Cruz-Castillo, A., & Correa, V. (2020). Percentage of pregnancies in *Caesalpinia spinosa* “taya” by “t” budding and “wedge” grafting in Tambogrande, Piura – Peru. *Manglar*, 17(1), 89–93. <https://doi.org/10.17268/manglar.2020.014>
- Tarazona. (2021). *LA IMPORTANCIA DE LOS MICROORGANISMOS EN LA AGRICULTURA*. Fertilosofía. <https://www.antoniotarazona.com/blog/agricultura/la-importancia-de-los-microorganismos-en-la-agricultura/>
- Tarin, J., & Segarra, J. (2019). EL CULTIVO DE APIO. *Ministerio de Agricultura*,

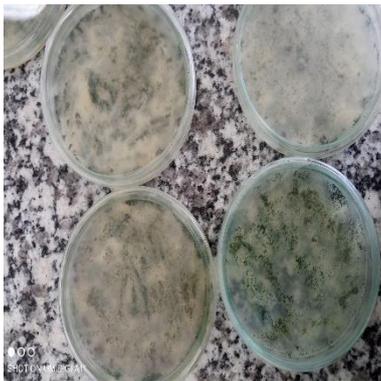
7(75).

- Toapanta, W. (2012). *MEJORAMIENTO DEL VALOR NUTRICIONAL DEL BRÓCOLI (Brassica oleracea var. Itálica) MEDIANTE CONTROLES BIOLÓGICOS (AJÍ, RUDA, ORTIGA)* [UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA]. [http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/5714/1/Toapanta Toasa William.pdf](http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/5714/1/Toapanta%20asa%20William.pdf)
- Toledo, J. (2003). Cultivo del brócoli. *Instituto Nacional de Investigación Agraria*, 1, 59. <https://core.ac.uk/download/pdf/250082239.pdf>
- Universidad Autónoma del Estado de México. (2016). *EL CULTIVO DEL BROCOLI*. Centro Universitario. <https://core.ac.uk/download/pdf/154797151.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](https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/1253/1/INIAP%20bolet%C3%ADn%20divulgativo%20401.pdf)
- Valverde, J. (2018). *El apio aumenta en 5.980 hectáreas en 2019 respecto al año anterior*. Issuu.
- Valverde, Y., Moreno, J., Quijije, K., Castro, A., Merchán, W., & Gabriel, J. (2020). Los bioestimulantes: Una innovación en la agricultura para el cultivo del café (Coffea arábica L). *Journal of the Selva Andina Research Society*, 11(1), 18–28. http://www.scielo.org.bo/pdf/jsars/v11n1/v11n1_a03.pdf
- Vásquez, Y. (2012). ESTUDIO DE ADAPTABILIDAD DE TRES HÍBRIDOS DE COLIFLOR (Brassica oleracea, L) DE COLORES (COLIFLOR SUNSET, COLIFLOR VERDE TREVI Y COLIFLOR GRAFITI), BAJO CONDICIONES ORGÁNICAS DE CULTIVO, EN LA ZONA DE EL QUINCHE –ECUADOR 2011. In *Tesis*. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE QUITO.
- Villacrés, N. (2014). *El uso de Plaguicidas Químicos en el cultivo de Papa (Solanum tuberosum), su relación con Medio Ambiente y la Salud* [UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD]. <https://doi.org/10.56238/cpahjournalv5n1-004>
- Yara. (2023). *Coles y otras Brassicas*. Yarecuador Cia. Ltda. <https://www.yara.com.ec/nutricion-vegetal/brassicas/produccion->

14. ANEXOS

Anexos I:

Reactivación de la cepa de Trichoderma spp. nativo.



Anexos 2:

Implementación del proyecto de investigación



Anexos 3:

Aplicación de las concentraciones de Trichoderma spp.



Anexos 4:*Porcentaje de prendimiento***Anexos 5:***Altura***Anexos 6:***Cosecha*

Anexos 7:

Diámetro polar del brócoli y coliflor.

**Anexos 8:**

Diámetro ecuatorial del brócoli y coliflor.

**Anexos 9:**

Peso de las tres especies hortícolas.



Anexos 11:*Presupuesto.*

Materiales	Cantidad	Unidad	Valor Unitario	Valor Total
MATERIAL DE LABORATORIO				
Agar PDA	1	Frasco	\$ 80,00	\$ 80,00
Alcohol al 96	1	ml	\$ 20,00	\$ 20,00
Cajas Petri de vidrio	20	Unidad	\$ 2,50	\$ 50,00
Cajas Petro de plástico	100	Unidad	\$ 0,30	\$ 30,00
Papel Parafilm	3	Unidad	\$ 2,50	\$ 7,50
Jeringuilla	3	Unidad	\$ 0,25	\$ 0,75
Guantes de látex	6	Unidad	\$ 1,00	\$ 6,00
Papel aluminio	3	Unidad	\$ 3,10	\$ 9,30
Estuche de disección	1	Unidad	\$ 25,00	\$ 25,00
Asas de siembra	6	Unidad	\$ 0,50	\$ 3,00
Pipetas	3	Unidad	\$ 0,35	\$ 1,05
Azúcar	1	lb	\$ 0,45	\$ 0,45
MATERIAL DE CAMPO				
Plántulas de brócoli	150	Plántulas	\$ 0,04	\$ 6,00
Plántulas de coliflor	150	Plántulas	\$ 0,05	\$ 7,50
Plántulas de apio	150	Plántulas	\$ 0,02	\$ 3,00
Bandeja de aluminio	3	Unidad	\$ 1,50	\$ 4,50
Piola	2	Unidad	\$ 1,50	\$ 3,00
Estacas	16	Unidad	\$ 0,25	\$ 4,00
Vasos de plástico	1	Unidad	\$ 0,50	\$ 0,50
Azada	1	Unidad	\$ 15,00	\$ 15,00
Rastrillo	1	Unidad	\$ 10,00	\$ 10,00
Balanza	1	Unidad	\$ 20,00	\$ 20,00
MATERIALES Y SUMINISTROS				
Esferos	2	Unidad	\$ 0,50	\$ 1,00
Carpetas	1	Unidad	\$ 0,75	\$ 0,75
Lápices	2	Unidad	\$ 0,30	\$ 0,60
Cuaderno	1	Unidad	\$ 1,30	\$ 1,30
MATERIAL BIBLIOGRÁFICO Y FOTOCOPIADO				
Impresiones a blanco y negro	120	Unidad	\$ 0,05	\$ 6,00
Impresiones a color	50	Unidad	\$ 0,25	\$ 12,50
Anillado	1	Unidad	\$ 1,25	\$ 1,25
Copias	35	Unidad	\$ 0,02	\$ 0,70
TOTAL				\$ 390,00

Anexos 12:**Aval de Traducción.****CENTRO
DE IDIOMAS****AVAL DE TRADUCCIÓN**

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: **“Evaluación de Tres Concentraciones de Trichoderma Spp, Nativo Como Promotor de Crecimiento en Tres Especies Hortícolas en el Campus Salache – Eloy Alfaro – Latacunga – Cotopaxi 2023”**. presentado por: Lasluisa Toasa Heydee Maribel egresada de la Carrera de: Agronomía, perteneciente a la **Facultad De Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales** lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a la peticionaria hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

Latacunga, agosto del 2023

Atentamente,

**TANIA
ELIZABETH
ALVEAR
JIMENEZ**

Firmado
digitalmente por
TANIA ELIZABETH
ALVEAR JIMENEZ
Fecha: 2023.08.15
19:37:12 -05'00'

**CENTRO
DE IDIOMAS**

Tania Alvear Jiménez
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC
CI: 0503231763