



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

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**Título:**

---

**“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA FÚNGICA  
Y BACTERIANA DEL SUELO EN EL CULTIVO DE TOMATE DE  
ÁRBOL (*Solanum betaceum*) EN DOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN  
CAMPUS SALACHE, 2022”**

---

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de  
Ingeniera Agronómica.

**Autor:**  
Yánez Echeverría Lisbeth Jessenia

**Tutor:**  
Ing. Emerson Javier Jácome Mogro, PhD.

**LATACUNGA – ECUADOR**

**Agosto 2022**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Lisbeth Jessenia Yánez Echeverría, con cédula de ciudadanía No. 1755017165, declaro ser autora del presente proyecto de investigación: “Evaluación de la calidad microbiológica fúngica y bacteriana del suelo en el cultivo de tomate de árbol (*Solanum Betaceum*) en dos sistemas de producción Campus Salache, 2022”, siendo el Ingeniero Ph.D. Jácome Mogro Emerson Javier, 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, 29 de agosto del 2022

Lisbeth Jessenia Yánez Echeverría

Estudiante

CC: 175501716-5

Ing. Emerson Javier Jácome Mogro, Ph.D.

Docente Tutor

CC: 050197470-3

## 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 **YÁNEZ ECHEVERRÍA LISBETH JESSENIA** identificada con cédula de ciudadanía **1755017165** de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, el Ingeniero Ph.D. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

**ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA.** - **LA CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Ingeniería Agronómica, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado: “Evaluación de la calidad microbiológica fúngica y bacteriana del suelo en el cultivo de tomate de árbol (*Solaum Betaceum*) en dos sistemas de producción Campus Salache, 2022”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

### **Historial Académico**

Inicio de la carrera: Abril 2017 - Agosto 2017

Finalización de la carrera: Abril 2022 – Agosto 2022

Aprobación en Consejo Directivo: 3 de junio del 2022

Tutor: Ingeniero Ph.D. Jácome Mogro Emerson

Tema: “Evaluación de la calidad microbiológica fúngica y bacteriana del suelo en el cultivo de tomate de árbol (*Solaum Betaceum*) en dos sistemas de producción Campus Salache, 2022”,

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

**CLÁUSULA TERCERA.** - Por el presente contrato, **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 29 días del mes de agosto del 2022.

Lisbeth Jessenia Yánez Echeverría

Ing. Cristian Tinajero Jiménez, Ph.D.

LA CEDENTE

LA CESIONARIA

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

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

**“EVALUACION DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA FUNGICA Y BACTERIANA DEL SUELO EN EL CULTIVO DE TOMATE DE ÁRBOL (*Solanum betaceum*) EN DOS SISTEMAS DE PRODUCCION EN EL CAMPUS SALACHE, 2022”**, de Yánez Echeverría Lisbeth Jessenia, de la carrera de Ingeniería Agronómica, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 29 de agosto del 2022

Ing. Emerson Javier Jácome Mogro, PhD.

**DOCENTE TUTOR**

CC: 050197470-3

## **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: Yánez Echeverría Lisbeth Jessenia, con el título del Proyecto de Investigación: “EVALUACION DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA FUNGICA Y BACTERIANA DEL SUELO EN EL CULTIVO DE TOMATE DE ÁRBOL (*Solaum betaceum*) EN DOS SISTEMAS DE PRODUCCION EN EL CAMPUS SALACHE, 2022”, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

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

Latacunga, 29 de agosto del 2022

Lector 1 (presidente)

Ing. Carlos Javier Torres Miño, Ph.D.

CC: 050232923-8

Lector 2

Ing. Wilman Paolo Chasi Vizuete, M.Sc

CC: 0286495527

Lector 3

Ing. Edwin Marcelo Chancusig Espín, Ph.D.

CC: 050114883-7

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios y a la vida por haberme permitido culminar y lograr alcanzar de forma satisfactoria mi propósito de finalizar mi trayectoria universitaria llenándome de conocimientos, experiencias y sobre todo momentos inolvidables.

A mis queridos padres y hermana quienes fueron un pilar fundamental en este proceso de formación, ya que me han brindado la oportunidad de estudiar y poder cumplir este objetivo tan anhelado, inspirado en sus palabras de superación y aliento guiándome siempre por el camino correcto.

A la Universidad Técnica De Cotopaxi por abrirme las puertas y escalar los distintos peldaños para la formación de mi vida profesional.

A mi familia por su apoyo incondicional a lo largo de mi vida universitaria con sus consejos y buenos deseos.

A mi tutor el Ing. Emerson Jácome e Ing. Tanny Llanos quienes han sido un apoyo constante e incondicional con sus consejos, enseñanzas, guía y sobre todo mucha paciencia en la elaboración de este proyecto investigativo.

Lisbeth Jessenia Yáñez Echeverría

## **DEDICATORIA**

A mi padre Jorge Yánez y a mi madre Saida Echeverría por el esfuerzo que realizan día a día para brindarme su apoyo y lograr culminar mi carrera profesional, han estado siempre presentes en todos mis logros y fracasos, para guiándome de la mejor manera con su apoyo comprensión y amor para lograr vencer cualquier dificultad y seguir escalando en esta vida de retos y oportunidades.

A mi hermana Alexandra Yánez quien siempre me acompaño en todo momento con su paciencia y alegría, sus risas y enojos, mi compañera de vida quien fue y es una parte fundamental para lograr culminar este objetivo en común que teníamos en mi hogar.

A mi familia paterna y materna por su apoyo y consejos durante mi proceso de formación

A mis abuelos Jorge Yánez Rueda y Manuel Echeverria que desde el cielo guían mis pasos y bendicen mi camino.

Lis.

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

**TÍTULO: “EVALUACION DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA FUNGICA Y BACTERIANA DEL SUELO EN EL CULTIVO DE TOMATE DE ÁRBOL (*Solanum betaceum*) EN DOS SISTEMAS DE PRODUCCION EN EL CAMPUS SALACHE, 2022”.**

**AUTOR:** Yánez Echeverria Lisbeth Jessenia.

**RESUMEN**

El presente proyecto de investigación se llevó a cabo en la terraza de banco N°8 de producción orgánica y en el lote N°5 de producción es convencional ubicado en el Campus Salache, Cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi, la investigación se basa en la recolección de muestras de suelo y distribución de trampas de arroz con diferentes cantidades de melaza, en un intervalo de tiempo de tres semanas con el objetivo de identificar la cantidad de población fúngica y bacteriana presente en el suelo. La metodología del proyecto de investigación fue de forma cualitativa y cuantitativa, debido a que se identificó la población fúngica y bacteriana en el Laboratorio De Microbiología de la Facultad de CAREN de Universidad Técnica Cotopaxi, se determinó la población microbiológica a través de medios de cultivo como: PDA (Potato Dextrose Agar) para la multiplicación de hongos y PCA (Agar Plate Count) para la multiplicación de bacterias. Donde se realizó el conteo de UFC\*gr-3 de suelo por cada grupo mencionado, y a la par se estableció el análisis Físico - Químico del suelo analizado en el Departamento de Suelos, Plantas y Aguas (INIAP). Además, se planteó un diseño completamente al azar (DCA) con un arreglo factorial de A\*B con 2 repeticiones y 4 tratamientos, dando como resultado 64 unidades experimentales. Se evaluó la población fúngica y bacteriana en los dos sistemas de producción, en donde se determinó que el mejor resultado se obtuvo en el sistema de producción orgánico con un sustrato de arroz + 6ml de melaza con una cantidad de 20,50 UFC en población fúngica y 21,91 UFC en población bacteriana, en cuanto al sistema de producción convencional se obtuvo mejores resultados con el sustrato de arroz + 4ml de melaza, en una cantidad de 16,82 UFC en la población fúngica y 18,95 UFC en la población bacteriana, en las muestras de sustrato se pudo identificar los siguientes hongos: *Trichoderma* spp, *Beauveria* spp, *Rhizopus* spp, *Metarhizium* spp; y bacterias gran positivas y gran negativas.

**Palabras clave:** Población fúngica. Población bacteriana, Orgánico, Convencional.

**TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI**  
**FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCE AND NATURAL RESOURCES**

**THEME: "SOIL FUNGIC AND BACTERIAL MICROBIOLOGICAL QUALITY ASSESSMENT IN TREE TOMATOES (*Solanum betaceum*) CROP INTO TWO PRODUCTION SYSTEMS IN THE CAMPUS SALACHE, 2022".**

**AUTHOR:** Yánez Echeverria Lisbeth Jessenia.

**ABSTRACT**

The current research project was performed on the bank terrace No. 8 organic production and on lot No 5 conventional production located in the Salache Campus, Latacunga Canton, Cotopaxi province, the research is based on the soil samples collection and rice traps distribution with different molasses amounts, in a three weeks' time interval with the aim at identifying the fungal and bacterial amount present in the soil. The research project methodology was qualitative and quantitative, because that it was identified the fungal and bacterial population in the Microbiology Laboratory of CAREN Faculty from Cotopaxi Technical University, it was determined the microbiological population, through culture media, such as: PDA (Potato Dextrose Agar) for the fungi multiplication and PCA (Plate Count Agar), for the bacteria multiplication. Where it was performed the soil CFU gr-3 count for mentioned each group, and at the same time, it was established the soil Physical-Chemical analysis analyzed in the Soils, Plants and Waters (INIAP) Department Furthermore, it was proposed a completely randomized design (DCA) with a A\*B factorial arrangement with 2 repetitions and 4 treatments, resulting into 64 experimental units. It was assessed the fungal and bacterial population in the two production systems, where it was determined, what the got best result in the organic production system with a molasses rice substrate + 6ml with an 20.50 CFU amount into fungal population, and 21.91 CFU in the bacteria population, regarding, to the conventional production system, it was got better results with the molasses rice substrate + 4ml, in a 16.82 CFU amount in the fungal population and 18 95 CFU in the population bacterial, it could be identified in the substrate samples, the following fungi: Trichoderma spp, Beauveria spp, Rhizopus spp, Metarhizium spp, and gram positive and gram negative bacteria.

**Keywords:** Fungal population. Bacterial population, Organic, Conventional.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	ii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	v
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	vi
AGRADECIMIENTO .....	vii
DEDICATORIA.....	viii
RESUMEN .....	ix
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xvi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xvii
1. INFORMACIÓN GENERAL .....	1
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	3
4. BENEFICIARIOS.....	4
4.1. Beneficiarios directos:.....	4
4.2. Beneficiarios indirectos:.....	4
5. PROBLEMATICA DE INVESTIGACIÓN.....	5
6. OBJETIVOS.....	6
6.1. Objetivos General.....	6
6.2. Objetivos Especifico.....	6
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PROPUESTOS.....	6
8. FUNFAMENTACIÓN TEORICA.....	8
8.1. Origen.....	8
8.2. Tomate de Árbol en el Ecuador.....	8
8.3. Descripción taxonómica.....	8

8.4. Suelo.....	9
8.5. Producción agrícola.....	9
8.6. Sistema Agroecológico.....	9
8.7. Sistema Convencional.....	9
8.8. Calidad microbiológica.....	10
8.9. Microbiología del suelo.....	10
8.10. Funciones importantes de los microorganismos en el sector agrícola.....	10
8.11. Servicios que proveen los microorganismos.....	10
8.12. ¿Qué son hongos?.....	11
8.12.1 Trichoderma spp.....	11
8.12.2. Generalidades.....	11
8.12.3. Fisiología.....	12
8.12.4. Morfología.....	12
8.12.5. Mecanismo de acción.....	12
8.12.6. Hábitat.....	12
8.13. Beauveria spp.....	13
8.13.1. Taxonomía.....	13
8.13.2. Generalidades.....	13
8.13.3. Morfología.....	13
8.13.4. Mecanismo de acción.....	13
8.13.5. Hábitat.....	14
8.14. Rhizopus spp.....	14
8.14.1. Taxonomía.....	14
8.14.2. Generalidades.....	14
8.14.3. Fisiología.....	15
8.14.4. Morfología.....	15
8.14.5. Hábitat.....	15

8.15. <i>Metarhizium</i> spp .....	15
8.15.1. Taxonomía.....	15
8.15.2. Generalidades.....	16
8.15.3. Fisiología.....	16
8.15.4. Morfología.....	16
8.16. ¿Qué son Bacterias?.....	16
8.17. Clasificación de bacterias.....	17
8.18. Tinción de gram.....	17
8.19. Bacterias gram positivas.....	17
8.20. Bacterias gram negativas.....	17
8.21. Captura de microorganismos.....	18
8.22. Sustrato para la captura de microorganismos.....	18
8.22.1. Arroz.....	18
8.22.2. Melaza.....	18
8.23. Medios de cultivos.....	19
8.24. ¿Qué es PDA?.....	19
8.25. ¿Qué es PCA?.....	19
8.26. Muestreo de suelos.....	19
8.27. Formas de muestreo usadas.....	19
8.28. ¿Qué es el recuento microbiano poblacional mediante medio de cultivo?.....	20
8.29. ¿Qué es población fúngica?.....	20
8.30. ¿Qué es propágulo? .....	20
9. PREGUNTA CIENTÍFICA.....	20
10. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	20
10.1. Ubicación del ensayo.....	20
10.2. Materiales y equipos.....	21
10.3. Tipos de investigación.....	22

10. 3.1. Experimental.....	22
10.4. Enfoques.....	22
10.4.1. Cuantitativo.....	22
10.4.2. Cualitativo.....	22
10.5 Sitios de Muestreo.....	22
10.6 Modalidad.....	22
10.6.1. De campo.....	22
10.6.2. Experimental.....	23
10.6.3. Bibliográfico - documental.....	23
10.7. Análisis funcional:.....	23
10.8. Factores en estudio.....	23
10.8.1. Variable Independiente.....	23
10.8.2. Variable Dependiente.....	23
10.9. Diseño experimental.....	23
10.10. Tratamientos:.....	24
10.11. Manejo del proyecto investigativos.....	24
10.11.1. Fases del ensayo.....	24
11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	27
11.1. Análisis de resultados físico-químicos del suelo analizado en el Departamento de Suelos, Plantas y Aguas (INIAP) de las dos localidades.....	27
11.2. Caracterización los microorganismos a nivel de hongos y bacterias que se encuentran el suelo de los sistemas de producción.....	29
11.2.1. Hongos.....	29
11.2.3. Baterías.....	33
11.3. Identificación de la cantidad de los componentes microbiológicos del suelo de dos sistemas de producción de tomate de árbol.....	35
11.3.1 Población de hongos (10-3) en medio de cultivo de PDA.....	35
11.3.2. Población de hongos (10-3) en medio de cultivo de PCA.....	38

12.	IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICO.)	42
12.1.	Impacto Técnico	42
12.2.	Impacto Social.	43
12.3	Impacto Ambiental.	43
13.	PRESUPUESTO	44
14.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	45
15.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	47
16.	ANEXOS	53
16.1	Anexos 1: Fotografías del manejo del ensayo	53
16.2	Anexo: Análisis físico-químico del sistema orgánico.	56
16.3	anexo: Análisis físico-químico del sistema convencional.	57
	Anexo No. 4. Aval del Traductor	58

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b>	Cronograma De Actividades.....	6
<b>Tabla 2.</b>	Taxonomía del <i>Trichoderma</i> Spp.....	11
<b>Tabla 3.</b>	Taxonomía de <i>Beauveria</i> spp.....	13
<b>Tabla 4.</b>	Taxonomía de <i>Rhizopus</i> spp.....	14
<b>Tabla 5.</b>	Taxonomía de <i>Metarhizium</i> spp.....	15
<b>Tabla 6.</b>	Ubicación geográfica.....	21
<b>Tabla 7.</b>	Materiales y Equipos.....	21
<b>Tabla 8.</b>	ADEVA del proyecto investigativo .....	24
<b>Tabla 9.</b>	Tratamientos de las localidades.....	24
<b>Tabla 10.</b>	Análisis de resultados físico-químicos del suelo.....	27
<b>Tabla 11.</b>	<b>Tabla:</b> Resultados del análisis de varianza para población de hongos (10 – 3) en medio de cultivo PDA. ....	35
<b>Tabla 12.</b>	Prueba de Tukey a 5% para población de hongos (10 – 3) en medio de cultivo PDA en las localidades. ....	35
<b>Tabla 13.</b>	Prueba de Tukey a 5% para población de hongos (10 – 3) en medio de cultivo PDA en el sustrato en los sistemas de producción. ....	36
<b>Tabla 14.</b>	Prueba de Tukey a 5% para población de hongos (10 – 3) en medio de cultivo PDA interacción entre sistemas de producción-sustratos.....	37
<b>Tabla 15.</b>	Resultados del análisis de varianza para población de bacterias (10 – 3) en medio de cultivo PCA. ....	38
<b>Tabla 16.</b>	<b>Tabla:</b> Prueba de Tukey a 5% para población de bacterias (10 – 3) en medio de cultivo PCA en los diferentes sistemas de producción.....	39
<b>Tabla 17.</b>	Prueba de Tukey a 5% para población de bacterias (10 – 3) en medio de cultivo PCA de sustratos.....	40
<b>Tabla 18.</b>	Prueba de Tukey a 5% para población de bacterias (10 – 3) en medio de cultivo PCA interacción de sistema de producción-sustrato. ....	41
<b>Tabla 19.</b>	Presupuesto de materiales de laboratorio. ....	44

<b>Tabla 20.</b>	Presupuestos materiales en generales .....	44
<b>Tabla 21.</b>	Presupuesto total.....	44

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	Ubicación geográfica.....	21
<b>Figura 2.</b>	Comparación de análisis de suelo.....	28
<b>Figura 3.</b>	Identificación microscópica de <i>Trichoderma spp.</i> .....	30
<b>Figura 4.</b>	Identificación macroscópica de <i>Trichoderma spp.</i> .....	30
<b>Figura 5.</b>	Identificación microscópica de <i>Beauveria spp.</i> .....	31
<b>Figura 6.</b>	Identificación macroscópica de <i>Beauveria spp.</i> .....	31
<b>Figura 7.</b>	Identificación microscópica de <i>Metarhizium spp.</i> .....	32
<b>Figura 8.</b>	Identificación macroscópica de <i>Metarhizium spp.</i> .....	32
<b>Figura 9.</b>	Identificación microscópica de <i>Rhizopus spp.</i> .....	33
<b>Figura 10.</b>	Identificación macroscópica de <i>Rhizopus spp.</i> .....	33
<b>Figura 11.</b>	Identificación microscópica de bacterias gram positivas .....	33
<b>Figura 12.</b>	Identificación macroscópica de bacterias gram positivas .....	33
<b>Figura 13.</b>	Identificación microscópica de bacterias gram negativas .....	34
<b>Figura 14.</b>	Identificación microscópica de bacterias gram negativas .....	34
<b>Figura 15.</b>	Población de hongos ( <b>10 – 3</b> ) en medio de cultivo de PDA en los sistemas de producción. 36	
<b>Figura 16.</b>	Población de hongos ( <b>10 – 3</b> ) en medio de cultivo de PDA en el sustrato de los dos sistemas de producción. ....	37
<b>Figura 17.</b>	Población de hongos ( <b>10 – 3</b> ) en medio de cultivo de PDA en la interacción sistemas de producción-sustrato. ....	38
<b>Figura 18.</b>	Población de bacterias ( <b>10 – 3</b> ) en medio de cultivo de PCA en el suelo de los dos sistemas de producción. ....	40
<b>Figura 19.</b>	Población de bacterias ( <b>10 – 3</b> ) en medio de cultivo de PCA en el suelo de las dos localidades.....	41

<b>Figura 20.</b>	Población de bacterias ( <b>10 – 3</b> ) en medio de cultivo de PCA en la interacción de sistema de producción-sustrato.....	42
<b>Figura 21.</b>	Ejecución de trampas de arroz.....	53
<b>Figura 22.</b>	Colocación de trampas.....	53
<b>Figura 23.</b>	Capturas de microorganismos. ....	53
<b>Figura 24.</b>	Separación de las muestras por colores. ....	53
<b>Figura 25.</b>	Aislación y etiquetado de las muestras.....	54
<b>Figura 26.</b>	Recolección de muestras de suelo y análisis de suelo. ....	54
<b>Figura 27.</b>	Clasificación y pesaje del suelo.....	54
<b>Figura 28.</b>	Disolución madre.....	54
<b>Figura 29.</b>	Disoluciones de suelo a la $10 - 3$ .....	54
<b>Figura 30.</b>	Siembra de suelo en PCA y PDA. ....	54
<b>Figura 31.</b>	Almacenamiento de 24 y 48 horas en la estufa. ....	55
<b>Figura 32.</b>	Conteo de UFC. ....	55
<b>Figura 33.</b>	Identificación en el microscopio de hongos. ....	55
<b>Figura 34.</b>	Identificación macroscópica. ....	55
<b>Figura 35.</b>	Tinción de bacterias.....	55
<b>Figura 36.</b>	Identificación de bacterias gran positivas y negativas.....	55

## 1. INFORMACIÓN GENERAL

**Título del proyecto:**

“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA FÚNGICA Y BACTERIANA DEL SUELO EN EL CULTIVO DE TOMATE DE ÁRBOL (*Solanum betaceum*.) EN DOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN CAMPUS SALACHE, 2022.”

**Fecha de inicio:**

Abril 2022

**Fecha de finalización:**

Agosto 2022

**Lugar de ejecución:**

Facultad CAREN- Sector Salache- Cantón Latacunga- Provincia de Cotopaxi

**Unidad académica que auspicia:**

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

**Carrera que auspicia:**

Carrera de Agronomía

**Proyecto de investigación vinculado:**

Bioinsumos

**Equipo de Trabajo:**

Tutor: Ing. Emerson Javier Jácome Mogro, Ph.D.

Autora: Lisbeth Jessenia Yáñez Echeverría.

Lector 1: Ing. Carlos Javier Torres Miño, Ph.D.

Lector 2: Ing. Wilman Paolo Chasi Vizúete, M.Sc

Lector 3: Ing. Edwin Marcelo Chancusig Espín, Ph.D.

**Área de conocimiento:**

Agricultura- Agricultura, Silvicultura y Pesca – Agricultura

**Líneas de investigación:**

Análisis, conservación y aprovechamiento de la agro biodiversidad local.

**Sub líneas de investigación de la carrera:** Caracterización de la biodiversidad.

## **2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.**

El presente proyecto de investigación, “EVALUACIÓN DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA FÚNGICA Y BACTERIANA DEL SUELO EN EL CULTIVO DE TOMATE DE ÁRBOL (*Solanum Betaceum.*) EN DOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN.” se llevó a cabo en la terraza de banco N°8 de producción orgánica y en el lote N°5 de producción convencional del Campus Salache, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi, la investigación se basa en la recolección de muestras de suelo y distribución de trampas de arroz con diferentes cantidades de melaza, en un intervalo de tiempo de tres semanas, a una profundidad de 30cm. Para realizar una comparación de la calidad microbiológica del suelo en los diferentes sistemas de producción.

La metodología de este proyecto de investigación fue de forma cualitativa y cuantitativa. Además, se planteó un de diseño completamente al azar (DCA) con un arreglo factorial de A\*B con 2 repeticiones y 4 tratamientos, dando como resultado 64 unidades experimentales, debido a que se identificó la población fúngica y bacteriana en el Laboratorio De Microbiología de la Facultad de CAREN de Universidad Técnica Cotopaxi, se determinó la población microbiológica a través de medios de cultivo como: PDA (Potato Dextrose Agar) para la multiplicación de hongos y PCA (Agar Plate Count) para la multiplicación de bacterias. Donde se realizó el conteo de colonias y UFC\*gr-3 de suelo por cada grupo mencionado, y a la par se estableció el análisis Físico - Químico del suelo analizado en el Departamento de Suelos, Plantas y Aguas (INIAP) de los dos sistemas de producción.

### **3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.**

Los suelos se consideran espacios heterogéneos definidos por sus propiedades físicas, químicas y biológicas, y en condiciones naturales tienden a establecer un equilibrio dinámico entre sus diferentes propiedades, creando así las condiciones adecuadas para los diversos organismos que transforman y descomponen el sustrato. En general, se considera que el microbiota del suelo está compuesto principalmente por bacterias y hongos y desempeña un papel importante en la fertilidad del suelo, el ciclo de nutrientes, la evolución, la estructura y la protección. (Vega N. et al., 2015)

Los microorganismos en los sistemas garantizan la sostenibilidad, contribuyendo a optimizar la calidad y la salud del suelo, limitar el aporte de nutrientes e incrementar los rendimientos. La actividad microbiana de la rizosfera es, en gran medida, responsable del funcionamiento del ecosistema y de la fertilidad de los suelos. La actividad microbiana se desarrolla en función de factores intrínsecos y extrínsecos al sistema suelo, por lo cual constituye un indicador de la dinámica del suelo y de la salud del recurso, pues una buena actividad microbiana puede ser el reflejo de óptimas condiciones físicas y químicas que permitan el desarrollo de los procesos metabólicos de bacterias, hongos. (Panamá et al., 2020)

La sostenibilidad agrícola ha cobrado especial interés en los últimos años, ya que este tipo de manejo de los agroecosistemas repercute en beneficios para el hombre, así como para el balance ecológico y agroecológico. Sin embargo, para fortalecer los sistemas agrícolas sostenibles se requiere del conocimiento fundamental de los diversos componentes que lo integran y que pueden ser determinantes en la funcionalidad de los mismos. (Ferrera Cerrato, R. et al., 2001.)

#### **4. BENEFICIARIOS.**

Como beneficiarios del presente proyecto investigativo van a ser los diferentes usuarios tales como estudiantes y profesionales que requieran de esta información en sus diferentes niveles de conocimientos. Por este motivo tenemos dos tipos de beneficiarios.

##### **4.1. Beneficiarios directos:**

Los estudiantes y docentes de la Universidad Técnica De Cotopaxi, así también las diferentes personas con sus distintos niveles de conocimiento e interés que tomen por el tema: pequeños, medianos y grandes agricultores, investigadores que quieran seguir con el proyecto.

##### **4.2. Beneficiarios indirectos:**

Los profesionales de la carrera de Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica de Cotopaxi en conjunto con la Coordinación de Investigación. Todos los estudiantes de los diferentes niveles académicos de la Carrera de Ingeniería Agronómica serán beneficiados con el aporte de esta investigación.

## **5. PROBLEMATICA DE INVESTIGACIÓN.**

En estos últimos 50 años la tecnificación de las prácticas agrícolas ha estado en un contante incremento en cuanto a la producción de alimentos en el mundo se refiere, pero también se sabe que existe un aumento excesivo en la aplicación de fertilizantes, insumos costos, plaguicidas, maquinaria agrícola, monocultivos causando así la perdida de microorganismos presentes en el suelo, erosión del suelo, desertificación, contaminación ambiental. (Laurin, M., Llosá, M. J., González, V., Porcuna, J. L., & CAPA, S. V. 2006).

Según los datos de Faostat se pudo observar que en Ecuador el uso de los fertilizantes nitrogenados a obtenido un aumento muy evidente ya que en el 2000 su total era de 71,600 toneladas y al 2020 aumento a 208,212.58 toneladas, a su vez se encontró una disminución en el uso de tierras agrícolas ya que en el 2000 la cantidad era de 8,066 ha y al 2020 disminuyó a 5,420 ha observado así que son cifras alarmantes en la producción. Según (Intriago Mendoza, 2019), el uso de la maquinaria agrícola se evidencio que el 7% de la población agrícola emplea este tipo de tecnología a motor

La FAO en 1979, definió la degradación del suelo como aquel proceso que disminuye su capacidad real y/o potencial para producir alimentos agrícolas. La degradación de los suelos se da por varios factores tales como: la práctica de la agricultura convencional, la utilización excesiva, sin una guía técnica sobre el uso y aplicación de agroquímicos, lo cual ha provocado en el Ecuador, en particular en las zonas rurales, que los suelos se vuelvan improductivos y estériles. El incremento de la presencia y resistencia de plagas y enfermedades ha llevado a la aplicación de pesticidas cada vez en mayores dosis y con menores rangos de frecuencias. (José & Guerrón Villacís, 2015)

Los microorganismos más abundantes en el suelo son las bacterias, aunque los hongos por tener un mayor tamaño representan un 70% de la biomasa afirmando así que en cada gramo de suelo se pueden encontrar más de 10,000 especies diferentes de microorganismos, muchos de ellos desconocidos ya que no pueden ser cultivados, es por este motivo que se realizó una cuantificación en cada sistema

de producción de tomate de árbol para determinar en cual localidad se encuentran mayor cantidad de vida microbiana en diferentes medios de cultivos y capturas de microorganismos. (Osorio-Vega, N. W. 2009).

## 6. OBJETIVOS.

### 6.1. Objetivos General.

Evaluar de la calidad microbiológica fúngica y bacteriana del suelo en el cultivo de tomate de árbol (*Solaum betaceum.*) en dos sistemas de producción.

### 6.2. Objetivos Especifico.

- Determinar la mejor concentración para la captura de la población fúngica y bacteriana.
- Identificar los microorganismos a nivel de bacterias y hongos que se encuentran el suelo de los sistemas de producción.
- Cuantificar la presencia de microorganismos en el suelo de los sistemas de producción.
- Observar los resultados de los análisis de suelo Físico - Químico del suelo realizado en el Departamento de Suelos, Plantas y Aguas (INIAP) de los sistemas de producción.

## 7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PROPUESTOS.

**Tabla 1.** Cronograma De Actividades.

<b>Objetivos específicos</b>	<b>Actividad (tareas)</b>	<b>Resultado de la actividad</b>	<b>Medio de verificación</b>
Determinar la mejor dosis para la captura de la población fúngica y bacteriana.	<b>ACTIVIDAD</b> Ubicación de los sistemas en las que se va a desarrollar el ensayo.	Ubicación de las trampas para la captura de microorganismos en las localidades.	Fotos Cuaderno de campo.

	<p>Elaboración del sustrato empleado para la recolección.</p> <p>Distribución y recubrimiento las muestras en los sistemas de producción.</p>		
Identificar los microorganismos a nivel de bacterias y hongos que se encuentran el suelo de los sistemas de producción.	<p><b>ACTIVIDAD.</b> Recolección de las muestras de campo.</p> <p>Elaboración de los medios de cultivo. Separación de las muestras por colores. Aislamiento en cajas Petri.</p> <p>Observación e identificación de los microorganismos en microscopio.</p>	Identificación de los microorganismos encontrados.	<p>Fotografías.</p> <p>Placas aisladas.</p>
Cuantificar la presencia de microorganismos en el suelo de los sistemas de producción.	<p><b>ACTIVIDAD</b> Muestreo de suelo en los dos sistemas. Elaboración de medios de cultivo.</p> <p>Pesaje en gramos y disoluciones de suelo en mililitros.</p> <p>Aislación de las disoluciones en cajas Petri.</p> <p>Conteo de las unidades formadoras de colonias.</p>	<p>Disolución de las muestras de suelo y aislamiento de placas por 24 y 48 horas.</p> <p>Obtener datos comparativos de la calidad microbiana fúngica y bacteriana de las dos localidades</p>	<p>Placas aisladas.</p> <p>Fotografías.</p> <p>Tablas de conteo.</p> <p>infostat.</p>
Observar los resultados de los análisis de suelo Físico - Químico del suelo realizado en el Departamento	<p><b>ACTIVIDAD</b> Recolección de muestra de suelo a lo largo de los sistemas de producción.</p>	Comparar los análisis físico-químicos del suelo de los sistemas de producción.	Resultados del análisis de suelo.

de Suelos, Plantas y Aguas (INIAP) de los sistemas de producción.	Enviar a analizar el suelo.		
---	-----------------------------	--	--

**Elaborado por:** Yánez Echeverría Lisbeth Jessenia.

## 8. FUNFAMENTACIÓN TEORICA.

### 8.1. Origen.

El tomate de árbol (*Solanum betaceum*) es una especie de origen andino que fue domesticada y cultivada desde los inicios del descubrimiento de América. Es una planta frutal semi-perenne, su producción inicia en el primer año después de ser plantado y se extiende hasta los dos años dependiendo de la altura de la zona el periodo se puede prolongar un poco más. Posee una gran adaptabilidad y un buen desarrollo en las zonas andinas de Ecuador y Colombia con altitudes de 1000-3000m, así como entre 300 y 900 m en Puerto Rico, de 300 a 2200 m en la India y, 1800 m en Haití. (Feicán-Mejía, C.G.; Encalada-Alvarado, C.R., et al., 2016)

### 8.2. Tomate de Árbol en el Ecuador.

En el Ecuador el tomate de árbol posee una superficie de 5000 ha de producción y están distribuidas en los valles interandinos de las siguientes provincias: Carchi, Pichincha, Cotopaxi, Cañar, Azuay y Loja con un promedio rendimiento de 60 a 80 t/ha/año. En Ecuador se cultiva a una altura de 2000 a 2800m, con una media de temperatura entre 13 y 24°. (Buono, S.; Aguirre, C.M., et al., 2018)

### 8.3. Descripción taxonómica.

Según (INIAP-Estación Experimental Santa Catalina, 2004.) la clasificación taxonómica es la siguiente:

<b>Reino:</b>	Vegetal
<b>División:</b>	Fanerógamas
<b>Subdivisión:</b>	Angiospermas

<b>Clase:</b>	Dicotiledóneas
<b>Subclase:</b>	Metaclamideas
<b>Orden:</b>	Tubiflorales
<b>Familia:</b>	Solanaceae
<b>Género:</b>	Solanum
<b>Especie:</b>	<i>Solanum betaceaum</i>

#### **8.4. Suelo.**

El suelo es un recurso de vital importancia ya que se desarrollan los ámbitos económico-social y es el soporte físico y químico de los ecosistemas terrestres. (González-Cueto, O., Iglesias Coronel, C.E. et al., 2009)

#### **8.5. Producción agrícola.**

Este indicador permite comprender aquellos conocimientos que se utilizan en las prácticas agrícolas. Hace referencia a los tipos de producción y los beneficios que se pueden obtener con las actividades planificadas y controladas por las personas que la realizan, que entienden los ciclos de la naturaleza y factores climáticos. (Vargas-Cuevas, J.A., 2017)

#### **8.6. Sistema Agroecológico.**

La agricultura agroecológica es un sistema de producción libre de residuos de productos agroquímicos. Estudia los procesos ecológicos, posee técnicas y enfoques novedosos en beneficio de la agricultura. Además, analiza la interacción de la flora y fauna. (Botero, L., & de la Ossa, J. et al., 2010)

#### **8.7. Sistema Convencional.**

La agricultura convencional se caracteriza por el uso de la maquinaria agrícola, productos químicos para el control de plagas y enfermedades, fertilizantes, semillas mejoradas. Se desarrollo con la llegada de la revolución verde mostrando que no es funcional para el medio ambiente ya que puede causar la contaminación de aguas, erosión de suelos y perdida de la vida microbiana. (Clavijo-Ponce, N.L. 2013)

### **8.8. Calidad microbiológica.**

La calidad microbiológica se utiliza como una herramienta de valoración en diversos espacios tales como: suelo, aire, agua, de esta manera los microorganismos son usados como indicadores del estado del ambiente. Un ecosistema saludable para las futuras generaciones y demanda de producción sostenible de alimentos frente a un escenario en donde se busca nuevas alternativas. (Yegres & Araujo, 2015)

### **8.9. Microbiología del suelo.**

Los microorganismos del suelo cumplen una función muy importante ya que están presentes en los procesos del suelo, de tal manera que realizan actividades específicas. (Yegres & Araujo, 2015)

### **8.10. Funciones importantes de los microorganismos en el sector agrícola.**

Los microorganismos descomponen los compuestos orgánicos complejos tales como los cadáveres de animales, plantas muertas y desechos de los alimentos, haciéndolos fácilmente absorbibles por las plantas.

Se pueden crear compuestos tales como sustancias antibióticas, enzimas y ácido láctico que pueden suprimir varias enfermedades y promover las condiciones saludables del suelo. (Álvaro, 2019)

### **8.11. Servicios que proveen los microorganismos.**

- Descomposición y mineralización de desechos orgánicos.
- Regulación de los ciclos biogeoquímicos (nitrógeno, fósforo, azufre, etc.)
- Retención y liberación de nutrientes para las plantas.
- Generación, mantenimiento y renovación del suelo.
- Regulación atmosférica de gases traza (producción y consumo: CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, etc)
- Control de plagas agrícolas.
- Mantenimiento de la productividad primaria de los ecosistemas y agroecosistemas. (Montaño, N., Sandoval, A., et al., 2010)

## 8.12. ¿Qué son hongos?

Los hongos son los organismos que aportan al suelo la mayor parte de biomasa ya que poseen una gran cantidad y tamaño. Además, son los principales agentes de descomposición en ambientes ácidos. Pueden ser diferenciador con mayor efectividad en base a su morfología. Los hongos en el medio de cultivo suele ser el micelio incoloro y las esporas coloreadas. Estos microorganismos por ser heterótrofos dependen de la disponibilidad y presencia de sustratos carbonados oxidables. (Benintende, S., Sanchez, C. 2005)

### 8.12.1 Trichoderma spp.

#### Taxonomía.

Las especies de hongos que pertenecen el género trichoderma spp has sido plenamente caracterizadas por tener aplicaciones en el ámbito agrícola en el control de plagas. La taxonomía está establecida sobre características morfológicas. (Danay Infante, et al., 2009.)

**Tabla 2.** Taxonomía del Trichoderma Spp.

<b>Reino:</b>	Fungí
<b>División:</b>	Ascomycota
<b>Clase:</b>	Sordariomycetes
<b>Orden:</b>	Hypocreales
<b>Familia:</b>	Hypocreaceae
<b>Género:</b>	Trichoderma
<b>Especie:</b>	Spp
<b>Nombre científico;</b>	<i>Trichoderma spp.</i>

**Fuente:** Rifai, 1969

### 8.12.2. Generalidades.

Las especies del género trichoderma son los hongos antagonistas más utilizados para el control de enfermedades generadas por hongos, ya que su aislamiento y reproducción son de rápido crecimiento y desarrollo en un gran número de sustratos. (Umaña-Castro et al., 2018)

### **8.12.3. Fisiología.**

Trichoderma es un hongo aeróbico, capaz de resistir un amplio intervalo de temperatura, por ejemplo: aislaron una cepa en Alaska con un crecimiento a una temperatura de 4°C y tolero hasta 33 °C. la temperatura optima es de 30°C. Esta especie no es exigente con la relación de pH del sustrato; pueden crecer en pH desde 5,5 a 8,5 aunque los valores óptimos son entre 5,5 y 6,5. El desarrollo de la trichoderma se activa con una humedad 60% optimo a la capacidad de suelo. (Martínez, B., et al.,2015)

### **8.12.4. Morfología.**

Las colonias los aislamientos presentan un rápido crecimiento. Rifai en 1969 señalo que es de color blanco y se tornan a solo verde oscuro con una abundante esporulación. En el medio de cultivo (PDA) este hongo o presenta micelio aéreo y su pigmentación puede variar de verde oscuro a verde claro y en algunas ocasiones son de color amarillo. En su crecimiento y desarrollo generan hifas de 5-10 $\mu$ m de ancho. (Danay Infante, et al., 2009)

### **8.12.5. Mecanismo de acción.**

En la acción bio-controladora. Los principales mecanismos de acción son la competencia por espacio y nutrientes, el micro-parasitismo y la antibiosis; estos mecanismos se ven favorecidos por la habilidad de los trichoderma para colonizar la rizosfera de las plantas.(Danay Infante, et al., 2009)

### **8.12.6. Hábitat.**

Esta especie fúngica se encuentra distribuido por todo el mundo y se presenta de forma natural en diferentes ecosistemas, especialmente donde se encuentra materia orgánica o desechos vegetales en descomposición. Posee la capacidad de adaptación a diversas condiciones medioambientales. (Martínez, B., et al., 2015)

### 8.13. *Beauveria* spp

#### 8.13.1. Taxonomía.

Se ha comprobado que existe una gran diversidad de cepas en esta especie a continuación la taxonomía. (Tamez-Guerra, P.,2012.)

**Tabla 3.** Taxonomía de *Beauveria* spp.

<b>Reino:</b>	Fungí
<b>División:</b>	Ascomycota
<b>Clase:</b>	Sordariomycetes
<b>Orden:</b>	Hypocreales
<b>Familia:</b>	Cordycipitaceae
<b>Género:</b>	Cordyceps
<b>Especie:</b>	<i>Beauveria bassiana.</i>

**Fuente:** <https://www.uniprot.org/taxonomy/475271>

#### 8.13.2. Generalidades.

*Beauveria bassiana* es un hongo entomopatógeno más usados en el control de insectos a nivel mundial en la industria agrícola y forestal. La razón para esta preferencia reside en su amplio rango de acción correspondiente a cerca de 750 especies de insectos al alto grado de conocimiento a nivel molecular de la interacción hospedero-patógeno. (URIBE, D., KHACHATOURIANS, G., 2007.)

#### 8.13.3. Morfología.

Se reproduce a través de conidios. Estas células conidiales poseen una forma globosa y sub globosa de 2 a 3 x 2.0 a 2,5 micras y tienen un cuello corto. La estructura se observa como un polvo blanco sobre el hospedero cuando cubre totalmente su presa. En presencia de materia orgánica los conidios formas una red micelar filamentosa. (Castillo, C., et al., 2014)

#### 8.13.4. Mecanismo de acción.

Las esporas de *Beauveria bassiana* al entrar en contacto con el agua inicia su germinación y actividad enzimática lo cual permite degradar y penetrar la cutícula

de los insectos plagas, reproduciéndose rápidamente, invadiendo los tejidos y generando toxinas que finalmente le causan la muerte al insecto. Este proceso puede tardar de 4 a 7 días. (Soto-Fernández, B.E., 2021)

#### **8.13.5. Hábitat.**

Los hongos de *Beauveria* viven naturalmente en el ambiente, suelos o en agua; también pueden vivir alojados en los mismos cuerpos de los insectos con la posibilidad de propagar la enfermedad a otros insectos bajo condiciones favorables de temperatura que oscilan de 10°C a 40°C y humedad. (Ramírez, 2015)

#### **8.14. *Rhizopus* spp.**

##### **8.14.1. Taxonomía.**

La taxonomía de esta especie fúngica es obtenida según la morfología.

**Tabla 4.** Taxonomía de *Rhizopus* spp.

<b>Reino:</b>	Fungí
<b>Subdivisión:</b>	Zygomycotina
<b>Clase;</b>	Zygomycetes
<b>División:</b>	Mucoromycota
<b>Orden:</b>	Mucorales.
<b>Familia:</b>	Mucoraceae
<b>Género:</b>	<i>Rhizopus</i> spp.

**Fuente:** (Gelain, J., 2017)

##### **8.14.2. Generalidades.**

*Rhizopus* es un género de moho que incluyen especie cosmopolitas de hongos filamentosos hallados en el suelo, degradando frutos, vegetales y animales. Produce esporas sexuales y asexuales. Este hongo genera grandes pérdidas económicas y se lo utiliza también como métodos de control. (Pozo, A., Quesada, J., et al, 2012)

### 8.14.3. Fisiología.

Este hongo filamentoso presenta un micelio que carece de septos visibles y produce esporangióforos largos, aéreos sin ramificar, de color café oscuro estos brotan de un nudo rizoides desarrollados; los esporangios son esféricos, negros y brillantes. Las colonias son de rápido crecimiento son capaces de cubrir la caja Petri a una temperatura de 25°C. Poseen un aspecto consistente, con denso micelio aéreo algodonosas, al principio con un color blanco después color gris oscuro. (ALFARO GUTIÉRREZ, I., 2011)

### 8.14.4. Morfología.

El género de *Rhizopus* está dividido en tres grupos: *R. stolonifer*, *R. oryzae*, *R. microporus*; según tablas de clasificación de Schipper en 1984 menciona que entre las características que resaltan de *R. stolonifer* tienen la presencia de esporangióforos erectos tienen un tamaño de 1mm de largo cuyas ramificaciones secundarias y sus esporangios son de hasta 275µm. (ALFARO GUTIÉRREZ, I., 2011)

### 8.14.5. Hábitat.

Esta especie es capaz de subsistir en diversos ecosistemas y condiciones cumpliendo varias funciones biológicas como la descomposición de frutas verduras y residuos. Su temperatura de crecimiento efectiva de los 10°C hasta los 33°C con una temperatura optima de 25°C. (Gelain, J., 2017)

## 8.15. *Metarhizium* spp

### 8.15.1. Taxonomía.

El género *Metarhizium* fue descrito en 1883 por Sorokin en base a las características morfológicas. (Padilla-Melo et al., 2000)

**Tabla 5.** Taxonomía de *Metarhizium* spp.

<b>Reino:</b>	Fungí
<b>Filo:</b>	Ascomycota

<b>Clase:</b>	Sordariomycetes
<b>Orden:</b>	Hypocreales
<b>Familia:</b>	Clavicipitaceae
<b>Género:</b>	<i>Metarhizium spp.</i>

**Fuente:** <https://www.darwinfoundation.org/es/datazone/checklist?species=17186>

### 8.15.2. Generalidades.

*Metarhizium* es uno de los hongos entomopatógenos más usados en el mundo, además es producido en masa para el control de insectos de diferentes órdenes. Esta especie se ha presentado en varios lugares del mundo debido a su alta capacidad de adaptabilidad en diferentes condiciones ambientales. Taca naturalmente a 300 especies de insectos de diferentes órdenes entre ellos están: lepidópteros, himenópteros, hemípteros, calópteros y ortópteros de importancia agrícola. (Altamirano Rizo, J., 2021)

### 8.15.3. Fisiología.

Es un hongo entomopatógeno, y sus procesos de infección comienza con la fijación de los conidios en la superficie exterior del cuerpo de los insectos. (Altamirano Rizo, J., 2021)

### 8.15.4. Morfología.

Las colonias en PDA presentan un crecimiento de micelio al borde blanco y con grupos de conidióforos que se tornan de diferentes colores al multiplicarse los conidios las variaciones de color pueden ser: de olivo a amarillo verdoso, de olivo a verde, decoloración en el envés, color miel o amarillo pálido. Pero cabe recalcar que el color no es esencial para el crecimiento y desarrollo, pero juegan un rol importante en la resistencia de las esporas en ambientes desfavorables. (Padilla-Melo et al., 2000)

### 8.16. ¿Qué son Bacterias?

Son organismos unicelulares pertenecientes al grupo de procariontes. Poseen un tamaño de 0.5 y 5  $\mu$  de longitud y la única manera de observarlas es cuando se

agrupan en colonias. Estos microorganismos están cubiertos de la pared celular y les proporciona solidez y protección ante el exterior. (Los Ángeles, M., et al., 2017)

### **8.17. Clasificación de bacterias.**

Las bacterias del suelo pueden clasificarse en dos grupos:

- **Especies nativas:** están presentes en el suelo y el número se mantiene constante.
- **Especies alóctonas:** esta especie no participa activamente en las funciones bioquímicas de la comunidad. Llegan al suelo en las precipitaciones, tejidos enfermos y aguas negras. (Benintende, S., Sanchez, C. 2005)

### **8.18. Tinción de gram.**

Es un procedimiento empleado en laboratorio donde se manejan pruebas microbiológicas. Es definida como tinción diferencial, ya que se utilizan dos colorantes para distinguir entre bacterias gram positivas y bacterias gram negativas. Esto fue desarrollado por un científico danés Hans Christian Gram en 1884. La tinción de gram está basada en las características de la pared celular de las bacterias la cual determina propiedades determinantes de cada microorganismo. (López-Jácome, E., et al., 2014)

### **8.19. Bacterias gram positivas.**

Se tiñe de color violeta, poseen una pared gruesa constituida por peptidoglicano y polímeros, e impermeable, pero no cuentan con una membrana celular externa y que hace que resista la decoloración. (Rodríguez & Arenas, 2018)

### **8.20. Bacterias gram negativas.**

Se tiñe de color rojo y está constituida por una pared fina de peptidoglicano más una bicapa de lipoproteínas y una membrana externa, que se puede deshacer con la decoloración. (Rodríguez & Arenas, 2018)

### **8.21. Captura de microorganismos.**

La captura de macroorganismos en la agricultura tiene un enfoque concreto de trabajar mejor los cultivos, al mismo tiempo observar y respetar las leyes de la naturaleza empleando técnicas que la misma naturaleza nos proporciona, y aporta beneficios al suelo para conseguir una buena producción de plantas y frutos. (Quesada et al., 2012)

### **8.22. Sustrato para la captura de microorganismos.**

Los sustratos utilizados para la captura de microorganismos teniendo en cuenta que son seres saprofitos (se alimenta de manera orgánica) deben poseer los elementos necesarios para una adecuada síntesis de la materia celular y para la producción de metabolitos. (Triana-Brito, W.I., 2020)

#### **8.22.1. Arroz.**

El arroz es el cereal con más almidón con alrededor del 70%. Su contenido en proteínas es bajo (7,3%) y rico en lisina (4,1%). Su contenido en cenizas es muy escaso y su aporte en macrominerales prácticamente despreciable. El arroz original es rico en aceite que a su vez es rico en vitamina E. Este aceite tiene un alto contenido en ácido linoleico, por lo que se degrada con mucha facilidad. (Olivo-Molina, S., et al., 2021)

#### **8.22.2. Melaza.**

La melaza es un líquido negro espeso que se produce a partir del residuo que queda en los barriles después de que la mayor parte de la caña de azúcar ha sido extraída por cristalización y centrifugación. La melaza es un carbohidrato concentrado. El azúcar constituye alrededor del 80% de su contenido de materia seca. Como resultado, es muy apetecible y su contenido energético es grande. Este subproducto de la industria azucarera tiene un alto contenido en sacarosa (32%), sacarosa (rafinosa) y ácidos orgánicos (málico, oxálico, láctico, acutínico y cítrico). (Olivo-Molina, S., et al., 2021)

### **8.23. Medios de cultivos.**

Es un sustrato o solución de nutrientes en los que crecen y se desarrollan y multiplican los microorganismos en el laboratorio; con el objetivo de aislar, identificar y realizar estudios complementarios de especies de grupos fúngicos y bacterianos. (Díaz-Pérez et al., 2013)

### **8.24. ¿Qué es PDA?**

El Agar Papa Dextrosa es un medio de cultivo de uso general se puede complementar con ácido o antibióticos para inhibir el crecimiento bacteriano, posee una base nutricional rica en infusión de papa, esto produce un crecimiento de hongos y moho muy abundante. La dextrosa es el carbohidrato fermentable como una fuente de carbono y energía. (MICROGEN LTDA, 2021)

### **8.25. ¿Qué es PCA?**

El Agar Plate Count se utiliza para la determinación de los recuentos en placa de microorganismos a partir de muestras en grupos bacterianos. La triptona proporciona aminoácidos y otras sustancias nitrogenadas complejas y el extracto de la levadura aporta complejos de vitamina B para el crecimiento de microorganismos. La dextrosa es una fuente de carbono y energía. (Jackson et al., 2000)

### **8.26. Muestreo de suelos.**

Las muestras de suelo sirven para evaluar la estructura y calidad del suelo. Deben ser tomadas de campos que están bajo un cultivo y de áreas agrícolas; las muestras deben ser tomadas de la capa arable. (Días-Romeu, R., et al, 1978)

### **8.27. Formas de muestreo usadas.**

1. El esquema más sencillo consiste en tomar submuestra al azar de todo el campo. Luego mezclar las submuestras para obtener una muestra compuesta que ira a laboratorio.
2. Este esquema de zigzag es la combinación de muestro sistemático y aleatorio y su característica principal es que se desarrolla de manera alterna

entre uno y otro lado del espacio a muestrear. Es el método más recomendado para estudios en terrenos cultivables. (T. L. Roberts y J. L. Henry, 2018)

### **8.28. ¿Qué es el recuento microbiano poblacional mediante medio de cultivo?**

Es una técnica que se usa en los estudios microbiológicos de suelo, la cual consiste en realizar un recuento de viables en disoluciones de suelo sobre un medio general. Este proceso puede estimar entre el 1 a un 10% de lo obtenido como recuento microscópico directo. (Benintende, S., Sánchez, C. 2005)

### **8.29. ¿Qué es población fúngica?**

La población fúngica puede variar de 20.000 hasta  $10^8$  propágulos fúngicos/gramo de suelo. (Benintende, S., Sánchez, C. 2005)

### **8.30. ¿Qué es propágulo?**

Es una espora, hija o fragmento de hifa capaz de dar origen a una colonia sobre el medio de cultivo, teniendo en cuenta la longitud de las hifas (10, 100, 1000m/g) y un peso estimado entre 500 y 5000kg/ha de suelo superficial. (Benintende, S., Sánchez, C. 2005)

## **9. PREGUNTA CIENTÍFICA.**

¿Es posible comparar la calidad microbiológica fúngica y bacteriana mediante el conteo de UFC e identificar los microorganismos presentes con la captura de microorganismos mediante trampas en el cultivo de tomate de árbol?

## **10. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.**

### **10.1. Ubicación del ensayo.**

La investigación se llevó a cabo los sistemas de producción orgánico y convencional en el Laboratorio De Microbiología de la carrera de agronomía, Facultad de CAREN campus Salache, en el Sector Salache, provincia de Cotopaxi.

**Figura 1.** Ubicación geográfica.

**Fuente:** Google maps.

**Tabla 6.** Ubicación geográfica.

Latitud	Longitud	Altura S. ORGANICO	Altura S. CONVENCIONAL
0° 59' 59"	78° 37' 27"	2747m.s.n.m	2700m.s.n.m

**Elaborado por:** Yánez Echeverría Lisbeth Jessenia.

## 10.2. Materiales y equipos.

Los materiales y equipos que se utilizaron para este proyecto de investigación.

**Tabla 7.** Materiales y Equipos.

Campo	Laboratorio.	Equipos.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Melaza.</li> <li>• Arroz.</li> <li>• Tarrinas.</li> <li>• Medias nylon.</li> <li>• Costales.</li> <li>• Pala de desfonde.</li> <li>• Flexómetro.</li> <li>• Ligas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cajas Petri.</li> <li>• Papel film</li> <li>• Papel Parafilm</li> <li>• Papel aluminio.</li> <li>• Alcohol al 96.</li> <li>• Instrumentos de laboratorio.</li> <li>• Papel absorbente.</li> <li>• PDA</li> <li>• PCA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cámara fotográfica.</li> <li>• Cámara de flujo laminar.</li> <li>• Autoclave.</li> <li>• Estufa.</li> <li>• Balanza.</li> <li>• Computadora.</li> <li>• Contador de UFC</li> </ul>

### **10.3. Tipos de investigación.**

#### **10.3.1. Experimental.**

El proyecto de investigación fue de tipo experimental porque se requirió identificar la mejor dosificación para la captura de microorganismos, se realizó un análisis estadístico de A\*B implementado en un DCA en el cual se evaluaron dos sistemas de producción.

### **10.4. Enfoques.**

#### **10.4.1. Cuantitativo.**

Es de carácter experimental porque se utilizó como variables independientes las dosificaciones para la captura de microorganismos, adicional a eso se realizó un muestreo de suelo y como variable dependiente el conteo de unidades formadoras de colonias.

#### **10.4.2. Cualitativo.**

Es de carácter cualitativo porque con la ayuda de las trampas de arroz se pudo obtener la captura de microorganismos la cual nos permitirá llevar a laboratorio separar por colores he identificar cual es el hongo o la bacteria encontrado.

### **10.5 Sitios de Muestreo**

Se tomo muestras de suelo y ubico las trampas para la recolección de microorganismos en los dos sistemas de producción de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Campus de Salache

### **10.6 Modalidad**

#### **10.6.1. De campo**

La investigación se desarrolló en campo, debido a que las primeras practicas se las realizo en campo donde se obtuvo muestras de suelo y la captura de los microorganismos.

### **10.6.2. Experimental.**

Debido a que la investigación se realizó en el laboratorio, la cual se basó en el aislamiento y observación de los microorganismos encontrados; también se realizó disoluciones de suelo para poder contar la cantidad de unidades formadoras de colonias (UFC)

### **10.6.3. Bibliográfico - documental.**

Para la culminación del proyecto de investigación se buscó argumentos bibliográficos, como artículos científicos, revistas, libros, folletos, tesis de investigación para obtener conocimientos acerca del tema.

### **10.7. Análisis funcional:**

Se utilizó la prueba de tukey para valor de  $p < 5$  para las fuentes de variación que presenta la significación de variación.

### **10.8. Factores en estudio.**

#### **10.8.1. Variable Independiente**

- Dosis de melaza.
  - 0 ml.
  - 2 ml.
  - 4 ml.
  - 6 ml.

#### **10.8.2. Variable Dependiente**

- Tipos de microorganismos.
- Unidades formadoras de colonias en PCA.
- Unidades formadoras de colonias en PDA

### **10.9. Diseño experimental.**

Esquema del ADEVA en infostat de la investigación.

**Tabla 8.** ADEVA del proyecto investigativo

<b>F.V.</b>	<b>gl</b>
Modelo	10
L	1
S	3
L*S	3
R	3
Error	117
Total	127

**10.10. Tratamientos:**

El proyecto investigativo consta de cuatro tratamientos.

**Tabla 9.** Tratamientos de los sistemas de producción.

<b>SISTEMA ORGÁNICO (Terraza N°8)</b>		
<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>CODIGOS</b>	<b>DESCRIPCION</b>
T1	L1D0	Sistema orgánico + Dosis 0 ml
T2	L1D1	Sistema orgánico + Dosis 2 ml
T3	L1D2	Sistema orgánico + Dosis 4 ml
T4	L1D3	Sistema orgánico + Dosis 6 ml
<b>SISTEMA CONVENCIONAL (Lote N°5)</b>		
<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>CODIGOS</b>	<b>DESCRIPCION</b>
T1	L2D0	Sistema convencional + Dosis 0 ml
T2	L2D1	Sistema convencional + Dosis 2 ml
T3	L2D2	Sistema convencional + Dosis 4 ml
T4	L2D3	Sistema convencional + Dosis 6 ml

**Elaborado por:** Lisbeth Jessenia Yáñez Echeverría.

**10.11. Manejo del proyecto investigativos.**

De acuerdo a los objetivos de la investigación y se dividieron en fases, las cuales fueron detalladas a continuación.

**10.11.1. Fases del ensayo.**

**Fase 1:** Determinar la mejor dosis para la captura de la población fúngica y bacteriana.

En las primeras semanas se realizó el diseño de A\*B en el cual se emplearon los dos sistemas de producción con 4 dosis de melaza para la captura de

microorganismos con 4 repeticiones dando como resultado 64 unidades experimentales en cada uno de los dos sistemas de producción.

Se ubicaron los sistemas de producción orgánico y convencional en donde se realizó un muestreo de suelo en zigzag para llevar a laboratorio este proceso se realizó cuatro veces con un intervalo de tres semana y otra cantidad de suelo se mandó a realizar un análisis físico-químico del suelo analizado en el Departamento de Suelos, Plantas y Aguas (INIAP); se realizaron huecos de 40cm profundidad y se ubicaron las trampas con el sustrato, el cual este compuesto de arroz precocido sin sal ni aceite más la dosificación de melaza (0, 2, 4, 6 ml) y después se procedió a cubrirlos con costales para evitar que las trampas queden a la intemperie.

**Fase 2:** Identificar microscópicamente los organismos que se encuentran el suelo.

A los quince días, se retiró las trampas de los dos sistemas de producción y fueron llevadas a laboratorio para con la ayuda de pinzas separar los granos de arroz por colores de cada uno de los sistemas de producción. Se preparó el medio de cultivo para ello se utilizó 15,6 g de PDA (Papa Dextrosa Agar) y 400 ml de agua destilada, se colocó en un frasco de vidrio, se agito hasta tener una mezcla homogénea se llevó al autoclave por 40 minutos, una vez transcurrido este tiempo se dejó enfriar para después colocarlo en las cajas Petri dentro de la cámara de flujo laminar (antes de ser usada debe ser desinfectada con alcohol) cerca del mechero para evitar contaminación alguna, se dejó reposar unos minutos hasta que se solidifique el medio, transcurrido este tiempo se procedió a colocar los granos de arroz y se cerró las cajas Petri con papel film; se etiquetó las cajas con la fecha, nombre del estudiante, color de arroz y localidad; se sellaron las cajas Petri con papel Parafilm para evitar contaminación y como último paso se llevó a la incubadora por cuatro días.

Después de los cuatro días se sacó de la incubadora y se observó las características macroscópicas; para las características microscópicas con la ayuda de la cita transparente se tomó una cantidad de micelio de cada caja Petri y se colocó en el portaobjetos para después llevarlo al microscopio para identificar la especie según el color y forma de la población fúngica.

Para identificar la población bacteriana se tomaron una cantidad de placas para realizar la tinción de gram. para realizar este procedimiento se tomó una placa de PCA en donde ya se realizó la siembra de una disolución, se tomó una gota de bacteria y se realizó un frote sobre un portaobjetos, dejamos que se seque en flama y procedemos a aplicar violeta y con la ayuda de un cronometro dejamos reposar por un minuto después de eso enjuagamos con agua destilada, aplicamos Lugol y dejamos reposar un minuto, volvemos a enjuagar con agua destilada, aplicamos safranina por 30 segundos y enjuagamos de nuevo con agua destilada, aplicamos alcohol por un minuto y volvemos a enjuagar, dejamos secar y empezamos a observar en microscopio si es de color rojo es negativo y violeta es positivo.

**Fase 3:** Cuantificar la presencia de microorganismos en el suelo.

Se realizó un muestreo de suelo dando como total 8 muestra de 100 g cada una de las muestras, este proceso lo realizamos en los sistemas de producción cada tres semanas.

Se preparó medios de cultivo para ello se utilizó 23,4 g de PDA (Papa Dextrosa Agar) y 600 ml de agua destilada; para PCA (Agar Plate Count) se utilizó 14,1 g y 600 ml de agua destilada, se colocó en un frasco de vidrio, se agito hasta tener una mezcla homogénea de cada uno de los medios se llevó a la autoclave por 40 minutos. Se preparo el suelo para después ser sembrado para ello pesamos de cada una de las muestras 10 g. para disolverlo en una probeta aforamos hasta 90ml de agua destilada agregamos los 10 g de suelo, se aforo hasta los 100 ml y se procedió a mezclar con una varilla de vidrio; con la ayuda de una probeta pequeña aforamos con 9 ml de agua destilada los tubos de ensayo los cuales ubicaremos en la gradilla. Con una pipeta tomamos 1 ml de la solución madre y colocamos en el primer tubo de ensayo y lo agitamos ( $10^{-1}$ ) se volvió a tomar 1ml del primer tubo de ensayo y se colocó en el segundo tubo de ensayo ( $10^{-2}$ ) lo agitamos, se volvió a tomar 1ml del segundo tubo de ensayo y se colocó en el tercer tubo de ensayo ( $10^{-3}$ ) lo agitamos, se descarta las dos primeras disoluciones y nos quedamos con la tercera disolución esa será la muestra que sembramos en las cajas Petri.

Una vez listas las disoluciones y la cámara laminar desinfectada para evitar todo tipo de contaminación. Cuando los medios de cultivos estuvieron listos y a temperatura ambiente se colocó en las cajas Petri el PDA y PCA, se esperó unos minutos hasta que se solidifique y se empezó a colocar la disolución ( $10^{-3}$ ) en cada una de las cajas se selló con papel film y se rotularon y diferenciaron las cajas de PDA y PCA, fechas, nombre del estudiante, localidad; se selló con papel Parafilm y se llevó a la incubadora a 37°C.

Para realizar el conteo de UFC (Unidades Formadoras De Colonias) se utilizó el contador de UFC, se debió esperar 24 horas para el conteo de bacterias y 48 horas para el conteo de hongos, no es recomendable dejar pasar más tiempo ya que se reproducen y se dificulta el conteo.

**Fase 4:** Comparar la calidad microbiológica fúngica y bacteriana del suelo de dos sistemas de producción de tomate de árbol mediante análisis de variación.

Para realizar la comparación microbiológica fúngica y bacteriana se realizó el conteo y los datos obtenidos se ordenaron cuadros para ingresar a infostat y obtener comparaciones y pruebas de significancia de tukey para valor de  $p < 5$  y posterior a eso se realizó la interpretación.

## 11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.

### 11.1. Análisis de resultados físico-químicos del suelo analizado en el Departamento de Suelos, Plantas y Aguas (INIAP) de las dos localidades.

**Tabla 10.** Análisis de resultados físico-químicos del suelo

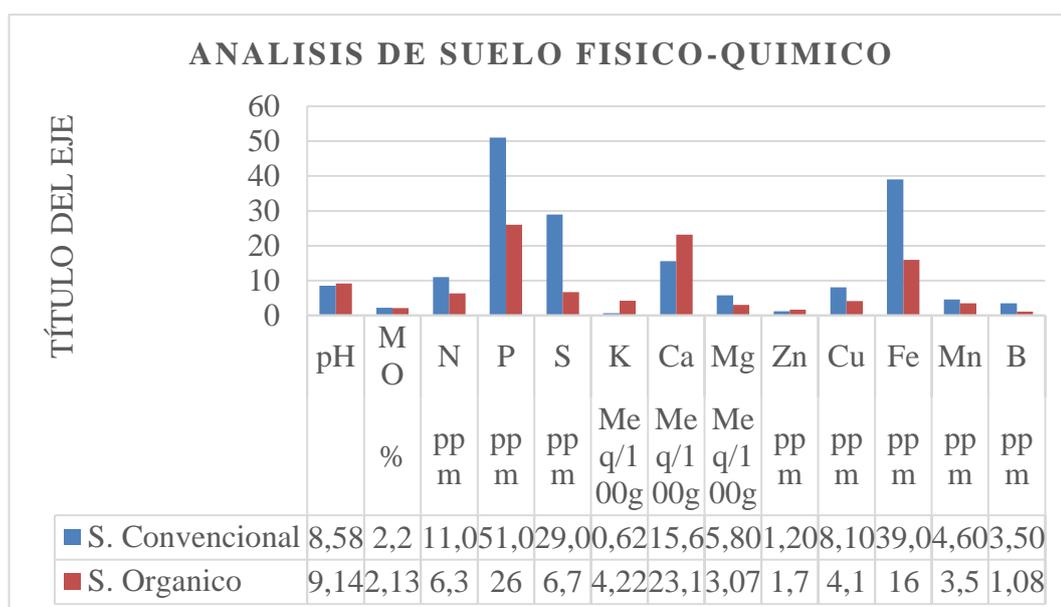
ANÁLISIS DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN ORGÁNICO TERRAZA N°8													
Unidad de medida		%	ppm	Ppm	ppm	Meq/100g	Meq/100g	Meq/100g	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Nutrientes	pH	MO	N	P	S	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	B
Análisis	9,14	2,13	6,3	26	6,7	4,22	23,18	3,07	1,7	4,1	16	3,5	1,08
ANÁLISIS DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN CONVENCIONAL LOTE N°5													
Unidad de medida		%	ppm	Ppm	ppm	Meq/100g	Meq/100g	Meq/100g	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Nutrientes	pH	MO	N	P	S	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	B

<b>Análisis</b>	8,58	2,2	11,00	51,00	29,00	0,62	15,60	5,80	1,20	8,10	39,00	4,60	3,50
-----------------	------	-----	-------	-------	-------	------	-------	------	------	------	-------	------	------

**Elaborado por:** Yánez Echeverría Lisbeth Jessenia.

El análisis de suelo se realizó en el transcurso de la investigación se recolecto muestras en forma de zigzag a lo largo de todo el terreno, con una profundidad de 30 cm, posteriormente se colocó la muestra en una funda de basura para obtener una muestra homogénea, se tamizo la muestra general y en una funda ziploc se separó 1 lb para enviar a ser analizada en el Departamento de Suelos, Plantas y Aguas (INIAP) de las dos localidades y los resultados obtenidos fueron los siguiente:

**Figura 2.** Comparación de análisis de suelo.



En el análisis de suelo podemos observar la cantidad cuantitativa que se encuentra vigente en cada uno de los macro y micronutrientes, tanto en el sistema de producción orgánico como en el sistema de producción convencional, en donde podemos observar que en los dos sistemas de producción poseen mayor presencia de fósforo (P) como macronutriente con una cantidad de 26,00ppm (orgánico) y con una cantidad de 51,00 (convencional). En segundo lugar, al calcio (Ca) con una cantidad de 23,18 meq/100 g (orgánico) y hierro (Fe) con una cantidad de 39,00

ppm (convencional). Los elementos que se encuentran en menor cantidad son Boro (B) con una cantidad de 1,08ppm (orgánico) con potasio (K) con una cantidad de 0,62 meq/100 g (convencional).

En cuanto al pH el lote que tiene mayor cantidad en el sistema convencional con una cantidad de 9,14 eso quiere decir que es un suelo alcalino y en el sistema orgánico con una cantidad de 8,53, también se considera alcalino. El sistema con mayor presencia de materia orgánica (MO) es el sistema convencional con un porcentaje de 2,2% y en segundo lugar el sistema orgánico con un porcentaje de 2,13%.

## **11.2. Caracterización los microorganismos a nivel de hongos y bacterias que se encuentran el suelo de los sistemas de producción.**

### **11.2.1. Hongos.**

#### **Trichoderma spp**

##### **Identificación macroscópica.**

Según las muestras recolectadas se pudo observar que es un hongo de rápido crecimiento y desarrollo (5 a 8 días). Una vez aislados en PDA (agar papadextrosa) a una temperatura de 27°C, después a ver transcurrido 5 días se pudo observar la formación de colonias cubriendo así la superficie de la caja Petri con micelio de color amarillo, verde claro, como una apariencia aterciopelada con una abundante esporulación. Todas las características mencionadas fueron comparadas con las descripciones realizadas por (Acurio Vásconez, R. D., & España Imbaquingo, C. K., 2016) concuerdan a excepción de la temperatura que en la literatura dice 25° y el tiempo de incubación es de 7 días.

##### **Identificación microscópica.**

Con la ayuda del microscopio se observó que los conidióforos estaban formados los cinco días de la incubación con ramificaciones largas que están cerca del eje principal. Esta descripción coincide con (Acurio Vásconez, R. D., & España

Imbaquingo, C. K., 2016) en el mismo trabajo investigativo se señala que las ramas más cercanas al eje forman un ángulo de 90°.



**Figura 3.** Identificación microscópica de *Trichoderma spp.*



**Figura 4.** Identificación macroscópica de *Trichoderma spp.*

**Elaborado por:** Yáñez Echeverría Lisbeth Jessenia

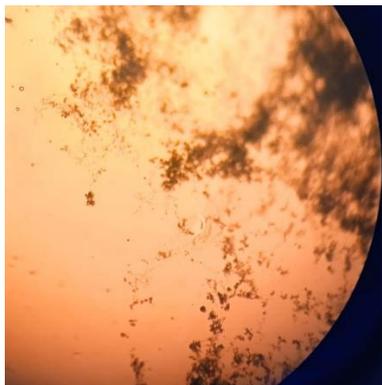
### **Beauveria spp.**

#### **Identificación macroscópica.**

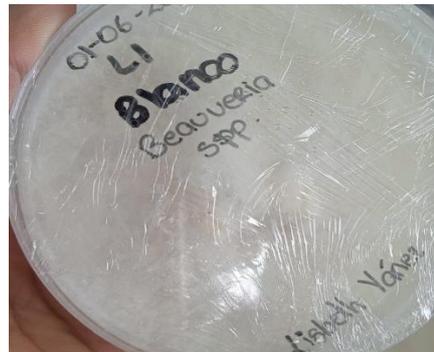
La Beauveria es un hongo entomopatógeno que está presente en el suelo en las muestras recogidas se pudo observar que es el segundo hongo con mayor capacidad poblacional. Una vez aislados en PDA (agar papadextrosa) a una temperatura de 27°C, después a ver transcurrido 7 días la superficie estuvo cubierta en su totalidad, se pudo observar que este hongo es representado por un color blanco, con una textura esponjosa.

#### **Identificación microscópica.**

La Beauveria presenta en su estructura conidióforos con células conidiógenas (es la formación de esporas asexuales). Estas células poseen ramificaciones formando raquis de 20 micras, las cuales sujetan los conidios. Los conidios poseen una forma globosa. (Valdés, B. E., Velez, P. E., & Montoya, E. C. 1999)



**Figura 5.** Identificación microscópica de *Beauveria spp.*



**Figura 6.** Identificación macroscópica de *Beauveria spp.*

**Elaborado por:** Yáñez Echeverría Lisbeth Jessenia.

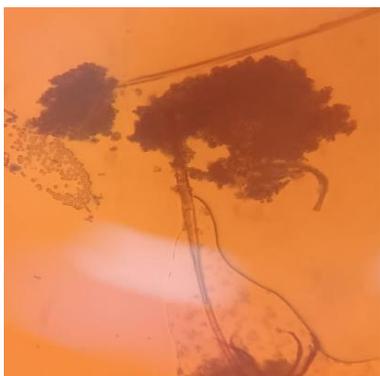
### **Metarhizium spp.**

#### **Identificación macroscópica.**

Este hongo entomopatógeno se caracteriza por formar colonia de color verde o amarillo verdoso, el mismo que con el pasar del tiempo se va cambiando el color a un verde oscuro, la textura de este hongo es acolchonado. Todas las características mencionadas fueron comparadas con las descripciones realizadas por (Alejandro & Villacís, 2021) concuerdan en el trabajo investigativo.

#### **Identificación microscópica.**

Metarhizium como se observó en el microscopio se identificó que posee conidióforos ramificados con 2 a 3 ramas. Los conidios son de forma cilíndricas y unicelulares las cuales forman cadenas de color verdoso. Las características mencionadas fueron comparadas con las descripciones de (Alejandro & Villacís, 2021) y adicional a eso podemos observar en la literatura que cada conidióforo mide 7 micras. Cada conidio tiene una medida promedio de 6,5.



**Figura 7.** Identificación microscópica de *Metarhizium spp.*



**Figura 8.** Identificación macroscópica de *Metarhizium spp.*

**Elaborado por:** Yáñez Echeverría Lisbeth Jessenia

### **Rhizopus spp.**

#### **Identificación macroscópica.**

Rhizopus después de 4 días de haber sido aislado en medio de cultivo PDA (Agar papadextrosa) se observó la formación por colonias de color blanco tiempo después se fue tornando de color gris oscuro, y tiene un aspecto veloso con una textura algodonosa. Cabe recalcar que en este tiempo cubrió toda la superficie del medio de cultivo.

#### **Identificación microscópica.**

Este hongo presenta micelio macrosifornado, en los puntos en donde se conectan los esporangióforos y los estolones que presentan, se forman rizoides (es la diferenciación de género *Rhizopus*). Los esporangióforos son largos y no se ramifican.



**Figura 9.** Identificación microscópica de *Rhizopus spp.*



**Figura 10.** Identificación macroscópica de *Rhizopus spp.*

**Elaborado por:** Yánez Echeverría Lisbeth Jessenia.

### 11.2.3. Bacterias

#### Bacterias gram positivas.

Se tiñe de color violeta, estas bacterias son consideradas como benéficas para el suelo, poseen una pared gruesa constituida por peptidoglicano y polímeros, e impermeable, pero no cuentan con una membrana celular externa y que hace que resista la decoloración. Todas las características mencionadas fueron comparadas con las descripciones realizadas con (Patzí, M. A. & Villalobos, C., 2014.) concuerdan en el trabajo investigativo.



**Figura 11.** Identificación microscópica de bacterias gram positivas



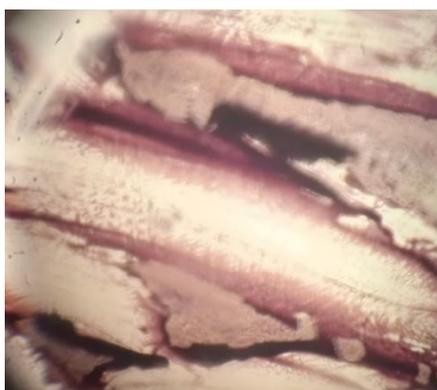
**Figura 12.** Identificación macroscópica de bacterias gram positivas

**Elaborado por:** Yánez Echeverría Lisbeth Jessenia.

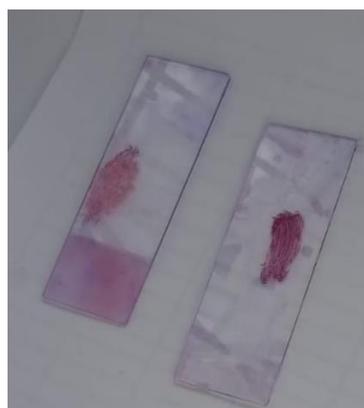
### **Bacterias gram negativas.**

Se tiñe de color rojo, estas bacterias son consideradas como perjudiciales para el suelo existen, varias formas de clasificarlas: por su forma, temperatura, pH en el que crecen, requerimiento de oxígeno y a su vez estas se clasifican en aerobias estrictas, anaerobias estrictas y anaerobias facultativas.

La estructura de las bacterias gram negativas está constituida por: pared celular la cual posee una membrana externa, capsula y capa de limo, flagelos, fimbrias. Todas las características mencionadas fueron comparadas con las descripciones realizadas con (Patzi, M. A. & Villalobos, C., 2014.) concuerdan en el trabajo investigativo.



**Figura 13.** Identificación microscópica de bacterias gram negativas



**Figura 14.** Identificación microscópica de bacterias gram negativas

**Elaborado por:** Yánez Echeverría Lisbeth Jessenia.

### 11.3. Identificación de la cantidad de los componentes microbiológicos del suelo de dos sistemas de producción de tomate de árbol.

#### 11.3.1 Población de hongos ( $10^{-3}$ ) en medio de cultivo de PDA.

**Tabla 11. Tabla:** Resultados del análisis de varianza para población de hongos ( $10^{-3}$ ) en medio de cultivo PDA.

<b>F.V</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	289,44	10	36,18	4,26	0,0002
L	246,57	1	246,57	32,46	<0,0001
S	19,23	3	6,41	0,84	0,4757
Lineal	3,98	1	3,98	0,24	0,626
Cuadrático	1,64	1	1,64	0,1	0,7543
Cubico	0,79	1	0,79	0,05	0,828
L*S	21,78	3	7,26	0,96	0,4203
R	1,86	3	1,86	0,25	0,6224
Error	417,79	117	7,6		
Total	707,23	127			
<b>CV</b>	23,38				

En la tabla 11. Según el análisis de varianza (ADEVA) en referencia a los factores evaluados tales como: localidad y suelo con su respectiva interacción, para determinar la cantidad de población fúngica  $10^{-3}$  de las dos localidades a evaluar, en donde se encontró significancia estadística con un coeficiente de variación (cv) de 23,38%.

**Tabla 12.** Prueba de Tukey a 5% para población de hongos ( $10^{-3}$ ) en medio de cultivo PDA en las localidades.

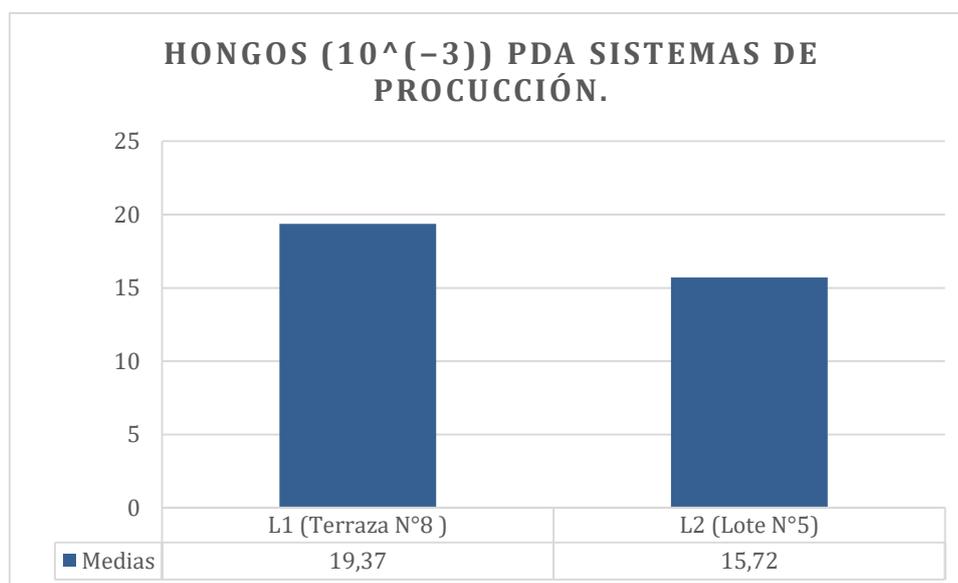
<b>Sistema de producción</b>	<b>Medias</b>	<b>Rangos</b>
<b>Orgánico</b>	19,37	A
<b>Convencional</b>	15,72	B

Medias con una letra común no son significativas diferentes ( $p > 0.05$ )

En la tabla 12. Se observó el resultado obtenido clasificado en dos rangos de significancia en donde se ubicó en el rango “A” para la población fúngica  $10^{-3}$  al sistema de producción orgánico con una cantidad de 19,37 UFC (unidades

formadoras de colonias) determinando así que este sistema tiene mayor cantidad de población fúngica, en comparación con el sistema de producción convencional que se encuentra en el rango “B”, con una cantidad menor de 15,72 UFC. Con un error estándar de 0,51 en 64 unidades experimentales. A continuación, esta detallado de forma gráfica en la figura 11.

**Figura 15.** Población de hongos ( $10^{-3}$ ) en medio de cultivo de PDA en los sistemas de producción.



**Tabla 13.** Prueba de Tukey a 5% para población de hongos ( $10^{-3}$ ) en medio de cultivo PDA en el sustrato en los sistemas de producción.

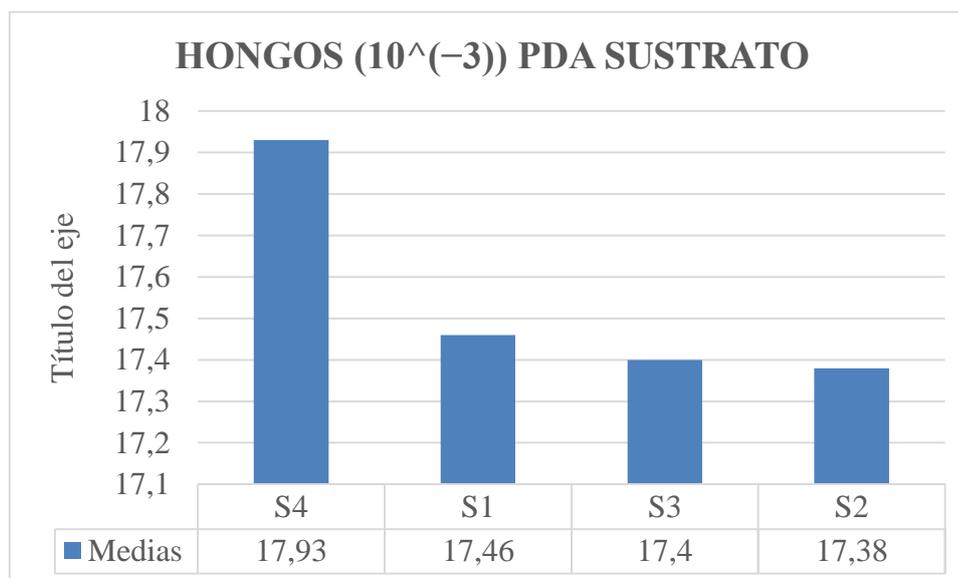
Sustrato	Medias
S4	17,93
S1	17,46
S3	17,40
S2	17,38

Medias con una letra común no son significativas diferentes ( $p > 0.05$ )

En la tabla 13. Se observó el resultado obtenido clasificado en un solo rango de significancia “A” para la población fúngica  $10^{-3}$ , en donde se demuestra que el sustrato 4 (S4) con una media de 17.93 UFC tiene mayor cantidad de población fúngica y como en último lugar en el mismo rango el sustrato 2 (S2) con una

cantidad de 17,38 UFC, en una cantidad de 128 unidades experimentales con un error estándar de 0,72. A continuación, esta detallado de forma gráfica en la figura 12.

**Figura 16.** Población de hongos ( $10^{-3}$ ) en medio de cultivo de PDA en el sustrato de los dos sistemas de producción.



**Tabla 14.** Prueba de Tukey a 5% para población de hongos ( $10^{-3}$ ) en medio de cultivo PDA interacción entre sistemas de producción-sustratos.

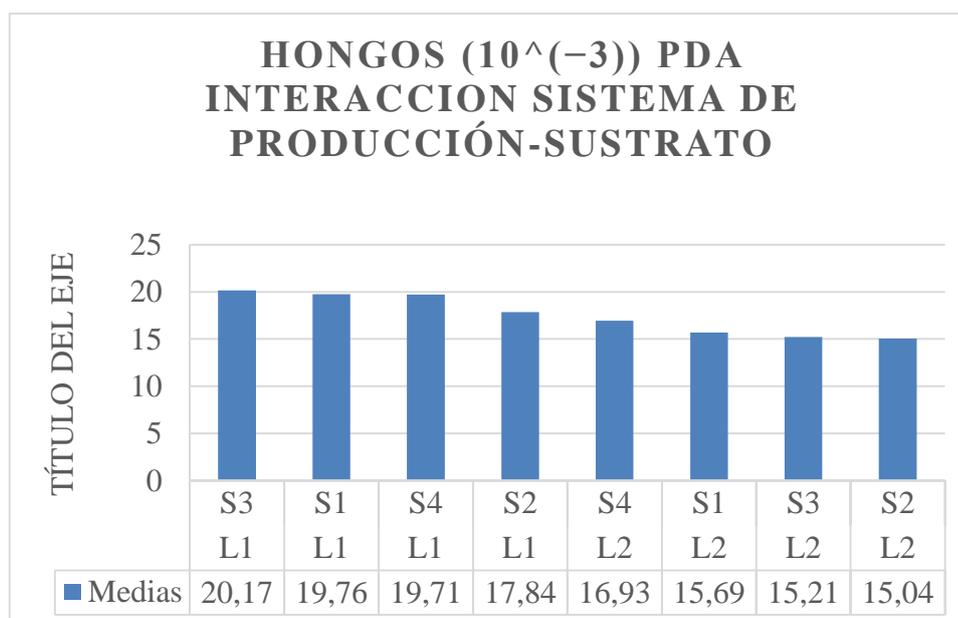
Sistema	Sustrato	Medias	Rangos
1	3	20,17	A
1	1	19,76	A
1	4	19,71	A
1	2	17,84	A B
2	4	16,93	A B C
2	1	15,69	A B C
2	3	15,21	B C
2	2	15,04	C

Medias con una letra común no son significativas diferentes ( $p > 0.05$ )

En tabla 14. Se observó el resultado de la interacción, clasificando en tres rangos significativos “A, B, C” para la población fúngica  $10^{-3}$ , en donde se encuentra como mejor interacción L1S3 (sistema orgánico) con 20,17 UFC, se ubicó en el rango “A”, demostrando así que la interacción con menos cantidad de población

fúngica  $10^{-3}$  es L2S2 (sistema convencional) con 15,04 UFC con una cantidad de 8 unidades experimentales y un error estándar de 1,02 A continuación, esta detallado de forma gráfica en la figura 13.

**Figura 17.** Población de hongos ( $10^{-3}$ ) en medio de cultivo de PDA en la interacción sistemas de producción-sustrato.



### 11.3.2. Población de hongos ( $10^{-3}$ ) en medio de cultivo de PCA.

**Tabla 15.** Resultados del análisis de varianza para población de bacterias ( $10^{-3}$ ) en medio de cultivo PCA.

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor	
Modelo	1662,73	10	166,27	6,83	<0,0001	*
L	1308,80	1	1308,80	53,75	<0,0001	*
S	116,72	3	38,91	1,60	0,1936	*
Lineal	8,81	1	8,81	0,36	0,5486	
Cuadrático	94,02	1	94,02	3,86	0,0518	*
Cubico	13,89	1	13,89	0,57	0,4515	
L*S	10,86	3	3,62	0,15	0,9304	Ns
R	226,35	3	75,45	3,10	0,0295	*
Error	2848,70	117	24,35			
Total	4511,43	127				
CV	24,43					

En la tabla 16. Según el análisis de varianza (ADEVA) en referencia a los factores evaluados tales como: sistemas de producción y sustrato con su respectiva interacción, para determinar la cantidad de población bacteriana  $10^{-3}$  de las dos localidades a evaluar, en donde se encontró significancia estadística con un coeficiente de variación (cv) de 15,82%.

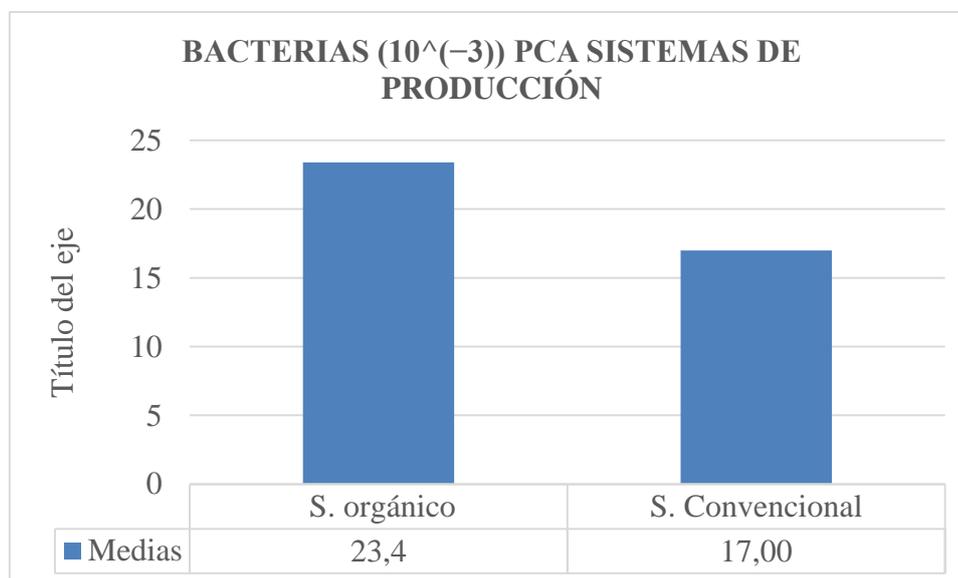
**Tabla 16. Tabla:** Prueba de Tukey a 5% para población de bacterias ( $10^{-3}$ ) en medio de cultivo PCA en los diferentes sistemas de producción.

<b>Sistema</b>	<b>Medias</b>	<b>Rangos</b>
<b>S. Orgánico</b>	23.00	A
<b>S. Convencional</b>	17,00	B

Medias con una letra común no son significativas diferentes ( $p > 0.05$ )

En la tabla 16. Se observó el resultado obtenido clasificado en dos rangos de significancia en donde se ubicó en el rango “A” para la población bacteriana  $10^{-3}$  al sistema de producción orgánico con una cantidad de 23,00 UFC (unidades formadoras de colonias) determinando así que es el sistema con mayor cantidad de población, en comparación con sistema de producción convencional que se encuentra en el rango “B”, con una cantidad menor de 17,00 UFC. Con un error estándar de 0,62 en 6 unidades experimentales. A continuación, esta detallado de forma gráfica en la figura 15.

**Figura 18.** Población de bacterias ( $10^{-3}$ ) en medio de cultivo de PCA en el suelo de los dos sistemas de producción.



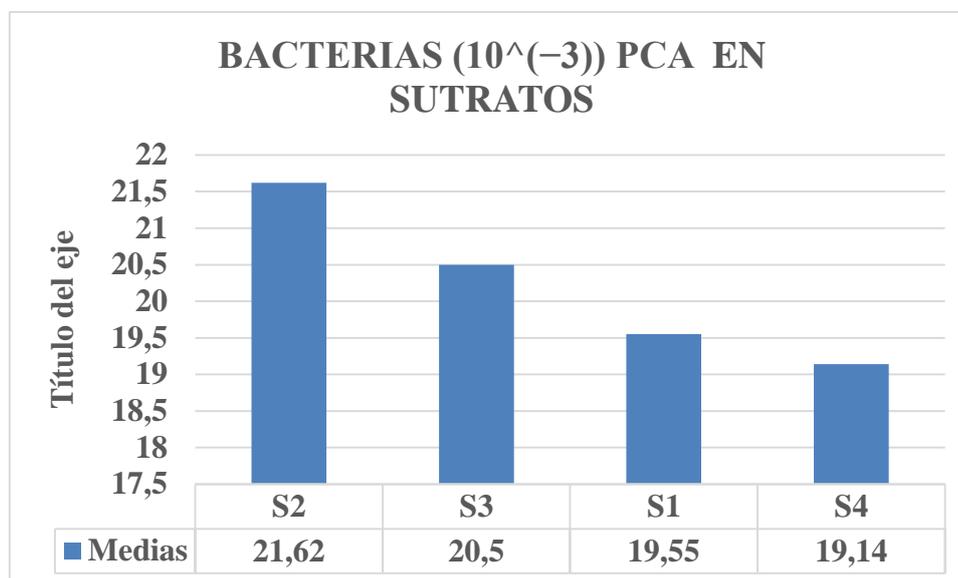
**Tabla 17.** Prueba de Tukey a 5% para población de bacterias ( $10^{-3}$ ) en medio de cultivo PCA de sustratos.

Sustrato	Medias
<b>S2</b>	21,62
<b>S3</b>	20,50
<b>S1</b>	19,55
<b>S4</b>	19,14

Medias con una letra común no son significativas diferentes ( $p > 0.05$ )

En la tabla 18. Se observó el resultado obtenido clasificado en un solo rango de significancia "A" para la población bacteriana  $10^{-3}$ , en donde se demuestra que el sustrato 2 (S2) con una media de 21,62 UFC posee mayor cantidad de población bacteriana y como en último lugar en el mismo rango el sustrato 4 (S4) con una cantidad de 19,14 UFC, en una cantidad de 16 unidades experimentales con un error estándar de 0,87. A continuación, esta detallado de forma gráfica en la figura 64.

**Figura 19.** Población de bacterias ( $10^{-3}$ ) en medio de cultivo de PCA en el suelo de las dos localidades.



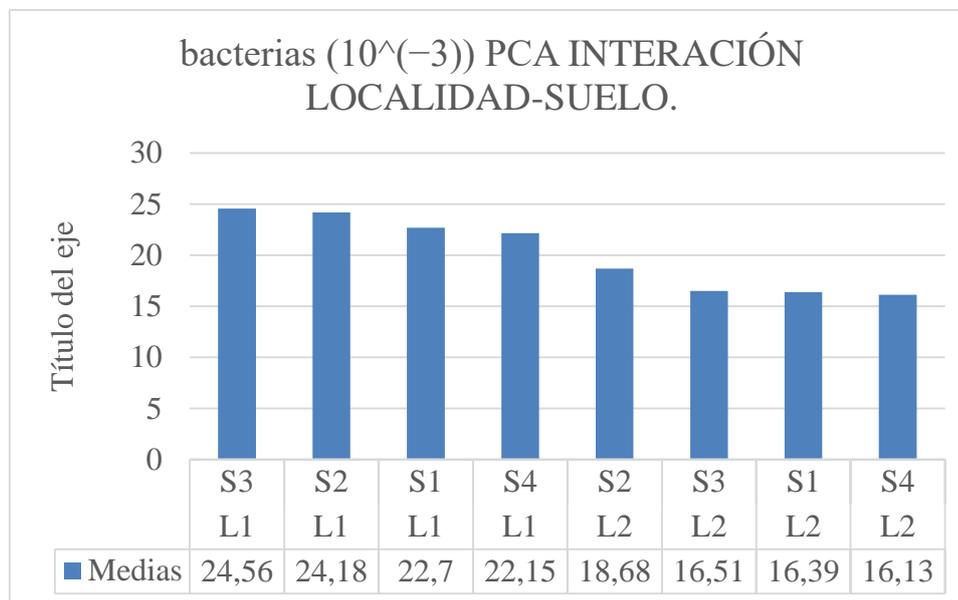
**Tabla 18.** Prueba de Tukey a 5% para población de bacterias ( $10^{-3}$ ) en medio de cultivo PCA interacción de sistema de producción-sustrato.

Sistemas	Sustrato	Medias	Rangos
1	3	24,56	A
1	2	24,18	A
1	1	22,70	A
1	4	22,15	A B
2	2	18,68	B C
2	3	16,51	C
2	1	16,39	C
2	4	16,13	C

Medias con una letra común no son significativas diferentes ( $p > 0.05$ )

En tabla 17. Se observó el resultado de la interacción, clasificando en tres rangos significativos “A, B, C” para la población bacteriana  $10^{-3}$ , en donde se encuentra como mejor interacción L1S3 (sistema orgánico) con 24,56 UFC, se ubicó en el rango “A”, demostrando así que la interacción con menos cantidad de población bacteriana  $10^{-3}$  es L2S4 (sistema convencional) con 16,13 UFC con una cantidad de 16 unidades experimentales y un error estándar de 1,23.

**Figura 20.** Población de bacterias ( $10^{-3}$ ) en medio de cultivo de PCA en la interacción de sistema de producción-sustrato.



## 12.IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICO.)

### 12.1. Impacto Técnico

El desarrollo de este proyecto de investigación nos a ayudado a identificar la cantidad microbiología fúngica y bacteriana presente en el suelo de los sistemas de producción a evaluar para luego lograr obtener una comparación acerca de la calidad microbiana con el conteo de UFC. Además, que permite transmitir a los agricultores y estudiantes de la carrera de ingeniería agronómica un conocimiento de una manera fácil sencilla en la captura, aislamiento e identificación de microorganismos. Adicional a eso se puede almacenar los microorganismos capturados para luego poder darle un uso en beneficio al suelo y a la planta según el hongo o bacteria capturado.

### **12.2. Impacto Social.**

Con este proyecto de investigación realizado se genera un impacto social positivo, con los resultados de la investigación se crea un conocimiento en los estudiantes y docentes de la carrera de ingeniería agronómica, ya que nos permite conocer la actividad de los microorganismos presentes en el suelo, cuantificar e identificar.

### **12.3 Impacto Ambiental.**

Este proyecto de investigación generó varios impactos positivos, nos ayuda a tener un conocimiento real de la cantidad de población microbiana presente en el suelo y así con el aislamiento y multiplicación generar un control adecuado y a la vez disminución de agroquímicos.

### 13.PRESUPUESTO.

**Tabla 19.** Presupuesto de materiales de laboratorio.

<b>Materiales De Laboratorio</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor Unitario \$</b>	<b>Valor Total \$</b>
Agar PDA	1	g/unidad	45,00	45,00
Agar PCA	1	g/unidad	45,00	45,00
Alcohol 96°	1	Litro	2,15	2,15
Papel Absorbente	3	Rollos	1,20	3,60
Papel Film	2	Rollos	2,50	5,00
Papel Parafilm	1	Rollo	15,00	15,00
Papel Aluminio	2	Rollo	1,75	3,50
Cajas Petri De Vidrio	3	Unidades	2,50	7,50
Cajas Petri De Plástico	10	Paquetes	6,00	60,00
Estuche De Disección	1	Unidad	20,00	20,00
Porta Objetos	10	Unidades	0,25	2,50
Cubre Objetos	10	Unidades	0,25	2,50
<b>Subtotal</b>			<b>141,60</b>	<b>X</b>
<b>Total</b>				<b>211,75</b>

**Tabla 20.** Presupuestos materiales en generales

<b>Materiales En General</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor Unitario \$</b>	<b>Valor Total \$</b>
Fundas Ziploc	1	Caja	2,50	2,50
Tarrinas	3	Paquetes	3,75	6,75
Ligas	2	Paquetes	1,00	2,00
Arroz	18	Libras	0,50	9,00
Medias Nylon	12	Paquetes	1,50	18
Costales	32	Unidades	0,30	9,6
Análisis Físico-Químico	1	Unidades	27,42	27,42
<b>Subtotal</b>			<b>36,97</b>	<b>X</b>
<b>Total</b>				<b>75,27</b>

**Tabla 21.** Presupuesto total.

<b>Descripción</b>	<b>Valor Unitario \$</b>	<b>Valor Total \$</b>
Materiales laboratorio	141,6	211,75
Materiales en general	36,97	75,27
<b>Subtotal</b>	<b>178,57</b>	<b>X</b>
<b>Total</b>		<b>287,02</b>

## 14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones.

- En las concentraciones de los sustratos utilizados tenemos como mejor resultado en la localidad N°1 (terraza N°8) el sustrato tres (Arroz+ 6ml de melaza), y en la localidad N°2 (lote N°5) el sustrato dos (Arroz+ 4ml de melaza) para la captura de microorganismos.
- Los hongos encontrados mediante la captura de microorganismos fueron trichoderma spp, Beauveria spp, Metarhizium spp, Rhizopus spp., y en cuanto a bacterias se refiere mediante la tinción se pudo observar que existen bacterias gran positivas y grandes negativas en el suelo de los dos sistemas de producción.
- Se encuentra mayor diversidad de vida microbiológica en la terraza N°8, con una cantidad en la población fúngica de 19,73 UFC y bacteriana con una cantidad de 23 UFC, ya que el sistema de producción está ubicada a una altura diferente, además que el manejo es en un sistema de producción orgánica donde se ha puesto énfasis a la asociación de cultivos y al manejo de materia orgánica, lo que ha promovido la actividad microbiológica del suelo, en relación al sistema convencional de manejo de tomate de árbol, donde la carga de pesticidas para el control tanto de hongos y bacterias pudo haber traído como consecuencia la baja actividad microbiana cuanto al manejo se basa en un sistema de producción agroforestal el cual consiste en agregar al suelo materia orgánica, posee una diversidad de plantas. Esto ayuda a que haya un aumento en microfauna.
- En el análisis de suelo se observó que en los dos sistemas de producción poseen mayor presencia de fósforo (P) como macronutriente. En segundo lugar, al calcio (Ca) en el sistema orgánico y hierro (Fe) en el sistema convencional. Los elementos que se encuentran en menor cantidad son Boro en el sistema orgánico y potasio (K) en el sistema convencional. Además de eso el sistema con mayor pH es el sistema convencional con una cantidad de 9,14 eso quiere decir que es un suelo alcalino y en el sistema orgánico

con una cantidad menor de 8,53, también se considera alcalino. El sistema con mayor presencia de materia orgánica (MO) es el sistema convencional con un porcentaje de 2,2% y en segundo lugar el sistema orgánico con un porcentaje de 2,13%.

### **Recomendaciones**

- Incrementar el uso de materia orgánica en el suelo junto con la asociación de cultivos ya que mejora la fertilidad del suelo porque se promueve la actividad microbiana
- Continuar con investigaciones que indiquen variables de fertilidad y propiedades del suelo en los diferentes sistemas de producción

## 15. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Acurio Vásconez, R. D., & España Imbaquingo, C. K. (2016a). AISLAMIENTO, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE *Trichoderma* spp. COMO PROMOTOR DE CRECIMIENTO VEGETAL EN PASTURAS DE RAYGRASS (*Lolium perenne*) Y TRÉBOL BLANCO (*Trifolium repens*). *La Granja*, 25(1), 53. <https://doi.org/10.17163/lgr.n25.2017.05>

Acurio Vásconez, R. D., & España Imbaquingo, C. K. (2016b). AISLAMIENTO, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE *Trichoderma* spp. COMO PROMOTOR DE CRECIMIENTO VEGETAL EN PASTURAS DE RAYGRASS (*Lolium perenne*) Y TRÉBOL BLANCO (*Trifolium repens*). *La Granja*, 25(1), 53. <https://doi.org/10.17163/lgr.n25.2017.05>

Agraria de La Habana Fructuoso Rodríguez Pérez Cuba González Cueto, U., Coronel, I., Suárez, H., & Agraria de La Habana Fructuoso Rodríguez Pérez La Habana, U. (2009). Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 18(2), 57–63. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93215937011>

Alejandro, J., & Villacís, O. (n.d.). *UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA CARRERA DE INGENIERÍA BIOQUÍMICA.*

ALFARO GUTIÉRREZ IVONNE. (n.d.). *CAMBIOS MORFOLÓGICOS Y FISIOLÓGICOS INDUCIDOS EN *Rhizopus stolonifer*(Ehrenb.:Fr.) Vuill. POR EFECTO DEL QUITOSANO, OLIGOQUITOSANO Y ACEITES ESENCIALES.*

Antropología. (2017). *UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN FACULTAD DE CIENCIAS HISTORICO SOCIALES ESCUELA PROFESIONAL DE ANTROPOLOGÍA Tesis presentada por el Bachiller JOSUE AURELIANO VARGAS CUEVAS para obtener el Título Profesional de Licenciado en.*

*arc050(02)106-118.* (n.d.).

B. Martínez, D. I. Y. R. (n.d.). *rpv01113*.

Benintende, Silvia. (n.d.).  
*parte\_de\_unidades\_10\_y\_11\_microorganismos\_del\_suelo. Benintende, Silvia.*

Castillo, C. E., Cañizalez, L. M., Valera, R., Godoy, J. C., Guedez, C., Olivar, R., & Morillo, S. (n.d.). *CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE BEAUVERIA BASSIANA, AISLADA DE DIFERENTES INSECTOS EN TRUJILLO-VENEZUELA MORPHOLOGICAL CHARACTERISATION OF BEAUVERIA BASSIANA ISOLATES FROM DIFFERENT INSECTS IN TRUJILLO STATE, VENEZUELA* (Issue 23).

Danay Infante, B. M. N. G. y Y. R. (n.d.). *rpv02109*.

DANIEL URIBE y GEORGE KHACHATOURIANS. (n.d.). *Análisis y aplicaciones de la tipificación molecular del genoma mitocondrial de Beauveria bassiana.*

de Educación, D., & de Posgrado, E. (n.d.). *CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA.*

de Los Ángeles, M., Contreras, S., Flores, T. G., del Rosario, T., Talavera, A., Evangelista Martínez, Z., Aracely, N., & López, P. (n.d.). *microbios?*

de Panamá, U., Yarilka Jaén, P., & Him, J. (2020). *CALIDAD MICROBIOLÓGICA Y FÍSICO-QUÍMICA DE LOS SUELOS ALEDAÑOS AL VERTEDERO DE BASURA DE SANTIAGO, VERAGUAS, PANAMÁ. Periodicidad: Semestral, 1(2), 2020.*

Díaz Pérez, M. M., Claudio, C., Martínez, R., & Zhurbenko, D. C. R. (2013). *Enterococcus, medios de cultivo convencionales y cromogénicos Enterococcus, conventional and chromogenic culture media.* In *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología* (Vol. 51, Issue 1). <http://scielo.sld.cu>

*ENTRE LA AGRICULTURA CONVENCIONAL Y LA AGROECOLOGIA.* (2013).

Esaú López-Jácome, L., Hernández-Durán, M., Colín-Castro, C. A., Ortega-Peña, S., Cerón-González, G., & Franco-Cendejas, R. (n.d.). *Las tinciones básicas en el laboratorio de microbiología.*  
www.medigraphic.org.mxwww.medigraphic.org.mx

Feicán-Mejía, C. G. ; E.-A. C. R. (2016). *Aceptado: julio* (Vol. 9).

Ferrera Cerrato, R. , A. A. (n.d.). *CIENCIA ERGOSUM 175 La microbiología del suelo en la agricultura sostenible The Microbial Activity in the Agroecosystem.*

Gelain, J. (n.d.). *UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ JHULIA GELAIN FISILOGIA, COMPONENTES DO MONOCICLO DA PODRIDÃO DE Neovectria ditissima EM FRUTOS E SOBREVIVÊNCIA DE PATÓGENOS EM RAMOS DE MACIEIRA CURITIBA 2017.*

*INIAP-Estación Experimental Santa Catalina.* (n.d.).

Intriago Mendoza, F. R. (2019). La mecanización agrícola y su impacto en el desarrollo agropecuario del Ecuador. *SATHIRI*, 14(2), 289.  
<https://doi.org/10.32645/13906925.910>

Israel Triana Brito, W. (n.d.). *DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS.*

Jackson, R. W., Osborne, K., Barnes, G., Jolliff, C., Zamani, D., Roll, B., Stillings, A., Herzog, D., Cannon, S., & Loveland, S. (2000). Multiregional Evaluation of the SimPlate Heterotrophic Plate Count Method Compared to the Standard Plate Count Agar Pour Plate Method in Water. In *APPLIED AND ENVIRONMENTAL MICROBIOLOGY* (Vol. 66, Issue 1).  
<https://journals.asm.org/journal/aem>

Jose Altamirano Rizo Asesores Rogelio Trabanino, E., Avellaneda, C., Sorto, Y., & Sayda Guzman, L. (n.d.). *Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria Ingeniería Agronómica Proyecto Especial de Graduación Microencapsulación de conidios de*

*Metarhizium anisopliae* mediante secado por aspersión y gelificación iónica  
Estudiante.

Laurin, M., Llosá, M. J., González, V., & Porcuna, J. L. (n.d.). *EL PAPEL DE LA AGRICULTURA ECOLÓGICA EN LA DISMINUCIÓN DEL USO DE FERTILIZANTES Y PRODUCTOS FITOSANITARIOS QUÍMICOS.*

Luz, A., Ossa, D. la, & Jaime, V. (2010). ESTUDIO DE CASO 225 ESTUDIO DE CASO: UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN CON ENFOQUE AGROECOLÓGICO, DEPARTAMENTO DEL MAGDALENA, COLOMBIA STUDY OF CASE: A PRODUCTION SYSTEM WITH AGRO-ECOLOGICAL APPROACH, DEPARTMENT OF MAGDALENA, COLOMBIA. In *Rev. Colombiana cienc. Anim* (Vol. 2, Issue 1).

Manuel, N., Arias, M., Lidia, A., Pérez, S., Lucía, S., Ricalde, C., & Manuel Sánchez Yáñez, J. (n.d.). *Los microorganismos: pequeños gigantes.*

María Valentina Angoa Pérez Sigifredo López Díaz Dra Ana Niurka Hernández Lauzardo Dra Hortencia Gabriela Mena Violante Luis Fernando Ceja Torres, D. (n.d.). *Con gratitud a los Honorables Miembros del Comité Revisor.*

Martínez, B., Infante, D., & Peteira, B. (2015). Taxonomía polifásica y variabilidad en el género *Trichoderma* Polyphasic taxonomy and variability in the genus *Trichoderma*. *Rev. Protección Veg*, 30, 11–22.

*Metodologías\_de\_muestreo\_de\_suelos.* (n.d.).

MICROGEN LTDA. (n.d.). *MICROGEN LTDA Código: ITQ67 INSERTO.*  
www.microgenltda.com.co

N. W., O.-V. (2009). Microorganismos del suelo y su efecto sobre la disponibilidad y absorción de nutrientes por las plantas. In *Materia orgánica biología del suelo y productividad agrícola: Segundo seminario regional comité regional eje cafetero* (pp. 43–71). Cenicafé. [https://doi.org/10.38141/10791/0003\\_3](https://doi.org/10.38141/10791/0003_3)

Padilla-Melo, G. N., Martha, ;, Bernal-Uribe, G., Eugenia Vélez-Arango, P., Esther, ;, & Montoya-Restrepo, C. (2000). *CARACTERIZACIÓN PATOGENICA Y*

*MORFOLÓGICA DE AISLAMIENTOS DE Metarhizium anisopliae OBTENIDOS DE DIFERENTES ORDENES INSECTILES* (Vol. 51, Issue 1).

Patricia Tamez Guerra Director de la tesis, D., Alberto Gómez Flores Secretario, R., & Francisco Sandoval Coronado, C. (n.d.). *AISLAMIENTO Y EFECTIVIDAD DE Beauveria bassiana VILLEMIN PARA EL CONTROL BIOLÓGICO DE LA CUCARACHA URBANA Periplaneta americana L.*

Patzi Marcela Andrea, M., & Villalobos Cynthia, G. (n.d.). *BACTERIAS GRAM NEGATIVAS.*

Quesada, J., Maria, A., & Pazmiño, C. (2012). *Captura, Identificación, Multiplicación, y Aplicación de Microorganismos Eficientes Autóctonos (EMAs), para su aprovechamiento en la Producción Integral Agropecuaria.*

Ramírez, C. (n.d.). *PROTOCOLOS PARA FORMULACIÓN Y APLICACIÓN DEL BIO-INSUMO.*

Rodríguez, P. A., & Arenas, R. (2018). *Hans Christian Gram y su tinción Hans Christian Gram and His Staining.*

Sólido Para El Incremento De La Actividad, L. Y., Molina Shirley Patricia, O., & Sánchez Klever Mauricio Ing Mg, Q. (n.d.). *UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES PROYECTO DE INVESTIGACIÓN “EVALUACIÓN DE Trichoderma spp COMERCIAL Y NATIVO EN FORMA SALACHE, CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI 2021” Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniera Agrónoma AUTORA.*

T. L. Roberts y J. L. Henry. (n.d.). *El muestreo de suelos.*

*TOMATE ÁRBOL Solanun betaceum.* (n.d.). <http://www.procisur.org.uy>

Umaña-Castro, J., Orozco-Cayasso, S., Umaña-Castro, R., & Molina-Bravo, R. (2018). Identificación molecular y características fisiológicas de aislamientos de Trichoderma para el biocontrol de dos patógenos en la piña. *Revista de Ciencias Ambientales*, 53(1), 125. <https://doi.org/10.15359/rca.53-1.7>

Vega N., González A., & Pilar E. (2015). La importancia del suelo en la producción agrícola. *DOSSIER*, 231, 16–25.

Yegres, F., & Araujo, J. A. (2015). *Caracterización microbiológica del suelo, agua y aire en el humedal Quebrada de Guaranao, Paraguaná, estado Falcón*  
*Amibiasis y la Biología de Entamoeba histolytica View project*  
*Extra Heavy Crude Oil Upgrading by Fungal Exoenzymes View project*.  
<https://www.researchgate.net/publication/280114004>

## 16. ANEXOS

### 16.1 Anexos 1: Fotografías del manejo del ensayo

**Figura 21.** Ejecución de trampas de arroz.



**Figura 22.** Colocación de trampas.



**Figura 23.** Capturas de microorganismos.



**Figura 24.** Separación de las muestras por colores.



**Figura 25.** Aislación y etiquetado de las muestras.



**Figura 26.** Recolección de muestras de suelo y análisis de suelo.



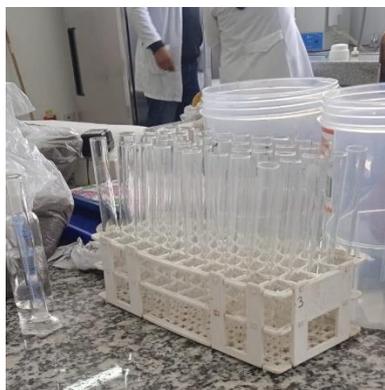
**Figura 27.** Clasificación y pesaje del suelo.



**Figura 28.** Disolución madre.



**Figura 29.** Disoluciones de suelo a la  $10^{-3}$



**Figura 30.** Siembra de suelo en PCA y PDA.



**Figura 31.** Almacenamiento de 24 y 48 horas en la estufa.



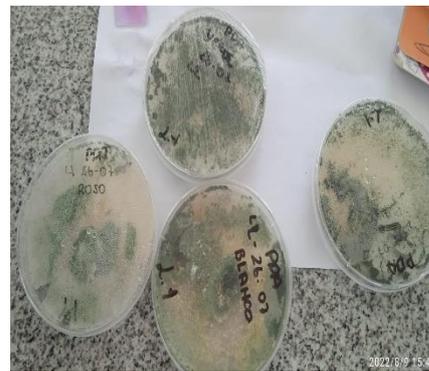
**Figura 32.** Conteo de UFC.



**Figura 33.** Identificación en el microscopio de hongos.



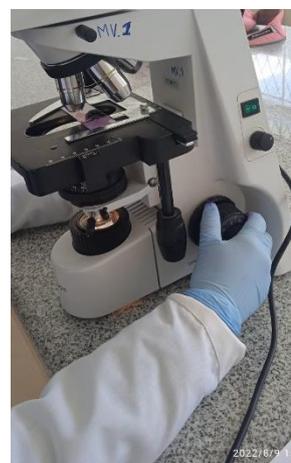
**Figura 34.** Identificación macroscópica.



**Figura 35.** Tincion de bacterias.



**Figura 36.** Identificación de bacterias gran positivas y negativas.



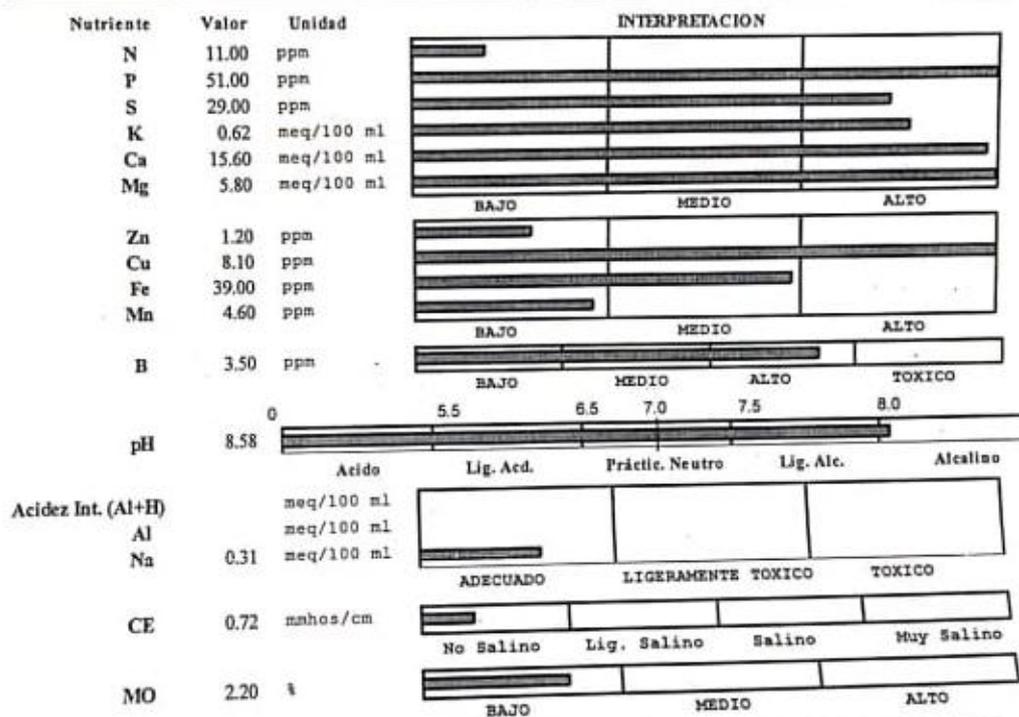


## 16.3 anexo: Análisis físico-químico del sistema convencional.

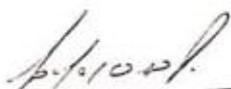
 <b>ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA"</b> <b>LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS</b> Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340 Quito-Ecuador Telf.: 690-691/92/93 Fax: 690-694	

### REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

<b>DATOS DEL PROPIETARIO</b> Nombre : ADALIZ CACHAGO Dirección : LATACUNGA Ciudad : Teléfono : Fax :	<b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b> Nombre : HCDA. SALACHE Provincia : COTOPAXI Cantón : LATACUNGA Parroquia : Ubicación :
<b>DATOS DEL LOTE</b> Cultivo Actual : KIKUYO Cultivo Anterior : KIKUYO Fertilización Ant. : Superficie : Identificación : PARTE BAJA	<b>PARA USO DEL LABORATORIO</b> N° Reporte : 31.263 N° Muestra Lab. : 93523 Fecha de Muestreo : 09/07/2013 Fecha de Ingreso : 10/07/2013 Fecha de Salida : 22/07/2013



Ca	Mg	Ca+Mg	(meq/100ml)	%	ppm	Clase Textural		
Mg	K	K	Σ Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla
2,7	9,4	34,5	22,3					

  
RESPONSABLE LABORATORIO

  
LABORATORISTA

**Anexo No. 4. Aval del Traductor**