



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ EXTENSIÓN EL CARMEN

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

Creada Ley No 10 – Registro Oficial 313 de noviembre 13 de 1985

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERA AGROPECUARIA**

INCORPORACIÓN DE IMPLEMENTOS PARA LA REPRODUCCIÓN DE MICROORGANISMOS EFICIENTES AUTÓCTONOS, DE FORMA SÓLIDA

AUTORA: Ponce Hidalgo Emely Catalina

TUTOR: Ing. Ing. Nexar Vismar Cobeña Loor, Mg.

El Carmen, enero 2026

	NOMBRE DEL DOCUMENTO:	CÓDIGO: PAT-04-F-004
	CERTIFICADO DE TUTOR	REVISIÓN: 1
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	Página I de I

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor de la Extensión El Carmen de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría de la estudiante **Emely Catalina Ponce Hidalgo**, legalmente matriculado en la carrera de Ingeniería Agropecuaria, período académico 2025 (2), cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto es **“Incorporación de implementos para la reproducción de microorganismos eficientes autóctonos, de forma sólida”**

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad del mismo, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

El Carmen, 29 de enero del 2026.



Ing. Nexar Vismar Cobeña Loo, Mg.

Docente Tutor

Área: Agricultura, Silvicultura, Pesca y Veterinaria



UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE

MANABÍ EXTENSIÓN EL CARMEN

APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el Trabajo de Titulación con modalidad Proyecto Integrador, titulado **“Incorporación de implementos para la reproducción de Microorganismos Eficientes Autóctonos, de forma sólida”**, cuya autora es **Emely Catalina Ponce Hidalgo**, de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria y como Tutor de Trabajo de Titulación el Ing. Nexar Vismar Cobeña Loor, Mg.

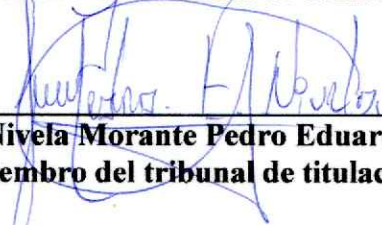
El Carmen, febrero de 2026



Ing. Tacuri Troya Elizabeth Telli, Mg.
Presidente del tribunal de titulación



Ing. Jácome Gómez Janeth Rocío, Mg.
Miembro del tribunal de titulación



Ing. Nivelá Morante Pedro Eduardo, Mg.
Miembro del tribunal de titulación





DECLARACIÓN DE AUTORIA

La responsabilidad de este proyecto de Titulación: **“Incorporación de implementos para la reproducción de Microorganismos Eficientes Autóctonos, de forma sólida”** corresponde exclusivamente a **Emely Catalina Ponce Hidalgo** con C.I 1351684087 y los derechos patrimoniales del mismo a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.

El Carmen – Manabí

Autora



Emely Catalina Ponce Hidalgo
C.I 1351684087

 Uleam

DEDICATORIA

"Encomienda al Señor tu camino, y confía en él; y él hará." – **Salmo 37:5**

Con este versículo en el corazón, dedico este trabajo:

Esta tesis es una carta de amor escrita con datos y referencias. Va dirigida a quienes me enseñaron que detrás de cada ecuación hay vida, y detrás de cada hora de estudio, un propósito.

A Dios, por ser mi guía constante, mi fortaleza en los momentos difíciles y la fuente de sabiduría que me permitió avanzar con fe y esperanza a lo largo de todo este proceso académico. Gracias por darme la oportunidad de crecer, aprender y no rendirme ante los obstáculos.

A mis padres, Hidalgo Moreira Alba Herlinda y Ponce Basurto Jonny Ramon por profundo amor y gratitud, por su apoyo incondicional, su paciencia, sus consejos y su sacrificio constante. Gracias por creer en mí incluso cuando las fuerzas parecían agotarse, por acompañarme en cada paso y por ser el pilar fundamental que hizo posible la culminación de este logro tan importante en mi vida.

Finalmente, me dedico este trabajo a mí misma, como reconocimiento al esfuerzo, la constancia y la determinación demostrados durante este camino. Por las horas de dedicación, por la disciplina, por la perseverancia ante las dificultades y por no renunciar a este objetivo que hoy se convierte en una realidad.

Ponce Hidalgo, Emely Catalina.

AGRADECIMIENTO

"Lo que sabemos es una gota de agua; lo que ignoramos es el océano." – Isaac Newton

A Dios, por ser mi guía y fortaleza en cada etapa de este proceso académico, por brindarme salud, sabiduría y perseverancia para culminar con éxito este trabajo de investigación.

Con gratitud a la Universidad Laica de Eloy Alfaro de Manabí-Extensión el Carmen, institución que ha sido mi hogar académico durante estos años de desafío y aprendizaje.

Al Ing. Nexar Cobeña, mi tutor de tesis, por su orientación y valiosos conocimientos compartidos durante el desarrollo de este trabajo, los cuales contribuyeron significativamente a su correcta ejecución y culminación.

A mis padres, por su apoyo constante, su confianza incondicional y por ser el pilar fundamental en mi formación personal y profesional. Su esfuerzo, consejos y motivación han sido esenciales para alcanzar esta meta.

A mis amigas, las expertas en escapismo terapéutico. A las que me empujaron suavemente cuando me estancaba este viaje no habría tenido el mismo sentido sin ustedes a mi lado, riendo y quejándonos en igual medida, que hicieron del camino un viaje compartido. Gracias, por tanto.

Ponce Hidalgo, Emely Catalina.

ÍNDICE

PORTADA	I
CERTIFICACIÓN.....	II
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	III
DEDICATORIA.....	V
AGRADECIMIENTO	VI
ÍNDICE.....	VII
ÍNDICE DE TABLAS.....	X
ÍNDICE DE FIGURAS	XI
ÍNDICE DE ANEXOS	XII
RESUMEN	XIII
ABSTRACT	XIV
CAPITULO I.....	1
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.1.1 PREGUNTA DE LA INVESTIGACION.....	3
1.2 JUSTIFICACION	3
1.3 OBJETIVOS	4
1.3.1 Objetivo general	4
1.3.1 Objetivos específicos.....	4
1.4 HIPÓTESIS.....	5
1.4.1 Hipótesis nula (H_0).....	5
1.4.2 Hipótesis alternativa (H_1)	5
1.5 METODOLOGÍA	5
1.5.1 Localización de la unidad experimental.....	5
1.5.2 Caracterización climática de la zona	6
1.5.3 Materiales	6
1.5.4 Métodos de investigación.....	6
1.5.5 Fuentes de recolección de información	7
1.5.6 Variables del estudio	7
1.5.7 Tratamientos.....	7
1.5.8 Análisis estadístico	8
CAPITULO II.....	9

2. MARCO TEÓRICO	9
2.1 DEFINICIONES	9
2.2.1 Microorganismos eficientes autóctonos	9
2.1.2 Importancia de los microorganismos eficientes autóctonos.....	10
2.1.3 Funciones de los microorganismos eficientes autóctonos	11
2.1.4 Captación de microorganismos eficientes autóctonos	12
2.1.5 Microorganismos más comunes en los suelos agrícolas	12
2.2 TRABAJOS RELACIONADOS	37
CAPÍTULO III	41
3. DESARROLLO DE LA PROPUESTA.....	41
3.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA O PROCESO.....	41
3.1.1 Antecedentes	41
3.2 DISEÑO Y SELECCIÓN DE TECNOLOGÍAS, HERRAMIENTAS O EQUIPOS A IMPLEMENTAR.....	41
3.2.1 Ubicación de la propuesta	41
3.2.2 Metodología de la propuesta	42
3.2.3 Diseño agronómico	42
3.2.4 Descripción funcional de los componentes	46
3.2.5 Esquema	48
3.2.6 Costo de producción de trampas por tratamiento	49
3.2.7 Cronograma.....	51
3.3 PLAN DE IMPLEMENTACIÓN.....	53
3.3.1 Presupuesto.....	53
3.4 DESCRIPCIÓN Y PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO, HERRAMIENTA O MÉTODO IMPLEMENTADO	53
3.4.1 Variable	53
3.4.2 Unidad experimental	54
3.4.3 Tratamientos.....	54
3.4.4 Características de las unidades experimentales.....	54
3.4.5 Análisis estadístico	54
3.4.6 Datos tomados.....	55
3.5 RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	56
3.5.1 Número de trampas sanas y dañadas.....	56
3.5.2 Eficacia de captura	58

3.5.3 Días a la colonización	59
3.5.4 Número de colonias por muestra de poblaciones de hongos	60
3.5.5 Número de colonias por muestra de bacterias ácido lácticas	63
CAPÍTULO IV	65
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	65
4.1 CONCLUSIONES	65
4.2 RECOMENDACIONES	65
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	67
ANEXOS	77

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características climatológicas de la localidad.	6
Tabla 2. Especificaciones técnicas de la balanza.....	47
Tabla 3. Costo de producción de una trampa para captura de EMA del tratamiento 1 (arroz + melaza).	49
Tabla 4. Costo de producción de una trampa para captura de EMA del tratamiento 2 (arroz + panela molida + carne de pollo).	50
Tabla 5. Cronograma de la primera fase de implementación I.....	51
Tabla 6. Cronograma de la segunda fase de implementación II.....	52
Tabla 7. Presupuesto para captura de EMA de los tratamientos.	53
Tabla 8. Tratamientos evaluados.	54
Tabla 9. Resultados de laboratorio microbiológico sobre el número de colonias por muestra de poblaciones de hongos presentes en las trampas, en los tratamientos evaluados.	61
Tabla 10. Resultados de laboratorio microbiológico sobre el número de colonias por muestra de bacterias ácido lácticas presentes en las trampas, en los tratamientos evaluados.....	63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización geográfica del área de estudio.	5
Figura 2. Descripción general de los beneficios de <i>Pseudomonas</i> spp.	13
Figura 3. Beneficios de <i>Pseudomonas</i> spp. en la agricultura.	16
Figura 4. Descripción general de <i>Bacillus</i> spp.	20
Figura 5. Mecanismo de acción de <i>Bacillus</i> spp.	22
Figura 6. Descripción general de <i>Aspergillus</i> spp.	25
Figura 7. Colonización de <i>Aspergillus</i> spp.	27
Figura 8. Descripción general de <i>Penicillium</i> spp.	29
Figura 9. Mecanismo de acción de <i>Penicillium</i> spp.	31
Figura 10. Mecanismo de acción de <i>Trichoderma</i> spp.	33
Figura 11. Control biológico de <i>Trichoderma</i> spp.	35
Figura 12. Arroz cocido ubicado en las tarrinas.	42
Figura 13. Pesaje de los ingredientes de cada tratamiento.	43
Figura 14. Tratamiento 1 (Arroz y melaza) y Tratamiento 2 (Arroz, carne y panela molida).	43
Figura 15. Zona boscosa donde se ubicó las trampas.	44
Figura 16. Trampas totalmente ubicadas.	45
Figura 17. Monitoreo de colonización de trampas.	45
Figura 18. Recolección de muestras de los tratamientos.	46
Figura 19. Balanza electrónica Camry.	48
Figura 20. Esquema del proceso de captura de EMA.	49
Figura 21. Promedio de número de trampas sanas y dañadas por tratamiento.	57
Figura 22. Promedio de eficacia de captura de microorganismos por tratamiento.	59
Figura 23. Promedio de días a la colonización de microorganismos en trampas por tratamiento.	60
Figura 24. Porcentaje de mohos por género y especie identificados en cada tratamiento.	63

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Facturas de compras de insumos y equipos.....	77
Anexo 2. Insumos de las trampas del tratamiento 1 y 2.....	78
Anexo 3. Resultados de laboratorio Microbiolab T1 y T2.....	79
Anexo 4. Resultados de laboratorio Multianalityca T1 y T2.	81
Anexo 5. Factura de los laboratorios.....	83

RESUMEN

Para evaluar la incorporación de implementos en función a la reproducción de microorganismos eficientes autóctonos, de forma sólida, llevada a cabo en la granja experimental Río Suma de la “Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí” extensión El Carmen, ubicada en la provincia de Manabí, Ecuador, se realizó una prueba de funcionamiento mediante prueba de T de Student. Los tratamientos evaluados fueron, T1 (arroz + melaza) y T2 (arroz + carne de pollo + panela) mismos que permanecieron 21 en trampas en campo. Manifestando, a través del análisis de las trampas sanas una diferencia significativa en la eficacia de captura entre ambos tratamientos. El T1, basado en arroz y melaza, alcanzó una eficacia del 80% en la captura de UFC (unidades formadoras de colonias), cuando las trampas se mantienen en condiciones óptimas. Los microorganismos mediante las trampas mostraron diferencias significativas según el sustrato utilizado tanto en la abundancia relativa como en la diversidad de géneros fúngicos capturados. El tratamiento T1 (arroz + melaza) permitió el aislamiento del género *Aspergillus* spp (90,90%), seguido de *Penicillium* spp (9,09%). Por su parte, el tratamiento T2 (arroz + carne de pollo + panela) presentó una mayor diversidad fúngica, con *Aspergillus* spp (66,66%), *Penicillium* spp (26,66%) y *Trichoderma* spp (3,35%), estos fueron identificados microscópicamente en el laboratorio Microbiolab. El análisis económico reveló que el costo unitario de producción varió según la composición del sustrato. El T1 (arroz + melaza) presentó un costo de \$0,83 por trampa, en comparación con \$1,49 del T2 (arroz + carne de pollo + panela), representando este último un incremento del 79,5%.

Palabras clave: Trampas de captura, Eficiencia de captura, Abundancia relativa, Diversidad fúngica.

ABSTRACT

To evaluate the incorporation of implements based on the reproduction of autochthonous efficient microorganisms, in solid form, carried out at the Río Suma experimental farm of the "Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí" extension El Carmen, located in the province of Manabí, Ecuador, a performance test was conducted using a Student's t-test. The treatments evaluated were T1 (rice + molasses) and T2 (rice + chicken meat + panela), which remained in field traps for 21 days. The analysis of intact traps revealed a significant difference in capture efficiency between both treatments. T1, based on rice and molasses, achieved an 80% efficiency in capturing CFU (colony-forming units), provided the traps were kept under optimal conditions. The microorganisms captured by the traps showed significant differences depending on the substrate used, both in relative abundance and in the diversity of fungal genera captured. Treatment T1 (rice + molasses) allowed the isolation of the genus *Aspergillus* spp (90.90%), followed by *Penicillium* spp (9.09%). Meanwhile, treatment T2 (rice + chicken meat + panela) exhibited greater fungal diversity, with *Aspergillus* spp (66.66%), *Penicillium* spp (26.66%), and *Trichoderma* spp (3.35%), which were microscopically identified at the Microbiolab laboratory. The economic analysis revealed that the unit production cost varied according to substrate composition. T1 (rice + molasses) had a cost of \$0.83 per trap, compared to \$1.49 for T2 (rice + chicken meat + panela), the latter representing an increase of 79.5%.

Keywords: Capture traps, Capture efficiency, Relative abundance, Fungal diversity.

CAPITULO I

1. INTRODUCCIÓN

En el contexto actual de transición hacia prácticas agrícolas sostenibles, el uso de microorganismos eficientes autóctonos (MEA) representa una estrategia clave para fortalecer la biología del suelo y promover la agricultura regenerativa (Urgiles et al., 2023). Estos microorganismos, recolectados directamente de ecosistemas locales como bosques, suelos fértiles o zonas en descomposición controlada (Bravo et al., 2006), están naturalmente adaptados a las condiciones ambientales específicas del lugar, lo que incrementa su eficacia en comparación con cepas comerciales o introducidas (Carreras, 2011). La reproducción de estos MEA mediante métodos sólidos utilizando matrices como salvado de arroz, residuos vegetales secos, compost o cascarilla ofrece ventajas logísticas y funcionales frente a los métodos líquidos, tales como mayor estabilidad microbiológica, facilidad de transporte y almacenamiento, así como una aplicación directa al suelo sin necesidad de diluciones complejas (Mesa et al., 2020).

A nivel mundial, la incorporación de implementos para la reproducción de microorganismos eficientes autóctonos (MEA) en forma sólida ha ganado relevancia como estrategia agroecológica sostenible (Martínez et al., 2018). Esta práctica se ha consolidado en diversas regiones, promoviendo la autosuficiencia de los agricultores y la mejora de la salud del suelo (Santoyo et al., 2021).

En América Latina, países como Brasil y Colombia han implementado proyectos que incorporan implementos para la reproducción de MEA en forma sólida (Orlando et al., 2020). En el Centro Biotecnológico del Caribe en Colombia, se han utilizado compostadoras y bandejas de secado para producir abonos orgánicos compostados de alta calidad, utilizando MEA adaptados a la región (Wei et al., 2014).

En este contexto, la incorporación de implementos adecuados cobra un papel fundamental para asegurar la eficiencia del proceso (Wei et al., 2014). Herramientas como fermentadores artesanales, sistemas de aireación pasiva, tambores rotatorios o bandejas de secado permiten controlar factores críticos como la temperatura, la humedad y la

oxigenación del medio, optimizando la reproducción microbiana (Posada et al., 2016). Además, estos implementos, en su mayoría de bajo costo y fácil acceso, permiten escalar la producción de MEA sólidos en entornos rurales o comunitarios, fomentando la autonomía técnica y reduciendo la dependencia de insumos externos (Canchignia et al., 2015). Este enfoque no solo impulsa la resiliencia agroecológica, sino que también contribuye a restaurar la salud del suelo y mejorar la productividad de los cultivos de manera natural y sostenible (Gholami et al., 2009).

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La agricultura enfrenta un gran desafío en la producción sostenible de alimentos para abastecer a la población mundial. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) estimó un crecimiento poblacional de un 13 % para el año 2030 y un 30 % para 2050, por tanto, se necesitará un incremento del 70 % de las producciones agrícolas para satisfacer los problemas de desnutrición y garantizar la seguridad alimentaria (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2022).

Los MA se consideran un cultivo mixto de microorganismos benéficos que al ser inoculados incrementan la actividad biológica del suelo y los mecanismos de defensa, potencian la nutrición, el crecimiento y el rendimiento de las plantas (Álvarez et al., 2022; Núñez et al., 2023). Los MA al interactuar con las plantas, favorecen la síntesis de aminoácidos, ácidos nucleicos, vitaminas, hormonas y otras sustancias bioactivas antioxidantes que benefician el desarrollo vegetal, a su vez la aplicación de MA incrementa las poblaciones microbianas del suelo, equilibran a nivel edáfico el agroecosistema, potencian la nutrición de las plantas y su crecimiento, así como suprimen ciertas especies fitopatógenas (Meena y Meena, 2023).

Algunas alternativas microbianas como las levaduras se relacionan con la producción de hormonas y enzimas que intervienen en la división celular activa en las plantas, sus secreciones son sustratos útiles para la alimentación de otros microorganismos eficientes como los hongos, considerados como especies relacionadas con la transformación y degradación de restos orgánicos, lo cual aporta elementos nutritivos a las plantas y

sintetizan metabolitos secundarios y antibióticos que regulan las poblaciones de microorganismos fitopatógenos. Otro ejemplo claro podrían ser los actinomicetos intervienen en la descomposición de los residuos orgánicos del suelo y como antagonistas de ciertas especies fitopatógenas (Castro et al., 2019; Goswami et al., 2024).

La acción conjunta de estos grupos microbianos posee un efecto en la activación de importantes procesos fisiológicos-metabólicos en las plantas, que mejoran el crecimiento, el rendimiento y las propiedades del suelo (Lambert *et al.*, 2023). El objetivo de esta investigación será evaluar el efecto de la incorporación de implementos para la reproducción de microorganismos eficientes autóctonos, de forma sólida.

1.1.1 PREGUNTA DE LA INVESTIGACION

¿La incorporación de técnicas de captura, sus implementos necesarios y su correcto protocolo de ejecución para la reproducción de EMAS de forma sólida permitió una idónea reproducción y adaptabilidad de estos, así mismo, permitió la identificación de cada uno de ellos?

1.2 JUSTIFICACION

En el contexto actual de la agricultura, el uso intensivo de agroquímicos ha generado una creciente degradación del suelo, disminución de la biodiversidad microbiana y pérdida de fertilidad natural (Andrade et al., 2023). Esta situación ha motivado la búsqueda de alternativas sostenibles que permitan mejorar la productividad agrícola sin comprometer los recursos naturales (Pérez et al., 2023). En este sentido, los microorganismos eficientes autóctonos (MEA) se presentan como una herramienta biotecnológica clave para la regeneración de suelos, el manejo orgánico de cultivos y la reducción del uso de insumos químicos externos (Fanelli et al., 2020).

Sin embargo, la aplicación práctica de los MEA en sistemas agrícolas se ha visto limitada por la falta de métodos estandarizados y accesibles para su reproducción y conservación, especialmente en su forma sólida, que ofrece mayor estabilidad, facilidad de transporte y aplicación en campo (Mia et al., 2005). Por ello, la incorporación de

implementos adecuados para la reproducción sólida de MEA representa una solución innovadora y de gran valor para los agricultores, ya que facilita la producción local y a bajo costo de estos bioinsumos, adaptados a las condiciones específicas del entorno (Ithal et al., 2022).

Esta investigación es pertinente porque propone un modelo de implementación tecnológica que responde a las necesidades reales del sector agrícola, especialmente de los pequeños y medianos productores que buscan alternativas sostenibles (Oliveira Paiva et al., 2021). Además, promueve el aprovechamiento del microbiota local, lo que se traduce en una mejora directa en la salud del suelo, el rendimiento de los cultivos y la resiliencia agroecológica frente a condiciones adversas (Abdullah et al., 2021).

Este proyecto de investigación contribuye a fortalecer las bases para una agricultura más sostenible, eficiente y regenerativa, mediante el diseño e incorporación de implementos que faciliten la reproducción sólida de microorganismos benéficos autóctonos, alineándose con los principios de soberanía alimentaria, economía circular y cuidado del medio ambiente.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo general

- ✚ Reproducir microorganismos eficientes autóctonos, de forma sólida, con la implementación de los materiales necesarios,

1.3.1 Objetivos específicos

- ✚ Establecer la eficacia de la captura de microorganismos para la reproducción de microorganismos eficientes autóctonos, de forma sólida.
- ✚ Identificar los microorganismos capturados en las trampas utilizadas en la investigación para la reproducción de microorganismos eficientes autóctonos, de forma sólida.
- ✚ Determinar el costo de los tratamientos evaluados con la incorporación de implementos en la reproducción de microorganismos eficientes autóctonos, de forma sólida.

1.4 HIPÓTESIS

1.4.1 Hipótesis nula (H_0)

La incorporación de técnicas de captura, sus implementos necesarios y su correcto protocolo de ejecución para la reproducción de EMAS de forma sólida mejoran la reproducción y adaptabilidad de estos, así mismo, la identificación de cada uno de ellos.

1.4.2 Hipótesis alternativa (H_1)

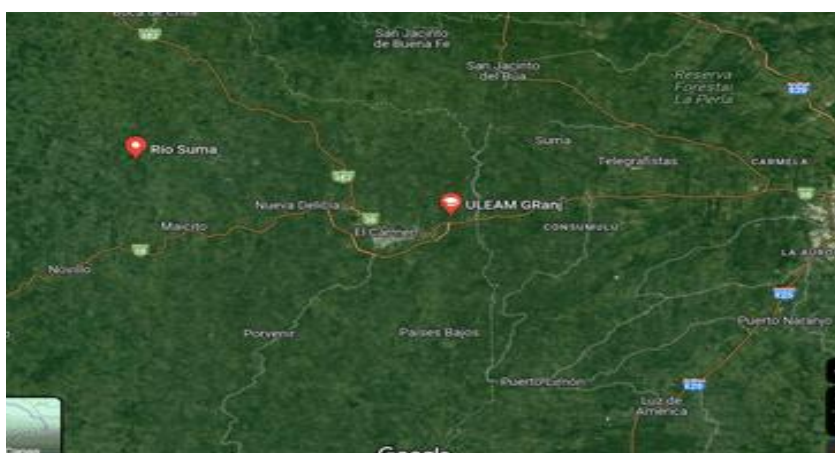
La incorporación de técnicas de captura, sus implementos necesarios y su correcto protocolo de ejecución para la reproducción de EMAS de forma sólida no mejoran la reproducción y adaptabilidad de estos, así mismo, la identificación de cada uno de ellos.

1.5 METODOLOGÍA

1.5.1 Localización de la unidad experimental

La investigación se ejecutó en la zona boscosa de la granja experimental “Río Suma”, perteneciente a la Carrera de Ingeniería Agropecuaria, de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM), Extensión El Carmen.

Figura 1. Localización geográfica del área de estudio.



*Nota: En la figura se aprecia la localización geográfica donde se llevará a cabo la investigación.
Tomado de Google Maps, (2025).*

1.5.2 Caracterización climática de la zona

Las características climáticas del sitio donde se desarrolló el ensayo son las expuestas en la Tabla 1.

Tabla 1
Características climatológicas de la localidad.

Características	El Carmen
Clima	Trópico Húmedo
Temperatura (°C)	24
Humedad Relativa (%)	86%
Heliofanía (Horas luz año ⁻¹)	1026,2
Precipitación media anual (mm)	2659
Altitud (msnm)	249

Tomado de: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI, 2022).

1.5.3 Materiales

- ✚ Tarrinas
- ✚ Mallas Nylon
- ✚ Liga
- ✚ Arroz
- ✚ Melaza
- ✚ Pollo
- ✚ Balanza digital
- ✚ Rótulos
- ✚ Marcadores
- ✚ Libreta de campo

1.5.4 Métodos de investigación

Para esta investigación se utilizará un enfoque inductivo y deductivo ya que estas estrategias de razonamiento lógico son útiles en esta investigación porque nos permiten obtener premisas o una conclusión a los objetivos propuestos, respaldados con un marco analítico definido.

1.5.5 Fuentes de recolección de información

Las fuentes de información fueron de naturaleza primaria y secundaria; las fuentes primarias correspondieron a la observación, mientras que las secundarias correspondieron a la búsqueda de información necesaria de libros, revistas científicas, entre otras, que fueron utilizadas para discutir los hallazgos o resultados derivados de la investigación.

1.5.6 Variables del estudio

Variable independiente:

- ✚ Material de las trampas

Variable dependiente:

- ✚ Número de trampas sanas
- ✚ Número de trampas dañadas
- ✚ Eficacia de tratamiento
- ✚ Número de días de colonización
- ✚ Número de colonias por muestra de poblaciones de hongos
- ✚ Número de colonias por muestra de bacterias ácido lácticas

1.5.7 Tratamientos

Los tratamientos empleados en la investigación detalladamente fueron los siguientes:

T1: El tratamiento 1 consta de la preparación de cada trampa mezclando homogéneamente 200 g de arroz cocido con 400 ml de melaza, asegurando una distribución uniforme del sustrato. Realizando un intervalo de dos revisiones (días 7 y 15).

T2: El tratamiento 2 consta de la preparación de cada trampa mezclando 200 g de arroz cocido con 100 g de panela previamente molida y 100 g de carne de pollo, cortada en trozos pequeños para facilitar la descomposición. Realizando un intervalo de dos revisiones (días 7 y 15).

1.5.8 Análisis estadístico

Para la prueba de funcionamiento de la implementación de una balanza digital en el proceso de evaluación de trampas y captura de microorganismos eficiente, se llevó a cabo una prueba de T para muestras independientes.

CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 DEFINICIONES

2.2.1 Microorganismos eficientes autóctonos

Los microorganismos eficientes autóctonos (EMA) fueron desarrollados en la década de los setenta, por el profesor Teruo Higa de la Facultad de Agricultura de la Universidad de Ryukyus en Okinawa, Japón (Andrade et al., 2023). Teóricamente este producto comercial se encuentra conformando esencialmente por tres diferentes tipos de organismos: levaduras, bacterias ácido-lácticas y bacterias fotosintéticas (Urgiles et al., 2023), las cuales desarrollan una sinergia metabólica que permite su aplicación en diferentes campos de la ingeniería, según sus promotores (Silva, 2020).

Por lo tanto, se considera que los EMA son una combinación de microorganismos beneficiosos de cuatro géneros principales: bacterias fototróficas, levaduras, bacterias productoras de ácido láctico y hongos de fermentación (Mesa et al., 2020). Estos microorganismos son efectivos cuando entran en contacto con materia orgánica y secretan sustancias beneficiosas como vitaminas, ácidos orgánicos, minerales quelatados y fundamentalmente sustancias antioxidantes (Cortés et al., 2023).

Además, mediante su acción cambian la micro y macroflora de los suelos y mejoran el equilibrio natural (Santoyo et al., 2021), de manera que los suelos causantes de enfermedades se conviertan en suelos supresores de enfermedades, y ésta se transforme a su vez en tierra (suelo) azimogénico (Orlando et al., 2020). A través de los efectos antioxidantes promueven la descomposición de la materia orgánica y aumentan el contenido de humus (Kálmán et al., 2023).

Se expresa que los (EMA) se presentan únicamente en forma líquida y contienen microorganismos útiles y seguros (Khan et al., 2020). No es un fertilizante, ni un químico, no es sintético y no ha sido modificado genéticamente (Wulandari et al., 2021). Este se

utiliza junto con la materia orgánica para enriquecer los suelos y para mejorar la flora y la labranza (Kumar et al., 2022). Dichos microorganismos se encuentran en estado latente y por lo tanto se utiliza para hacer otros productos secundarios de microorganismos eficientes (Castillo, 2022).

2.1.2 Importancia de los microorganismos eficientes autóctonos

Existen microorganismos en el aire, en el suelo, en nuestros intestinos, en los alimentos que consumimos, en el agua que bebemos (Chávez et al., 2020). Las condiciones actuales de contaminación y uso excesivo de sustancias químicas sintéticas han causado la proliferación de especies de microorganismos considerados degeneradores (Castillo, 2022).

Estos microorganismos a grandes rasgos son causantes de enfermedades en plantas y animales y generan malos olores y gases nocivos al descomponer residuos orgánicos (Andrade et al., 2023). Los microorganismos eficientes, como inoculante microbiano, reestablece el equilibrio microbiológico del suelo (Urgiles et al., 2023), mejorando sus condiciones fisicoquímicas, incrementando la producción de los cultivos y su protección; además conserva los recursos naturales, generando una agricultura sostenible (Silva, 2020). Entre los efectos sobre el desarrollo de los cultivos se pueden encontrar.

En las plantas:

Morocho y Mora (2019), descubrieron algunas importancias del uso de microorganismo en plantas, detallados a continuación:

- ✚ Aumento de la velocidad y porcentaje de germinación de las semillas, por su efecto hormonal, similar al del ácido giberélico.
- ✚ Aumento del vigor y crecimiento del tallo y raíces, desde la germinación hasta la emergencia de las plántulas, por su efecto como rizo bacterias promotoras del crecimiento vegetal.
- ✚ Incremento de las probabilidades de supervivencia de las plántulas.
- ✚ Genera un mecanismo de supresión de insectos y enfermedades en las plantas, ya que pueden inducir la resistencia sistémica de los cultivos a enfermedades.

- ✚ Consume los exudados de raíces, hojas, flores y frutos, evitando la propagación de organismos patógenos y desarrollo de enfermedades.
- ✚ Incrementa el crecimiento, calidad y productividad de los cultivos.
- ✚ Promueven la floración, fructificación y maduración por sus efectos hormonales en zonas meristemáticas.
- ✚ Incrementa la capacidad fotosintética por medio de un mayor desarrollo foliar.

En los suelos:

Los efectos de los microorganismos en el suelo están enmarcados en el mejoramiento de las características físicas, biológicas y supresión de enfermedades. Así pues, entre sus efectos se pueden mencionar: Efectos en las condiciones físicas del suelo: mejora la estructura y agregación de las partículas del suelo, reduce su compactación, incrementa los espacios porosos y mejora la infiltración del agua. Efectos en la microbiología del suelo: suprime o controla las poblaciones de microorganismos patógenos que se desarrollan en el suelo por competencia. Incrementa la biodiversidad microbiana (Nostoc Biotech, 2023).

2.1.3 Funciones de los microorganismos eficientes autóctonos

Para Tencio (2015), los Microorganismos de Montaña (MM) constituyen una herramienta biológica fundamental para la sostenibilidad agrícola y pecuaria, gracias a su gran capacidad de regeneración ecosistémica. Su implementación permite optimizar procesos biotecnológicos naturales que van desde la nutrición vegetal hasta la sanidad animal. A continuación, se detallan sus principales beneficios y aplicaciones en el campo:

- ✚ Descomponen la materia orgánica y hacen más disponibles los nutrientes que hay en el suelo.
- ✚ Inhiben el crecimiento de microorganismos dañinos en el suelo.
- ✚ Tienen efectos hormonales que promueven el follaje, la floración y fructificación.
- ✚ Degradan sustancias tóxicas (plaguicidas) y mejoran la calidad del suelo.
- ✚ Aplicando los MM al agua y al alimento se mejora la digestión de los animales de granja.
- ✚ Aceleran la germinación de semillas.

- ✚ Controlan los malos olores y las moscas en fincas pecuarias y lagunas de oxidación.

2.1.4 Captación de microorganismos eficientes autóctonos

Como ya se ha mencionado, existe una técnica que permite capturar los microorganismos autóctonos de las granjas para su posterior proliferación y aplicación dentro del mismo campo y los cultivos encontrados en éste (Mesa et al., 2020). Para poder capturar de forma eficaz un grupo importante de microorganismos autóctonos del suelo de la granja, primero debemos ubicar un área adecuada donde proceder a ubicar las trampas, preparar el sustrato adecuado para capturar los microorganismos, y luego de su captura proceder a su potenciación y reproducción para su posterior uso dentro del proceso productivo (Cortés et al., 2023).

2.1.5 Microorganismos más comunes en los suelos agrícolas

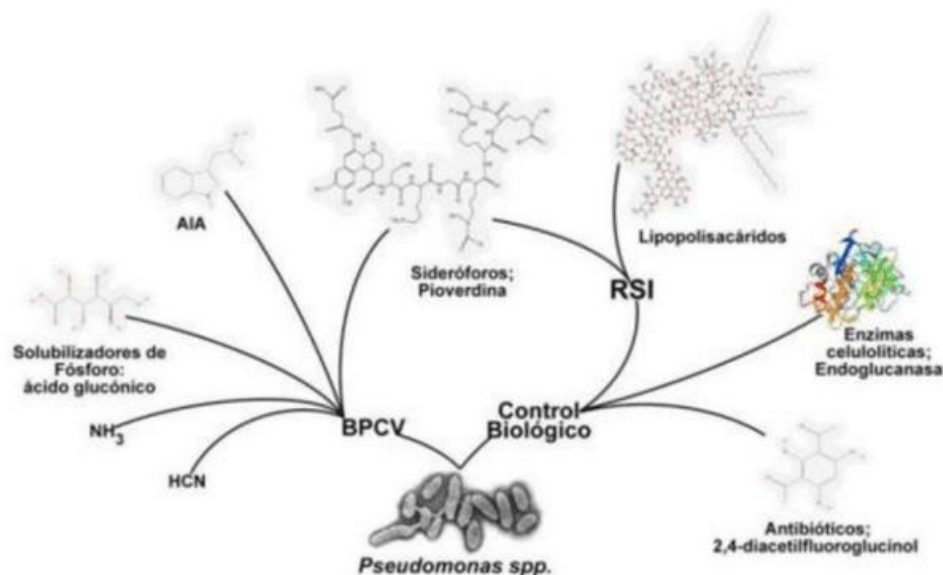
2.1.5.1 *Pseudomonas* spp.

El género *Pseudomonas* spp. comprende un grupo amplio y diverso de bacterias que ha sido extensamente estudiado debido a su relevancia ecológica, agrícola, ambiental y clínica (Palacios et al., 2023). Desde el punto de vista taxonómico, este género se ubica dentro del dominio Bacteria, el cual agrupa organismos procariotas caracterizados por la ausencia de núcleo definido y organelos membranosos. Las bacterias de este dominio presentan una estructura celular simple, pero altamente eficiente, que les permite colonizar una gran variedad de ambientes naturales y artificiales (Valente y Cabel, 2025).

Dentro del dominio Bacteria, *Pseudomonas* spp. pertenece al filo Pseudomonadota, anteriormente denominado Proteobacteria (Saggese et al., 2025). Este filo incluye bacterias Gram negativas con una membrana externa rica en lipopolisacáridos, lo que les confiere características estructurales y fisiológicas particulares (Oliveira et al., 2021). El filo Pseudomonadota es uno de los más extensos y metabólicamente diversos del reino bacteriano, e incluye microorganismos con funciones clave en los ciclos biogeoquímicos del carbono, nitrógeno y otros elementos esenciales (Rodríguez, 2022).

Figura 2

Descripción general de los beneficios de Pseudomonas spp.



Nota: En la figura se aprecia el modo de acción que ejerce *Pseudomonas* spp., cuando se encuentra presente en el suelo Tomado de Carrillo y Ramírez (2022b).

A nivel de clase, *Pseudomonas* spp. se clasifica dentro de las Gammaproteobacteria, un grupo que reúne bacterias con alta adaptabilidad ambiental y gran diversidad funcional (Rodríguez, 2022). Las Gammaproteobacteria incluyen tanto especies de vida libre como organismos asociados a plantas, animales y humanos (Saavedra et al., 2017). Este grupo se caracteriza por presentar una elevada versatilidad metabólica, lo que permite a sus miembros prosperar en ambientes con condiciones variables de nutrientes, oxígeno y humedad (Hascoët, 2019).

En un nivel taxonómico inferior, el género *Pseudomonas* se encuentra dentro del orden Pseudomonadales (Sánchez et al., 2021). Las bacterias pertenecientes a este orden son, en su mayoría, aerobias estrictas, aunque algunas especies pueden desarrollarse bajo condiciones microaerófilas. Además, presentan una notable capacidad para degradar compuestos orgánicos simples y complejos, lo que las convierte en actores fundamentales en los procesos de descomposición y reciclaje de materia orgánica en suelos, cuerpos de agua y ambientes naturales (Costa et al., 2021).

Dentro del orden Pseudomonadales, *Pseudomonas* spp. forma parte de la familia

Pseudomonadaceae. Esta familia agrupa bacterias con morfología bacilar, Gram negativas, no esporuladas y generalmente móviles gracias a la presencia de uno o más flagelos polares (Caceres et al., 2020). La movilidad es una característica ecológicamente relevante, ya que permite a estas bacterias desplazarse hacia zonas con mayor disponibilidad de nutrientes o condiciones ambientales favorables, especialmente en el suelo y la rizósfera (Carrillo y Ramírez, 2022b).

El género *Pseudomonas* se define por una serie de características fenotípicas y fisiológicas distintivas (Carrillo y Ramírez, 2022a). En términos generales, las bacterias de este género son bacilos Gram negativos, aerobios, catalasa positivos y oxidasa positivos (Covarelli et al., 2010). Presentan una notable versatilidad metabólica que les permite utilizar una amplia variedad de fuentes de carbono y energía, lo que explica su amplia distribución en ambientes como suelos agrícolas, zonas boscosas, agua dulce, agua marina y superficies vegetales (Andrade et al., 2023).

Desde una perspectiva taxonómica moderna, *Pseudomonas* spp. es considerado un género complejo, cuya clasificación ha sido objeto de múltiples revisiones a lo largo del tiempo. Inicialmente, la clasificación se basaba en características fenotípicas y bioquímicas; sin embargo, el desarrollo de herramientas moleculares, como el análisis del gen 16S rRNA y la secuenciación genómica completa, ha permitido una delimitación más precisa de las especies. Estas metodologías han conducido a la reclasificación de varias especies y a la redefinición de los límites del género (Urgiles et al., 2023).

En la actualidad, el género *Pseudomonas* incluye más de 250 especies válidamente publicadas, las cuales se agrupan en diferentes complejos filogenéticos, como el complejo *Pseudomonas aeruginosa*, *Pseudomonas fluorescens* y *Pseudomonas putida* (Pérez Bautista et al., 2016). Estos complejos reflejan relaciones evolutivas basadas en similitudes genómicas y funcionales, y presentan diferencias importantes en cuanto a su ecología, metabolismo y potencial biotecnológico (Silva, 2020).

La correcta clasificación taxonómica de *Pseudomonas* spp. resulta fundamental para comprender su papel en los ecosistemas del suelo, especialmente en ambientes agrícolas y boscosos (Fanelli et al., 2018). Muchas especies de este género están estrechamente asociadas a la rizósfera, donde participan en la promoción del crecimiento vegetal, la

solubilización de nutrientes y el control biológico de patógenos (Caceres et al., 2020). Esta diversidad funcional está directamente relacionada con la diversidad taxonómica del género, lo que resalta la importancia de una identificación precisa en estudios microbiológicos (Sánchez et al., 2021).

Finalmente, la taxonomía de *Pseudomonas* spp. continúa en constante actualización debido a los avances en genómica comparativa y bioinformática (Saavedra et al., 2017). El uso de genomas completos y análisis filogenómicos ha permitido mejorar la resolución taxonómica y comprender con mayor profundidad la evolución y diversidad de este género (Hascoët, 2019). En este contexto, la clasificación taxonómica de *Pseudomonas* no solo tiene un valor descriptivo, sino que constituye una base esencial para investigaciones ecológicas, agrícolas y microbiológicas, como las relacionadas con la captura de microorganismos mediante trampas de arroz (Caceres et al., 2020).

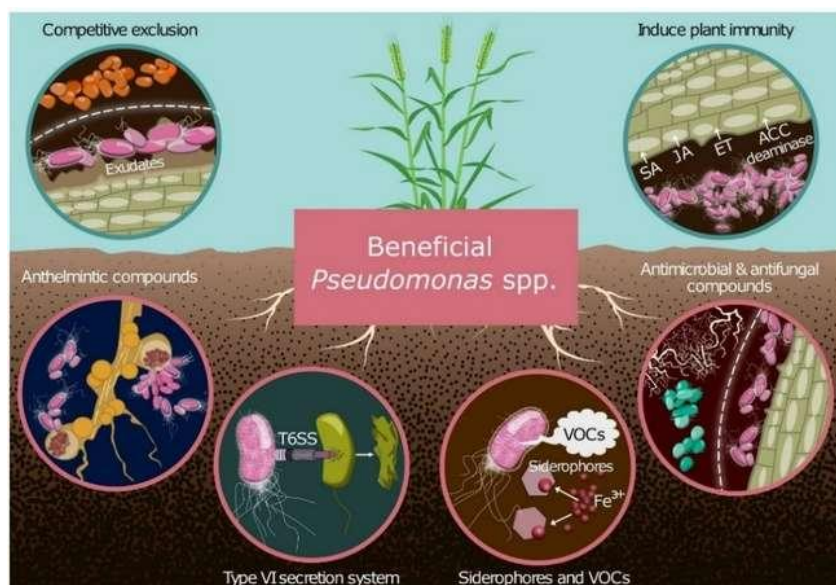
a. Importancia de Pseudomonas spp. en la agricultura

El género *Pseudomonas* spp. desempeña un papel fundamental en los sistemas agrícolas debido a su amplia distribución en los suelos y a su notable versatilidad metabólica (Sánchez et al., 2021). Estas bacterias forman parte natural del microbiota del suelo y, en particular, de la rizósfera, donde interactúan estrechamente con las raíces de las plantas (Rodríguez, 2022). Su presencia está asociada a múltiples procesos biológicos que contribuyen al mejoramiento de la fertilidad del suelo, la sanidad vegetal y la sostenibilidad de los sistemas productivos (Rodríguez et al., 2020).

Una de las principales razones por las que *Pseudomonas* spp. es considerada de gran importancia en la agricultura es su capacidad para actuar como bacteria promotora del crecimiento vegetal (Sánchez et al., 2021). Muchas especies de este género producen fitohormonas, como auxinas (principalmente ácido indolacético), que estimulan el desarrollo radicular, mejoran la absorción de agua y nutrientes y favorecen el crecimiento general de las plantas. Este efecto resulta especialmente relevante en cultivos agrícolas establecidos en suelos con limitaciones nutricionales (Pereira da Silva et al., 2023).

Figura 3

Beneficios de Pseudomonas spp. en la agricultura.



Nota: En la figura se aprecia algunas especies de *Pseudomonas* spp. en la agricultura. Tomada de Rodríguez (2022).

Asimismo, *Pseudomonas* spp. contribuye significativamente a la disponibilidad de nutrientes en el suelo. Algunas cepas tienen la capacidad de solubilizar fósforo insoluble, transformándolo en formas asimilables por las plantas (Silva et al., 2023). Este proceso es de gran importancia agrícola, ya que el fósforo es uno de los nutrientes más limitantes en muchos suelos tropicales y subtropicales. Al aumentar la eficiencia del uso de este nutriente, *Pseudomonas* spp. reduce la dependencia de fertilizantes químicos y mejora la productividad de los cultivos (De Vong Chong et al., 2023).

Otra función clave de *Pseudomonas* spp. en la agricultura es su papel en el control biológico de patógenos del suelo. Numerosas especies producen antibióticos, sideróforos y compuestos antifúngicos que inhiben el crecimiento de microorganismos fitopatógenos como *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Pythium* y *Phytophthora* (Borges et al., 2020). Estos mecanismos de antagonismo ayudan a disminuir la incidencia de enfermedades radiculares, lo que se traduce en plantas más sanas y mayores rendimientos agrícolas (Valbuena et al., 2023).

Los sideróforos producidos por *Pseudomonas* spp. cumplen una función particularmente importante en la competencia microbiana del suelo. Estos compuestos

quelan el hierro disponible, un elemento esencial para muchos microorganismos, limitando así el crecimiento de patógenos (De Vong Chong et al., 2023). Al mismo tiempo, las plantas pueden beneficiarse indirectamente de este proceso, ya que se reduce la presión de organismos causantes de enfermedades. Este mecanismo ha sido ampliamente estudiado como una alternativa sostenible al uso de fungicidas químicos (Silva et al., 2023).

Además de su acción directa contra patógenos, *Pseudomonas* spp. puede inducir resistencia sistémica en las plantas. Este fenómeno ocurre cuando la bacteria activa mecanismos de defensa en el hospedero vegetal, preparándolo para responder de manera más eficiente ante futuros ataques de patógenos (Cedeño et al., 2025). La inducción de resistencia sistémica representa una estrategia natural de protección vegetal que contribuye a la reducción del uso de agroquímicos y al manejo integrado de plagas y enfermedades (Rodríguez et al., 2020).

En el contexto de la agricultura sostenible, *Pseudomonas* spp. adquiere un valor estratégico por su potencial como bioinsumo. Muchas cepas han sido desarrolladas como biofertilizantes y biopesticidas, ofreciendo una alternativa ecológica y económicamente viable frente a los insumos sintéticos (Sagge et al., 2025). El uso de microorganismos benéficos como *Pseudomonas* contribuye a la conservación de la biodiversidad del suelo y a la mejora de la estructura y actividad biológica del mismo (Valente et al., 2025).

Otro aspecto relevante es la capacidad de *Pseudomonas* spp. para participar en la degradación de residuos orgánicos y compuestos tóxicos presentes en el suelo agrícola. Algunas especies poseen rutas metabólicas que les permiten degradar pesticidas, hidrocarburos y otros contaminantes, ayudando a la biorremediación de suelos degradados. Este proceso no solo mejora la calidad del suelo, sino que también reduce el impacto ambiental de las actividades agrícolas intensivas (Borges et al., 2020).

En suelos agrícolas tropicales y boscosos, *Pseudomonas* spp. contribuye activamente a la dinámica microbiana y a la estabilidad del ecosistema edáfico. Su interacción con otros microorganismos, como hongos benéficos y bacterias fijadoras de nitrógeno, favorece el equilibrio biológico del suelo (De Vong Chong et al., 2023). Este equilibrio es esencial para mantener procesos como la descomposición de la materia orgánica y la mineralización de nutrientes, fundamentales para la productividad agrícola a largo plazo (Palacios et al., 2023).

Finalmente, la importancia de *Pseudomonas* spp. en la agricultura se refleja en su potencial para integrarse en estrategias de manejo agroecológico (Hurtado et al., 2020). La aplicación de estas bacterias como inoculantes microbianos permite mejorar la resiliencia de los cultivos frente a condiciones adversas como sequía, salinidad o estrés nutricional. En este sentido, *Pseudomonas* spp. representa una herramienta clave para avanzar hacia sistemas agrícolas más eficientes, sostenibles y respetuosos con el medio ambiente (Donato et al., 2021).

b. Color y apariencia de Pseudomonas spp. en trampas de arroz

Las bacterias del género *Pseudomonas* spp. pueden presentar diversas coloraciones visibles cuando son capturadas mediante trampas de arroz y posteriormente observadas durante el proceso de colonización o en análisis de laboratorio (Valente et al, 2025). Estas coloraciones están directamente relacionadas con la producción de pigmentos secundarios, el tipo de especie presente y las condiciones ambientales del sitio de captura, como humedad, disponibilidad de oxígeno y nutrientes del sustrato (Santoyo et al., 2021).

Uno de los colores más característicos asociados a *Pseudomonas* spp. es el verde amarillento fluorescente, el cual se debe principalmente a la producción de un sideróforo denominado pyoverdina. Este pigmento es común en especies del complejo *Pseudomonas fluorescens* y suele observarse tanto en medios de cultivo como en sustratos orgánicos ricos en carbono, como el arroz (Vargas et al., 2015). En trampas de arroz ubicadas en zonas boscosas, este color puede apreciarse como manchas verdes claras o amarillentas sobre la superficie del sustrato (Shen et al., 2013).

Otra coloración frecuentemente asociada a *Pseudomonas* spp. es el azul verdoso, producto de la síntesis del pigmento pyocianina, característico de *Pseudomonas aeruginosa*. Aunque esta especie es más conocida por su importancia clínica, también puede encontrarse en suelos naturales (Kálmán et al., 2023). En trampas de arroz, la presencia de este pigmento puede manifestarse como zonas húmedas con tonalidades azuladas o verde oscuro, especialmente en ambientes con alta humedad (Zin et al, 2020).

En algunos casos, las colonias de *Pseudomonas* spp. pueden presentar una coloración blanquecina, crema o ligeramente translúcida, especialmente durante las etapas iniciales de

colonización (Thiep et al., 2019). Estas colonias suelen carecer de pigmentación intensa y pueden confundirse con otros grupos bacterianos. Sin embargo, con el avance del tiempo y bajo condiciones favorables, algunas cepas pueden intensificar la producción de pigmentos, volviéndose más evidentes visualmente (Andrade et al., 2023).

En trampas de arroz instaladas en zonas boscosas, la colonización por *Pseudomonas* spp. suele observarse como una biopelícula superficial de aspecto húmedo, brillante o viscoso (Costa et al., 2021). La coloración puede variar desde verde pálido hasta verde oscuro, dependiendo de la densidad bacteriana y de la interacción con otros microorganismos presentes en el sustrato. Estas biopelículas son indicativas de una colonización activa y metabólicamente funcional (Sousa et al., 2024).

Es importante señalar que la coloración observada en trampas de arroz no constituye un método definitivo de identificación, ya que otros microorganismos, como hongos y bacterias pigmentadas, pueden presentar colores similares (De Vong Chong et al., 2023). No obstante, la presencia de tonalidades verdes fluorescentes o azul verdosas, combinada con un crecimiento bacteriano húmedo y no algodonoso, puede ser un indicio preliminar de la presencia de *Pseudomonas* spp (Palacios et al., 2023).

Finalmente, para confirmar la identidad de *Pseudomonas* spp. capturada en trampas de arroz, es necesario complementar la observación visual con análisis microbiológicos de laboratorio, como pruebas bioquímicas, observación en medios selectivos (por ejemplo, agar King B) y, de ser posible, técnicas moleculares (Valente et al., 2025). Aun así, el estudio de los colores y características macroscópicas observadas en las trampas representa una herramienta inicial valiosa para la evaluación del proceso de captura y colonización microbiana en estudios de campo (Saggeese et al., 2025).

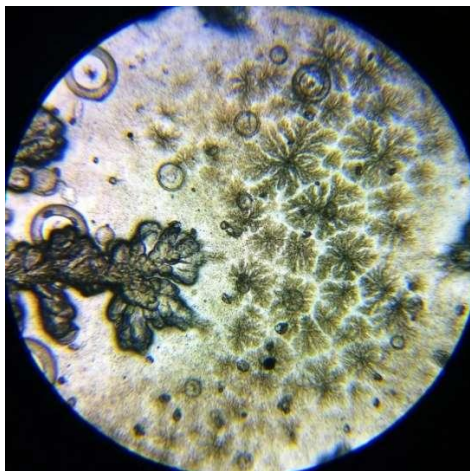
2.1.6.2 *Bacillus* spp

El género *Bacillus* spp. comprende un grupo amplio de bacterias de gran importancia ecológica, agrícola, industrial y científica (Silva et al., 2023). Estas bacterias pertenecen al dominio Bacteria y se caracterizan principalmente por ser Gram positivas, con forma de bacilos y con la notable capacidad de formar endosporas, estructuras altamente resistentes que les permiten sobrevivir en condiciones ambientales adversas (Sousa et al., 2024). Gracias a esta característica, *Bacillus* spp. se encuentra ampliamente distribuido en diversos

ecosistemas, especialmente en el suelo (Saggese et al., 2025).

Figura 4

Descripción general de Bacillus spp.



Nota: En la figura se aprecia a *Bacillus* spp. observado a mayor escala mediante un microscopio. Tomado de Castañedo et al., (2024).

Desde el punto de vista taxonómico, *Bacillus* spp. pertenece al filo Firmicutes (actualmente Bacillota), clase Bacilli, orden Bacillales y familia Bacillaceae. Este género incluye una gran diversidad de especies, muchas de las cuales han sido reclasificadas en géneros relacionados debido a los avances en taxonomía molecular. Sin embargo, *Bacillus* continúa siendo uno de los géneros bacterianos más estudiados y relevantes (Rodríguez et al., 2020).

Las bacterias del género *Bacillus* son, en su mayoría, aerobias o anaerobias facultativas, catalasa positivas y con una elevada versatilidad metabólica (Hascoët, 2019). Pueden utilizar una amplia gama de compuestos orgánicos como fuente de carbono y energía, lo que explica su capacidad para colonizar distintos ambientes. Su metabolismo eficiente les permite participar activamente en procesos de degradación de materia orgánica y reciclaje de nutrientes (Rodríguez, 2022).

Una de las características más distintivas de *Bacillus* spp. es la formación de endosporas, estructuras metabólicamente inactivas que se producen cuando las condiciones ambientales son desfavorables, como escasez de nutrientes, desecación o temperaturas extremas (Pereira da Silva et al., 2023). Estas endosporas pueden permanecer viables durante largos períodos de tiempo en el suelo, germinando cuando las condiciones vuelven a ser

favorables. Esta capacidad explica la persistencia de *Bacillus* en suelos agrícolas y boscosos (Saggese et al., 2025).

Morfológicamente, las células vegetativas de *Bacillus* spp. presentan forma de bastón y pueden disponerse de manera individual, en pares o en cadenas (Palacios et al., 2023). Las colonias en medios de cultivo suelen ser opacas, de bordes irregulares y con una textura seca o rugosa, aunque estas características pueden variar según la especie y las condiciones de crecimiento. Muchas especies producen enzimas extracelulares que les permiten degradar proteínas, almidones y lípidos presentes en el ambiente (Hurtado et al., 2020).

El género *Bacillus* incluye especies con una amplia diversidad funcional. Algunas son saprófitas y participan activamente en la descomposición de residuos orgánicos, mientras que otras pueden asociarse a plantas, animales o incluso actuar como patógenos oportunistas (De Vong Chong et al., 2023). No obstante, la mayoría de las especies de *Bacillus* presentes en el suelo desempeñan funciones beneficiosas para los ecosistemas naturales y agrícolas (Castañedo et al., 2024).

En ambientes edáficos, *Bacillus* spp. se encuentra principalmente en la capa superficial del suelo, donde hay mayor disponibilidad de oxígeno y materia orgánica (Rodríguez Hernández et al., 2020). Su abundancia está influenciada por factores como el pH, la humedad, la temperatura y el contenido de nutrientes. Debido a su resistencia y adaptabilidad, estas bacterias suelen ser uno de los primeros grupos en colonizar sustratos orgánicos, como residuos vegetales o trampas de arroz (Rodríguez, 2022).

En estudios microbiológicos, *Bacillus* spp. es frecuentemente aislado debido a su facilidad de crecimiento y a la resistencia de sus esporas a tratamientos térmicos, lo que permite su selección frente a otros microorganismos (Hascoët, 2019). Esta característica ha sido ampliamente utilizada en investigaciones sobre microbiología del suelo y captura de microorganismos en campo (Costa et al., 2021).

2.1.5.2 Importancia de *Bacillus* spp. en la agricultura

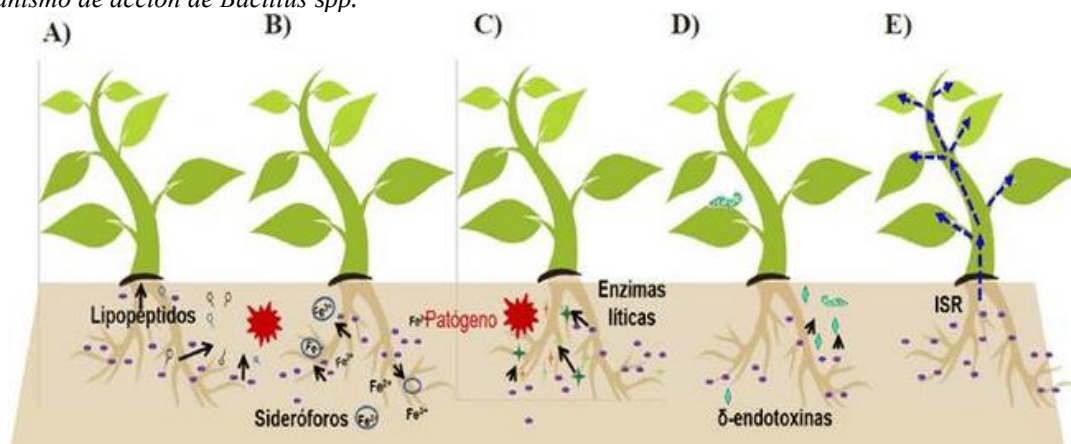
La importancia de *Bacillus* spp. en la agricultura radica en su capacidad para mejorar la salud del suelo, promover el crecimiento vegetal y proteger a las plantas frente a

patógenos. Estas bacterias forman parte del grupo de microorganismos promotores del crecimiento vegetal (PGPR) y son ampliamente utilizadas en estrategias de agricultura sostenible y manejo integrado de cultivos (Martínez et al., 2018).

Uno de los principales beneficios de *Bacillus* spp., es su participación en la mejora de la fertilidad del suelo. Muchas especies producen enzimas que degradan la materia orgánica, liberando nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo y azufre (Wulandari et al., 2021). Este proceso favorece la disponibilidad de nutrientes para las plantas y contribuye al mantenimiento de suelos productivos a largo plazo (Figura 5). Además, puede solubilizar fósforo y otros minerales presentes en formas no disponibles para las plantas (Kumar et al., 2022). Este mecanismo es especialmente importante en suelos tropicales y altamente meteorizados, donde el fósforo suele estar fijado. Al aumentar la eficiencia del uso de nutrientes, estas bacterias reducen la necesidad de fertilizantes químicos (Abdullah et al., 2021).

Figura 5

Mecanismo de acción de *Bacillus* spp.



Nota: En la figura se refleja el mecanismo de distribución y control que ejerce *Bacillus* spp. en el suelo.

Tomado de Cedeño et al., (2025).

Otra función clave de *Bacillus* spp. en la agricultura es el control biológico de patógenos. Muchas especies producen antibióticos, lipopeptidos, enzimas hidrolíticas y otros compuestos antimicrobianos que inhiben el crecimiento de hongos y bacterias fitopatógenas (Tyśkiewicz et al., 2022). Entre los patógenos comúnmente controlados se encuentran *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Pythium* y *Phytophthora*. *Bacillus* spp. también puede inducir resistencia sistémica en las plantas, activando mecanismos de defensa que permiten una respuesta más rápida y eficiente frente a ataques de patógenos. Esta capacidad fortalece la sanidad vegetal y reduce la dependencia de fungicidas y pesticidas sintéticos (Orlando et al.,

2020).

Desde el punto de vista del crecimiento vegetal, muchas cepas de *Bacillus* producen fitohormonas, como auxinas y giberelinas, que estimulan el desarrollo radicular y el crecimiento aéreo de las plantas. Un sistema radicular más desarrollado mejora la absorción de agua y nutrientes, lo que se traduce en plantas más vigorosas y productivas (Ochieno, 2021).

Una ventaja adicional de *Bacillus* spp. es su capacidad de formar esporas, lo que facilita su formulación y aplicación como bioinsumo agrícola (Yang et al., 2022). A diferencia de otras bacterias, *Bacillus* puede mantenerse viable durante largos períodos en productos comerciales, lo que ha impulsado su uso en biofertilizantes y biopesticidas (Ugando et al., 2023).

En sistemas agrícolas sostenibles, *Bacillus* spp. contribuye a la reducción del impacto ambiental, al disminuir el uso de insumos químicos y mejorar la calidad del suelo. Su aplicación favorece la biodiversidad microbiana y fortalece la resiliencia de los agroecosistemas frente a condiciones de estrés, como sequía o degradación del suelo (Silva et al., 2020).

a. Color y apariencia de *Bacillus* spp. en trampas de arroz

Cuando *Bacillus* spp. es capturado mediante trampas de arroz, su presencia se manifiesta principalmente a través de colonias bacterianas de colores claros, que contrastan con otros microorganismos como hongos filamentosos (Silva, 2020). Generalmente, *Bacillus* spp. no produce pigmentos intensos, por lo que sus colonias suelen presentar tonalidades blancas, crema, beige o ligeramente amarillentas (Viveros et al., 2022). En trampas de arroz colocadas en suelos agrícolas o zonas boscosas, la colonización por *Bacillus* spp. suele observarse como una capa opaca y seca sobre la superficie del arroz. A diferencia de los hongos, que presentan un crecimiento algodonoso o filamentosos, *Bacillus* forma colonias compactas, de aspecto mate y textura rugosa (Ibarra, 2019).

En etapas iniciales de colonización, las colonias pueden ser pequeñas, circulares y de color blanco brillante (Cedeño et al., 2022). Con el paso del tiempo y el aumento de la

densidad bacteriana, estas colonias pueden volverse más irregulares y adquirir una tonalidad crema o amarillenta (Verdesoto, 2018). La coloración puede variar ligeramente dependiendo de la especie y de las condiciones ambientales, como la humedad y la disponibilidad de nutrientes. En ambientes con alta humedad, *Bacillus* spp. puede formar biopelículas superficiales, que se observan como una película delgada, opaca y blanquecina sobre el arroz (Palacios et al., 2023).

Estas biopelículas indican una colonización activa y una elevada actividad metabólica. Sin embargo, no presentan colores verdes, azules o negros, lo que ayuda a diferenciarlas de otros microorganismos como *Pseudomonas* o ciertos hongos (Valbuena et al., 2023). Es importante destacar que la observación del color en trampas de arroz constituye solo un indicador preliminar de la presencia de *Bacillus* spp. Para una identificación confirmatoria, es necesario realizar análisis microbiológicos en laboratorio, como tinción de Gram, pruebas bioquímicas y observación de la formación de endosporas (De Vong Chong et al., 2023).

En el contexto de estudios de captura de microorganismos, la presencia de colonias blancas o crema, secas y no filamentosas en trampas de arroz suele asociarse frecuentemente con *Bacillus* spp., especialmente cuando estas trampas se ubican en suelos con alta actividad microbiana (Silva et al., 2023).

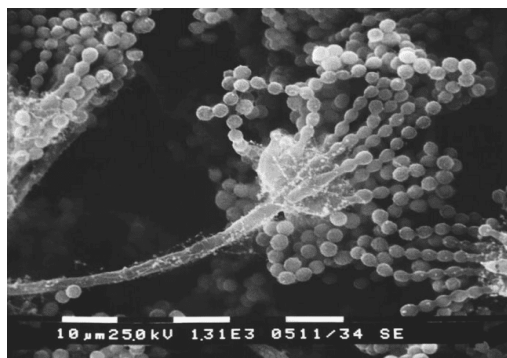
2.1.5.3 *Aspergillus* spp.

El género *Aspergillus* spp. comprende un amplio grupo de hongos filamentosos de gran importancia ecológica, agrícola, industrial y sanitaria. Estos microorganismos pertenecen al Reino Fungi y se caracterizan por su crecimiento rápido, su capacidad de colonizar diversos sustratos orgánicos y su amplia distribución en el ambiente (Targino et al., 2023). *Aspergillus* spp. es uno de los géneros fúngicos más comunes encontrados en el suelo, aire, restos vegetales y alimentos. Desde el punto de vista taxonómico, *Aspergillus* spp. se ubica en el filo Ascomycota, clase Eurotiomycetes, orden Eurotiales y familia Aspergillaceae (Urgiles et al., 2023). Este género incluye cientos de especies, muchas de ellas de gran interés económico y ecológico. Algunas especies son saprófitas, otras fitopatógenas y algunas oportunistas para animales y humanos (Tomaseto et al., 2020).

Morfológicamente, *Aspergillus* spp. se caracteriza por presentar hifas septadas, hialinas o ligeramente pigmentadas, que forman un micelio bien desarrollado. Su estructura reproductiva asexual es distintiva, ya que produce conidióforos erectos que terminan en una vesícula, de la cual se originan las fiálides responsables de la formación de conidios. Esta estructura facilita su identificación microscópica (Caceres et al., 2020).

La reproducción de *Aspergillus* spp. ocurre principalmente de forma asexual, mediante la producción de conidios que se dispersan fácilmente por el aire. Esta alta capacidad de dispersión explica su frecuente presencia en ambientes naturales y agrícolas. Algunas especies también pueden presentar reproducción sexual, aunque esta es menos común (Hascoët, 2019). En el suelo, *Aspergillus* spp. desempeña un papel fundamental como descomponedor de materia orgánica, participando en la degradación de residuos vegetales ricos en celulosa, hemicelulosa y lignina (Figura 6). Gracias a la producción de enzimas extracelulares, estos hongos contribuyen al reciclaje de nutrientes esenciales para los ecosistemas (Costa et al., 2021).

Figura 6
Descripción general de *Aspergillus* spp.



Nota: esta figura refleja la vista de *Aspergillus* spp. en laboratorio. Tomado de Hurtado et al., (2020).

Aspergillus spp. se adapta fácilmente a condiciones ambientales variables, tolerando amplios rangos de temperatura, pH y humedad (Targino et al., 2023). Muchas especies pueden desarrollarse en ambientes relativamente secos, lo que les confiere una ventaja competitiva frente a otros hongos. Esta adaptabilidad explica su frecuente aparición en suelos agrícolas, silvestres y en trampas de arroz expuestas al ambiente (Sáenz et al., 2019).

Dentro del género existen especies ampliamente estudiadas, como *Aspergillus niger*, *A. flavus*, *A. fumigatus* y *A. terreus*. Cada una presenta características fisiológicas y

ecológicas particulares, lo que demuestra la diversidad funcional del género (Rodríguez et al., 2020). Algunas especies son beneficiosas, mientras que otras pueden causar enfermedades en plantas o producir micotoxinas. En estudios microbiológicos, *Aspergillus* spp. es fácilmente detectable debido a su crecimiento rápido y a la producción de colonias visibles a simple vista (Cedeño et al., 2025). Esta característica lo convierte en un hongo frecuente en estudios de captura de microorganismos mediante trampas orgánicas, como el arroz (Pereira da Silva et al., 2023).

a. Importancia de *Aspergillus* spp. en la agricultura

La importancia de *Aspergillus* spp. en la agricultura está estrechamente relacionada con su rol en la dinámica del suelo, el reciclaje de nutrientes y su interacción con los cultivos. Este género fúngico puede tener efectos tanto beneficiosos como perjudiciales, dependiendo de la especie, las condiciones ambientales y el sistema de manejo agrícola (Andrade et al., 2023).

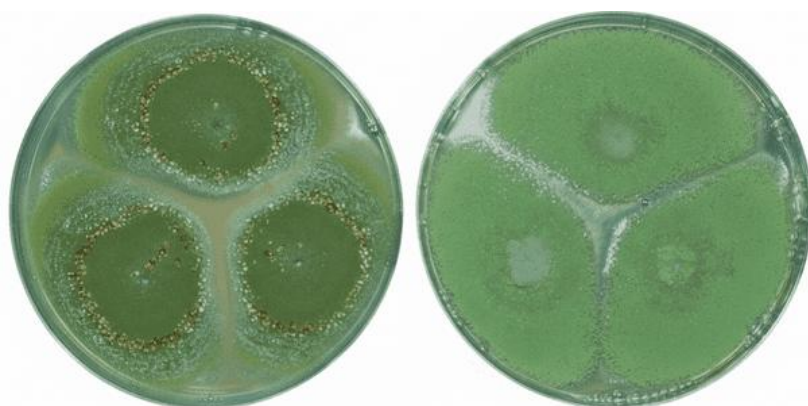
Uno de los principales aportes de *Aspergillus* spp. en los agroecosistemas es su función como descomponedor de residuos orgánicos. Al degradar restos vegetales, estos hongos liberan nutrientes esenciales que pueden ser reutilizados por las plantas (Mesa et al., 2020). Este proceso mejora la fertilidad del suelo y contribuye al mantenimiento de su estructura. *Aspergillus* spp. produce una amplia gama de enzimas extracelulares, como amilasas, celulasas, proteasas y fosfatasas, que facilitan la mineralización de nutrientes. En particular, algunas especies tienen la capacidad de solubilizar fósforo, haciéndolo más disponible para las plantas, lo que es especialmente importante en suelos pobres o altamente fijadores de este nutriente (Silva, 2020).

En agricultura sostenible, ciertas especies de *Aspergillus* spp. han sido estudiadas por su potencial como microorganismos promotores del crecimiento vegetal. Estas especies pueden estimular el desarrollo radicular, mejorar la absorción de nutrientes y favorecer el crecimiento de los cultivos mediante mecanismos indirectos relacionados con la mejora del suelo (Santoyo et al., 2021).

No obstante, algunas especies de *Aspergillus* spp. pueden representar un riesgo agrícola, ya que son capaces de producir micotoxinas, como las aflatoxinas, que contaminan

granos y productos agrícolas (Lin et al., 2015). *Aspergillus flavus* es uno de los ejemplos más conocidos, debido a su impacto negativo en la calidad y seguridad de los alimentos (Figura 7). Además, ciertas especies pueden actuar como patógenos oportunistas de plantas, causando pudriciones o deterioro de semillas almacenadas. Estas interacciones negativas hacen necesario un manejo adecuado del suelo y del almacenamiento de productos agrícolas para evitar pérdidas económicas (Cortés et al., 2023).

Figura 7
Colonización de *Aspergillus* spp.



Nota: En la figura se refleja la colonización de *Aspergillus* spp. en discos de zanahoria evaluados en un laboratorio microbiológico. Tomado de Hurtado et al., (2020).

En el contexto del manejo integrado de suelos, la presencia de *Aspergillus* spp. puede ser indicativa de una alta actividad microbiana, especialmente en sistemas con abundante materia orgánica (Urgiles et al., 2023). Su presencia en trampas de arroz refleja un ambiente favorable para la colonización fúngica y una dinámica activa de descomposición (Carrillo y Ramírez, 2022a). En sistemas agroecológicos, *Aspergillus* spp. puede contribuir a la estabilidad microbiana del suelo, interactuando con bacterias y otros hongos. Estas interacciones influyen en la disponibilidad de nutrientes y en la supresión natural de patógenos del suelo (Tomaseto et al., 2020).

b. Color y apariencia de *Aspergillus* spp. en trampas de arroz

Cuando *Aspergillus* spp. es capturado en trampas de arroz, su presencia es fácilmente reconocible debido a su crecimiento filamentosos y algodonoso, característico de los hongos (Costa et al., 2021). A diferencia de las bacterias, *Aspergillus* forma colonias aéreas bien desarrolladas que cubren parcial o totalmente la superficie del arroz. El color de *Aspergillus*

spp. en trampas de arroz es altamente variable, dependiendo de la especie presente y del estado de maduración de las colonias (Hascoët, 2019). En etapas iniciales, el micelio suele ser blanco o blanquecino, lo que indica un crecimiento activo del hongo. Con el tiempo, la producción de conidios da lugar a colores más intensos (Rodríguez et al., 2020).

Entre las coloraciones más comunes se encuentran el negro (*Aspergillus niger*), verde oliva o verde oscuro (*A. fumigatus*), verde amarillento (*A. flavus*) y, en algunos casos, tonos *marrones o grisáceos. Estas coloraciones suelen observarse como manchas irregulares que se expanden rápidamente sobre el arroz (Sagge et al., 2025). En trampas de arroz ubicadas en zonas boscosas o agrícolas, *Aspergillus* spp. puede cubrir grandes áreas del sustrato, formando una capa espesa y pulverulenta debido a la abundante producción de esporas. Al manipular la trampa, estas esporas pueden liberarse fácilmente al ambiente (De Vong Chong et al., 2023).

La textura de las colonias de *Aspergillus* spp. es generalmente algodonosa o aterciopelada, lo que permite diferenciarlas visualmente de bacterias como *Bacillus* o *Pseudomonas*, que presentan colonias más compactas o húmedas (Valbuena Rodríguez et al., 2023). Esta característica es clave para la identificación preliminar en campo. Es importante señalar que la observación del color en trampas de arroz es una herramienta indicativa, pero no definitiva para la identificación de la especie (ANACAFE, 2024). La confirmación requiere análisis microscópicos y de laboratorio, donde se evalúa la estructura de los conidióforos y conidios (Hurtado et al., 2020).

En estudios de captura de microorganismos, la presencia de colonias oscuras, verdes o negras, de crecimiento rápido y filamentoso en trampas de arroz, suele estar asociada con *Aspergillus* spp., especialmente en ambientes con alta humedad y abundante materia orgánica (Sagge et al., 2025).

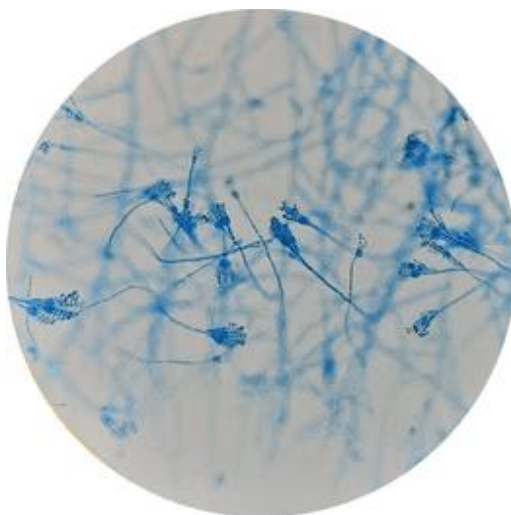
2.1.5.4 *Penicillium* spp.

El género *Penicillium* spp. comprende un grupo amplio y diverso de hongos filamentosos ampliamente distribuidos en la naturaleza (Carrillo y Ramírez, 2022b). Estos microorganismos pertenecen al Reino Fungi y se caracterizan por su rápido crecimiento, su alta capacidad de colonización de sustratos orgánicos y su papel fundamental en procesos de

descomposición (Figura 8). *Penicillium* spp. es uno de los géneros fúngicos más frecuentes en el suelo, el aire, restos vegetales, alimentos y ambientes agrícolas (Shen et al., 2013).

Figura 8

Descripción general de Penicillium spp.



Nota: En la figura se muestra a *Penicillium* spp desde un análisis microbiológico a gran escala. Tomado de Donato et al., (2021).

Desde el punto de vista taxonómico, *Penicillium* spp. se clasifica dentro del filo Ascomycota, clase Eurotiomycetes, orden Eurotiales y familia Aspergillaceae. Este género incluye más de 300 especies descritas, lo que refleja su elevada diversidad morfológica y funcional (Rodríguez, 2022). Muchas de estas especies han sido ampliamente estudiadas debido a su importancia ecológica, industrial y médica. Morfológicamente, *Penicillium* spp. presenta hifas septadas, generalmente hialinas, que forman un micelio denso y bien desarrollado (Carrillo y Ramírez, 2022a). Su principal característica distintiva es la estructura reproductiva asexual conocida como conidióforo en forma de pincel, de donde deriva el nombre del género. Estos conidióforos producen cadenas de conidios que facilitan la dispersión del hongo en el ambiente (Ali Siddiqui y Ehteshamul Haque, 2001).

La reproducción de *Penicillium* spp. ocurre principalmente de manera asexual, mediante la formación de conidios que se dispersan fácilmente por el aire (CENTA, 2022). Esta alta capacidad de dispersión permite que el hongo colonice rápidamente nuevos sustratos orgánicos, especialmente aquellos ricos en carbohidratos, como el arroz, residuos vegetales y materia orgánica del suelo. *Penicillium* spp (Canchignia et al., 2015). es considerado un hongo saprófito, es decir, se alimenta de materia orgánica en

descomposición. Gracias a la producción de diversas enzimas extracelulares, como celulasas, amilasas y pectinasas, este género contribuye activamente a la degradación de residuos vegetales y al reciclaje de nutrientes en los ecosistemas terrestres (Rodríguez, 2022).

En el suelo, *Penicillium* spp. se encuentra principalmente en la capa superficial, donde existe mayor disponibilidad de oxígeno y materia orgánica (Morocho y Leiva, 2019). Su abundancia está influenciada por factores como la humedad, la temperatura, el pH y el manejo del suelo. Es común encontrarlo en suelos agrícolas, forestales y en áreas con alta actividad biológica (Aalten et al., 1998).

Algunas especies de *Penicillium* spp. han adquirido gran relevancia histórica y científica, como *Penicillium chrysogenum*, conocido por la producción del antibiótico penicilina (NOSTOC, 2023). Otras especies son utilizadas en la industria alimentaria, mientras que algunas pueden causar deterioro de alimentos y productos agrícolas (Carrillo y Ramírez, 2022b). En estudios microbiológicos, *Penicillium* spp. es fácilmente identificable debido a su crecimiento rápido y a su coloración característica. Su presencia en trampas de arroz es común, ya que este sustrato ofrece condiciones ideales para su desarrollo, como humedad y una fuente abundante de carbono (Shen et al., 2013).

a. Importancia de *Penicillium* spp. en la agricultura.

La importancia de *Penicillium* spp. en la agricultura se relaciona principalmente con su rol en la dinámica del suelo, la disponibilidad de nutrientes y la interacción con los cultivos (Hascoët, 2019). Este género fúngico puede tener efectos tanto beneficiosos como negativos dentro de los sistemas agrícolas, dependiendo de la especie y las condiciones ambientales (Rodríguez, 2022).

Uno de los principales aportes de *Penicillium* spp. es su función como descomponedor de residuos orgánicos. Al degradar restos vegetales (Figura 9), estos hongos liberan nutrientes esenciales que pueden ser reutilizados por las plantas (Urgiles et al., 2023). Este proceso mejora la fertilidad del suelo y contribuye a mantener su estructura y estabilidad. *Penicillium* spp. destaca por su capacidad para solubilizar fósforo, uno de los nutrientes más limitantes en la producción agrícola (Silva, 2020). Muchas especies producen

ácidos orgánicos que transforman el fósforo insoluble del suelo en formas disponibles para las plantas, mejorando así la eficiencia nutricional de los cultivos (Santoyo et al., 2021).

Figura 9

*Mecanismo de acción de *Penicillium* spp.*



Nota: En la figura se aprecia a *Penicillium* spp. efectuando podredumbres en cítricos. Tomado de Donato et al., (2021).

Además, algunas especies de *Penicillium* spp. han sido estudiadas como microorganismos promotores del crecimiento vegetal, ya que pueden estimular el desarrollo radicular y mejorar la absorción de nutrientes (Lin et al., 2015). Estas interacciones benefician el crecimiento de las plantas y pueden aumentar la productividad agrícola (Urgiles et al., 2023). En el contexto del manejo sostenible, *Penicillium* spp. contribuye a la actividad biológica del suelo, interactuando con bacterias y otros hongos. Estas interacciones favorecen la diversidad microbiana y fortalecen la resiliencia del suelo frente a condiciones de estrés, como sequía o degradación (Carrillo y Ramírez, 2022a).

No obstante, algunas especies de *Penicillium* spp. pueden representar un riesgo agrícola, ya que son capaces de causar el deterioro de semillas y productos almacenados. Estas especies pueden afectar la calidad de granos y otros productos agrícolas si no se manejan adecuadamente las condiciones de almacenamiento (Caceres et al., 2020). Asimismo, ciertas especies pueden producir micotoxinas, que representan un riesgo para la seguridad alimentaria y la salud humana y animal. Por esta razón, el estudio de *Penicillium* spp. en sistemas agrícolas es fundamental para implementar estrategias de prevención y control (Sánchez et al., 2021).

En suelos agrícolas con alto contenido de materia orgánica, la presencia de

Penicillium spp. suele ser indicativa de una alta actividad microbiana (Hascoët, 2019). Su captura en trampas de arroz refleja un ambiente favorable para la descomposición y el reciclaje de nutrientes. Desde una perspectiva agroecológica, *Penicillium* spp. puede contribuir al equilibrio del ecosistema del suelo, participando en procesos de competencia y antagonismo frente a microorganismos patógenos. Esto puede ayudar indirectamente a la sanidad vegetal (Rodríguez, 2022).

b. Color y apariencia de *Penicillium* spp. en trampas de arroz

Cuando *Penicillium* spp. es capturado en trampas de arroz, su presencia se manifiesta principalmente a través de un crecimiento filamentoso visible, característico de los hongos. En etapas iniciales, el micelio suele presentar una coloración blanca, lo que indica un crecimiento activo sobre el sustrato (Sánchez et al., 2021). Con el avance del proceso de colonización, *Penicillium* spp. desarrolla una coloración característica verde azulado, verde grisáceo o verde esmeralda, producto de la formación masiva de conidios. Este color es uno de los rasgos más distintivos del género y permite su identificación preliminar en campo (Targino et al., 2023).

En trampas de arroz ubicadas en zonas agrícolas o boscosas, *Penicillium* spp. puede cubrir gran parte de la superficie del arroz, formando una capa aterciopelada o pulverulenta. La textura suele ser más fina y uniforme en comparación con otros hongos como *Aspergillus*, que presenta colonias más densas (Sánchez et al., 2021). Algunas especies pueden presentar tonalidades adicionales, como verde oscuro, azul verdoso o incluso tonos amarillentos, dependiendo de la especie y de las condiciones ambientales. En la parte inferior de la colonia, el micelio puede mantenerse blanco o ligeramente crema (Ferreira et al, 2020).

La coloración de *Penicillium* spp. en trampas de arroz es útil para diferenciarlo de bacterias y de otros hongos. A diferencia de *Bacillus* o *Pseudomonas*, *Penicillium* presenta un crecimiento claramente filamentoso y no forma biopelículas húmedas. En comparación con *Aspergillus*, sus colores suelen ser más suaves y azulados (Cedeño et al., 2025).

Es importante destacar que la observación del color constituye un método indicativo, pero no definitivo, para la identificación del género. La confirmación requiere análisis microscópicos, donde se observa la estructura en forma de pincel de los conidióforos

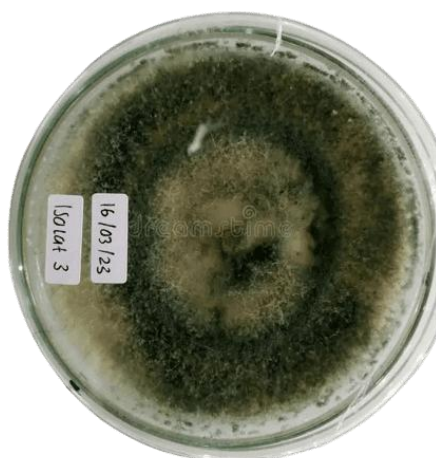
(Oliveira et al., 2021). En estudios de captura de microorganismos, la presencia de colonias verde azuladas, de textura aterciopelada y crecimiento rápido sobre el arroz, suele asociarse con *Penicillium* spp., especialmente en ambientes con alta humedad y abundante materia orgánica (Sagge et al., 2025).

2.1.5.6 *Trichoderma* spp.

El género *Trichoderma* spp. comprende un grupo de hongos filamentosos ampliamente distribuidos en los ecosistemas terrestres, especialmente en el suelo y en ambientes ricos en materia orgánica (Manzar et al., 2022). Estos hongos pertenecen al Reino Fungi y se caracterizan por su rápido crecimiento, alta capacidad competitiva y notable interacción con otros microorganismos del suelo (Figura 10). *Trichoderma* spp. es uno de los géneros fúngicos más estudiados debido a su relevancia ecológica y agrícola (Tyśkiewicz et al., 2022).

Figura 10

Mecanismo de acción de Trichoderma spp.



Nota: En la figura se observa la colonización de *Trichoderma* spp. en discos de laboratorio. Tomado de Cortés et al., (2023).

Desde el punto de vista taxonómico, *Trichoderma* spp. se clasifica dentro del filo Ascomycota, clase Sordariomycetes, orden Hypocreales y familia Hypocreaceae (Zin y Badaluddin, 2020). El género incluye numerosas especies, muchas de ellas morfológicamente similares, lo que ha llevado al uso de herramientas moleculares para su correcta identificación (Abdullah et al., 2021). A pesar de esta complejidad taxonómica, *Trichoderma* es reconocido como un grupo funcionalmente importante dentro de la

microbiota del suelo (Cortés et al., 2023).

Morfológicamente, *Trichoderma* spp. presenta hifas septadas, hialinas, que forman un micelio denso y bien ramificado. Sus estructuras reproductivas asexuales consisten en conidióforos ramificados, que producen abundantes conidios unicelulares (Mesa et al., 2020). Estos conidios suelen ser esféricos u ovoides y se producen en grandes cantidades, lo que facilita la rápida dispersión del hongo en el ambiente (Yao et al., 2023).

La reproducción de *Trichoderma* spp. ocurre principalmente de manera asexual, aunque algunas especies presentan estados sexuales conocidos bajo el género *Hypocrea*. La producción masiva de conidios le permite colonizar rápidamente nuevos sustratos, especialmente aquellos ricos en carbono, como residuos vegetales, suelos agrícolas y trampas de arroz (Yao et al., 2023).

Trichoderma spp. es considerado un hongo saprófito, capaz de desarrollarse sobre materia orgánica en descomposición (Contreras et al., 2016). Produce una amplia gama de enzimas extracelulares, como celulasas, quitinasas y glucanasas, que le permiten degradar polímeros complejos presentes en el suelo. Esta capacidad metabólica lo convierte en un actor clave en los procesos de reciclaje de nutrientes (Sousa et al., 2024).

En el suelo, *Trichoderma* spp. se encuentra principalmente en la rizosfera, donde interactúa estrechamente con las raíces de las plantas y otros microorganismos. Su abundancia está influenciada por factores como la disponibilidad de materia orgánica, la humedad, el pH y las prácticas de manejo agrícola (Rodríguez, 2022). Es especialmente común en suelos con alta actividad biológica. Una característica destacable de *Trichoderma* spp. es su alta competitividad, ya que puede colonizar rápidamente sustratos y desplazar a otros microorganismos mediante competencia por espacio y nutrientes (Valbuena et al., 2023). Esta capacidad explica su frecuente aislamiento en estudios de captura microbiana, como aquellos que utilizan trampas de arroz en ambientes naturales (Pérez et al., 2016).

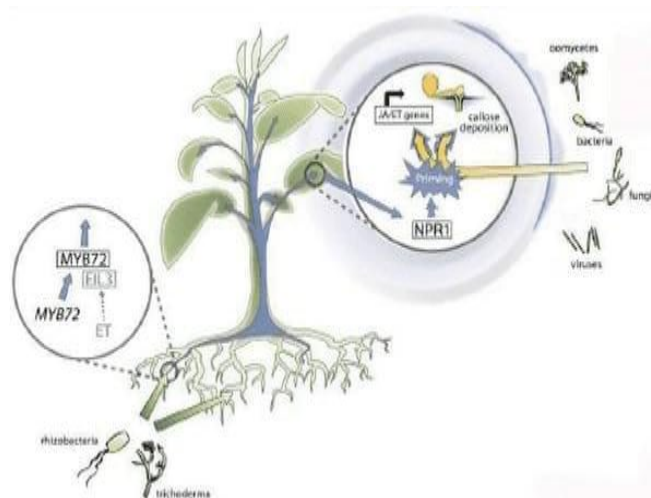
En laboratorio, *Trichoderma* spp. se identifica por su rápido crecimiento y su coloración característica, que suele cambiar con el tiempo. Su facilidad de cultivo y su comportamiento antagonista han hecho de este género un modelo de estudio en microbiología del suelo (Andrade et al., 2023).

a. Importancia de *Trichoderma* spp. en la agricultura

La importancia de *Trichoderma* spp. en la agricultura radica principalmente en su papel como agente de control biológico, promotor del crecimiento vegetal y mejorador de la salud del suelo (Andrade et al., 2023). Este género es considerado uno de los microorganismos más relevantes dentro de las estrategias de agricultura sostenible y manejo integrado de cultivos (Rodríguez, 2022). Uno de los principales beneficios de *Trichoderma* spp. es su capacidad para controlar fitopatógenos del suelo (Contreras et al., 2016). Este control se ejerce mediante diversos mecanismos, como el micoparasitismo, la competencia por nutrientes y espacio, y la producción de metabolitos antifúngicos (Figura 11). Gracias a estos mecanismos, *Trichoderma* spp. puede inhibir el crecimiento de hongos patógenos como *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Pythium* y *Sclerotinia* (Yao et al., 2023).

Figura 11

Control biológico de Trichoderma spp.



Nota: En la figura se aprecia a *Trichoderma* spp. como agente de control biológico una vez que detecta agentes maléficos en el suelo. Tomado de Tyśkiewicz et al., (2022).

El micoparasitismo es uno de los mecanismos más estudiados en *Trichoderma* spp. En este proceso, el hongo reconoce, coloniza y degrada las hifas de otros hongos mediante la acción de enzimas hidrolíticas (Rodríguez, 2022). Este comportamiento contribuye significativamente a la reducción de enfermedades radiculares en los cultivos. Además del control de patógenos, *Trichoderma* spp. actúa como microorganismo promotor del crecimiento vegetal. Algunas especies estimulan el desarrollo radicular, mejoran la

absorción de nutrientes y favorecen el crecimiento de las plantas. Este efecto se relaciona con la producción de compuestos bioactivos y la mejora de la disponibilidad de nutrientes en el suelo (Fanelli et al., 2018).

Trichoderma spp. también es capaz de inducir resistencia sistémica en las plantas, activando mecanismos de defensa que fortalecen la respuesta frente a patógenos. Este efecto reduce la incidencia de enfermedades y disminuye la necesidad de aplicar productos químicos sintéticos (Manzar et al., 2022). Desde el punto de vista del suelo, *Trichoderma* spp. contribuye a la dinámica microbiana y al reciclaje de nutrientes. Al degradar residuos orgánicos, libera nutrientes esenciales que pueden ser aprovechados por las plantas. Su presencia favorece un suelo biológicamente activo y equilibrado (Tyskiewicz et al., 2022).

Una ventaja clave de *Trichoderma* spp. es su adaptabilidad y persistencia en el suelo, lo que permite su formulación como bioinsumo agrícola. Actualmente, muchas cepas de *Trichoderma* se utilizan comercialmente como biofungicidas y bioestimulantes, debido a su eficacia y bajo impacto ambiental (Zin et al., 2020). En sistemas agrícolas sostenibles, el uso de *Trichoderma* spp. contribuye a la reducción del uso de agroquímicos, mejora la sanidad del cultivo y promueve prácticas más amigables con el ambiente. Su aplicación es compatible con la agricultura orgánica y agroecológica (Cortés et al., 2023).

b. Color y apariencia de *Trichoderma* spp. en trampas de arroz

Cuando *Trichoderma* spp. es capturado en trampas de arroz, su presencia se manifiesta claramente mediante un crecimiento filamentosos rápido y abundante. En las etapas iniciales de colonización, el micelio suele presentar una coloración blanca, lo que indica un crecimiento activo sobre el sustrato (Mesa et al., 2020). Con el paso del tiempo, *Trichoderma* spp. desarrolla una coloración característica verde brillante o verde intenso, producto de la producción masiva de conidios (Yao et al., 2023). Este color verde es uno de los rasgos más distintivos del género y permite su identificación preliminar en trampas de arroz ubicadas en campo (Sousa et al., 2024).

En trampas de arroz colocadas en zonas boscosas o agrícolas, *Trichoderma* spp. puede cubrir rápidamente grandes áreas del sustrato, formando una capa compacta y aterciopelada (Valbuena et al., 2023). La textura suele ser densa y uniforme, diferenciándose

de otros hongos como *Penicillium*, que presenta tonalidades verdes azuladas, o *Aspergillus*, que puede mostrar colores más oscuros (Fanelli et al., 2018).

La coloración verde de *Trichoderma* spp. puede variar desde verde claro hasta verde oscuro, dependiendo de la especie, la humedad y la madurez de la colonia. En algunos casos, el centro de la colonia puede ser más oscuro, mientras que los bordes permanecen blanquecinos debido al crecimiento reciente del micelio (Sousa et al., 2024).

Tal como lo menciona Yao et al. (2023), a diferencia de las bacterias, *Trichoderma* spp. no forma biopelículas húmedas, sino colonias claramente filamentosas. Esta característica, junto con su color verde intenso, facilita su diferenciación visual en trampas de arroz durante el monitoreo en campo. Es importante recalcar que la observación del color es un método indicativo, mas no definitivo para la identificación del género. Para una confirmación precisa, se requiere análisis microscópico y pruebas de laboratorio (Sousa et al., 2024). Sin embargo, en estudios de captura microbiana, la presencia de colonias verdes, de rápido crecimiento y textura compacta en trampas de arroz, suele asociarse fuertemente con *Trichoderma* spp (Abdullah et al., 2021).

2.2 TRABAJOS RELACIONADOS

El estudio de los microorganismos autóctonos eficientes (EMAS) ha cobrado creciente interés en los últimos años, principalmente en los campos de la agricultura sostenible, la biorremediación y la biotecnología ambiental. Estos organismos, presentes de manera natural en suelos, aguas, rizósferas y otros ambientes, poseen la capacidad de promover el crecimiento vegetal, mejorar la fertilidad del suelo, degradar contaminantes y participar en procesos bioquímicos de interés tecnológico. Desde 2020, la investigación ha incrementado la utilización de técnicas integradas que combinan métodos clásicos de aislamiento con enfoques moleculares y de alto rendimiento, lo que ha permitido ampliar la comprensión de su funcionalidad y potencial aplicado (Okafor et al., 2021; Devkota et al., 2024).

Parea Alarcón Camacho (2020), los EMAS son relevantes porque se encuentran mejor adaptados a las condiciones ambientales locales que cepas introducidas de otras regiones. Esta característica favorece la interacción con el microbiota nativo y reduce los

riesgos de competencia desfavorable o de ineficacia bajo condiciones reales de campo. Al estar aclimatados al ecosistema, pueden expresar con mayor estabilidad funciones de promoción de crecimiento vegetal, como la producción de fitohormonas, la solubilización de nutrientes y la inducción de resistencia sistémica en plantas. Asimismo, su empleo en biorremediación resulta atractivo porque pueden tolerar mejor los contaminantes o factores de estrés presentes en su entorno original (Okafor et al., 2021).

Maureira et al. (2024), mencionan que la captura de estos microorganismos comienza con un muestreo adecuado, lo que constituye la base de cualquier proceso de aislamiento exitoso. Investigaciones recientes destacan que la selección del sitio, la estacionalidad y la profundidad del muestreo influyen de manera significativa en la diversidad microbiana recuperada. Por ejemplo, para capturar bacterias con potencial en suelos degradados por la minería, se recomienda coleccionar muestras en zonas de relaves o suelos con pH extremos, dado que los microorganismos que habitan en esos ambientes suelen expresar mecanismos de resistencia que son útiles para aplicaciones en biorremediación (Maureira et al., 2024). En el caso de aplicaciones agrícolas, la rizósfera es una fuente fundamental de microorganismos promotores del crecimiento, ya que la interacción íntima con las raíces facilita la selección de bacterias fijadoras de nitrógeno, solubilizadoras de fósforo o productoras de sideróforos (Devkota et al., 2024).

Posteriormente Okafor et al. (2021), mencionan que los métodos de cultivo selectivo y enriquecimiento funcional permiten recuperar los microorganismos con las capacidades deseadas. Estos métodos consisten en el uso de medios de cultivo diseñados para favorecer el crecimiento de grupos específicos: por ejemplo, medios pobres en nitrógeno para estimular el crecimiento de bacterias fijadoras, o medios suplementados con hidrocarburos para favorecer la proliferación de degradadores. A estos enfoques se suman los cribados fenotípicos, que consisten en pruebas rápidas y estandarizadas para identificar características funcionales como la producción de ácido indolacético (IAA), la solubilización de fosfatos o la actividad enzimática (celulasas, lipasas, proteasas). Jiang et al. (2024) demostraron que la aplicación de matrices de cribado de alto rendimiento en microplacas permitió evaluar en paralelo centenares de aislados y seleccionar aquellos con mayor potencial como biofertilizantes.

En base al nivel de información Devkota et al. (2024), detallan que la caracterización molecular ha reforzado significativamente la identificación de los MAE. Aunque las técnicas clásicas de cultivo siguen siendo imprescindibles, la secuenciación del ADN ribosomal (16S rRNA para bacterias y ITS para hongos) constituye la herramienta estándar para la identificación taxonómica de los aislados (Mirsam et al., 2022). Más aún, la genómica completa de cepas seleccionadas ofrece la posibilidad de predecir capacidades metabólicas, identificar rutas de biosíntesis relevantes y, de manera crítica, descartar la presencia de genes de virulencia o de resistencia a antibióticos que podrían representar un riesgo en su aplicación agrícola o ambiental (Devkota et al., 2024).

Los enfoques ómicos sin necesidad de cultivo también han sido determinantes en el desarrollo reciente de este campo. La metagenómica y la metatranscriptómica permiten identificar la presencia de genes funcionales en comunidades complejas, lo cual orienta el diseño de estrategias de aislamiento más dirigidas. Por ejemplo, al detectar genes relacionados con la fijación de nitrógeno o la degradación de contaminantes, es posible focalizar los esfuerzos de captura hacia las condiciones ambientales donde dichos genes se expresan en mayor medida (Devkota et al., 2024). Esta integración de técnicas ha demostrado incrementar la eficiencia en la recuperación de cepas con propiedades útiles.

En paralelo, se han desarrollado metodologías de cribado y selección de alto rendimiento que utilizan microplacas, sistemas microfluídicos y técnicas de captura in situ. Estos métodos permiten acelerar la evaluación de propiedades como la solubilización de nutrientes, la producción de metabolitos secundarios o la resistencia a condiciones de estrés, factores que son determinantes en la adaptación y funcionalidad en campo (Jiang et al., 2024). La captura in situ mediante plantas trampa o materiales específicos se ha mostrado particularmente eficaz para aislar microorganismos que expresan funciones relevantes directamente en su ambiente natural (Alarcón et al., 2020).

Los avances recientes también incluyen aplicaciones prácticas de los MAE. En agricultura, se ha documentado que la inoculación con microorganismos autóctonos mejora la fenología, la biomasa y el rendimiento de cultivos como el tomate, el cacao y diversos vegetales (Alarcón Camacho et al., 2020). Okafor et al. (2021), concuerdan que, en el ámbito de la biorremediación, cepas autóctonas degradadoras de hidrocarburos o tolerantes a metales pesados han mostrado una eficacia superior a la de cepas foráneas, dado que se

encuentran naturalmente adaptadas a ambientes contaminados. Asimismo, bacterias ureolíticas autóctonas se han aplicado con éxito en procesos de biocementación mediante la precipitación inducida de carbonatos, con potencial para la estabilización de suelos en minería y construcción (Maureira et al., 2024).

No obstante, la investigación también identifica limitaciones significativas. Una de las principales es la pérdida de eficacia de los aislados al pasar de condiciones controladas de laboratorio a entornos de campo. Esto se debe a la interacción con el microbiota nativo, las variaciones físico-químicas del suelo y factores climáticos (Devkota et al., 2024). Además, la construcción de consorcios microbianos estables y funcionales continúa siendo un reto, pues, aunque las cepas individuales muestran actividad prometedora, la dinámica poblacional en campo puede alterar sus interacciones. Otro aspecto crítico es la necesidad de asegurar la inocuidad de los aislados mediante la verificación de que no porten genes de resistencia a antibióticos o factores de patogenicidad (Mirsam et al., 2022). Finalmente, la falta de protocolos estandarizados para la captura, conservación y evaluación de los MAE dificulta la comparación de resultados entre diferentes laboratorios y proyectos.

En conclusión, desde 2020 la investigación sobre microorganismos autóctonos eficientes ha avanzado notablemente, incorporando herramientas moleculares y de alto rendimiento que complementan las técnicas clásicas de aislamiento. Este progreso ha permitido no solo ampliar el conocimiento sobre la diversidad microbiana nativa, sino también desarrollar aplicaciones concretas en agricultura y biorremediación. Sin embargo, persisten desafíos importantes relacionados con la validación en campo, la estandarización de protocolos y la seguridad biológica. Estos aspectos constituyen áreas de oportunidad para nuevas tesis e investigaciones, donde la integración de técnicas ómicas, el diseño de consorcios sintéticos y la validación bajo condiciones reales de campo representan estrategias prometedoras para potenciar el uso de los MAE en beneficio de la sostenibilidad agrícola y ambiental.

CAPÍTULO III

3. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

3.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA O PROCESO

3.1.1 Antecedentes

De acuerdo con las investigaciones de Andrade (2020), como se citó en el Centro de Investigaciones en Café-Cedicafé de Guatemala (2024), el aprovechamiento de microorganismos eficaces se basa en los procesos biológicos originales de creación de suelo. Estas poblaciones microbianas, extraídas de ecosistemas en equilibrio, se encargan de metabolizar los residuos orgánicos para liberar nutrientes esenciales.

El Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA) (2008), para asegurar mayor efectividad de los microorganismos en el suelo es recomendable que se tomen de la zona cercana al sitio donde se van a utilizar; ya que están adaptados al tipo de materia orgánica, temperatura, humedad y otras condiciones del clima. Para recolectar los microorganismos de montaña de los lugares seleccionados, se aparta la capa de hojas de la superficie, luego debajo de esta se toma la hojarasca en descomposición, que contiene los microorganismos, y luego la colocamos dentro de bolsas o sacos.

3.2 DISEÑO Y SELECCIÓN DE TECNOLOGÍAS, HERRAMIENTAS O EQUIPOS A IMPLEMENTAR

3.2.1 Ubicación de la propuesta

Los microorganismos colectados se obtuvieron de las muestras implementadas en la actividad de trampeo, implementado en el bosque de la granja experimental Rio Suma perteneciente a la carrera de Ing. Agropecuaria de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, misma que cuenta con la siguiente ubicación GPS: Latitud: 0°15' S y Longitud: 79°26' O.

3.2.2 Metodología de la propuesta

La presente implementación tuvo un carácter experimental ya que se desarrolló en fases basándonos en investigaciones científicas, conllevó a la planificación e instalación de trampas para captura de microorganismo eficientes autóctonos, hasta la evaluación de su eficacia (Pruebas de T para muestras independientes), así como también se realizó un análisis comparativo de resultados y costos de producción de las mismas para evaluar su viabilidad y sostenibilidad.

3.2.3 Diseño agronómico

A continuación, se describe y evidencia fotográficamente el diseño agronómico seguido, mismo que conlleva una serie de actividades detalladas a continuación:

Preparación del arroz para las trampas: Para iniciar la investigación se preparó el arroz usado en trampas de captura de microorganismos, primero se lavó el arroz sin cocinar para retirar impurezas. Luego se colocó en una olla con agua limpia, usando una proporción aproximada de una taza de arroz por dos de agua. El arroz se cocinó hasta que quede blando, pero no sobrecozido ni pastoso. No se añadió sal, aceite ni condimentos. Una vez ya cocido se dejó enfriar el arroz a temperatura ambiente para así evitar alteraciones. Cumplido ya este proceso nos permitió seguir con las fases consecutivas en la parte experimental (Figura 12).

Figura 12. Arroz cocido ubicado en las tarrinas.



Nota: En la figura se observa el arroz cocido que forma parte de los dos tratamientos de la investigación.

Elaboración de las trampas de arroz: Se utilizó arroz previamente cocido sin sal ni condimentos y enfriado a temperatura ambiente. Se emplearon tarrinas plásticas limpias como recipientes para cada trampa. El experimento estuvo conformado por dos tratamientos, el tratamiento 1, contó con una mezcla de 200 g de arroz cocido con 400 ml de melaza, asegurando una distribución uniforme del sustrato. Para el tratamiento 2, se mezcló 200 g de arroz cocido con 100 g de panela molida y 100 g de carne de pollo, cortada en trozos pequeños para facilitar la descomposición (Figura 13).

Figura 13. *Pesaje de los ingredientes de cada tratamiento.*



Una vez preparadas las mezclas, estas se colocaron en las tarrinas sin llenarlas completamente, permitiendo el intercambio de aire. Finalmente, estas tarrinas fueron cubiertas por una porción de media nylon, misma que fue asegurada a la tarrina con un elástico resistente.

Figura 14. *Tratamiento 1 (Arroz y melaza) y Tratamiento 2 (Arroz, carne y panela molida).*



Nota: Recipientes que contienen el Tratamiento 1 en base a la combinación de arroz y melaza.



Nota: Recipientes que contienen el Tratamiento 2 en base a la combinación arroz, carne y panela molida.

Ubicación de las trampas de arroz para la captura de microorganismos: Las trampas de arroz de ambos tratamientos fueron ubicadas en una zona boscosa de la Granja Experimental Río Suma, perteneciente a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Extensión El Carmen. Para cada tratamiento se distribuyeron un total de 30 trampas, las cuales se colocaron de manera ordenada dentro del área seleccionada. Las tarrinas se ubicaron boca abajo, permitiendo el contacto directo del sustrato con el suelo, lo que favoreció la captura de microorganismos presentes en el ambiente edáfico.

Figura 15. Zona boscosa donde se ubicó las trampas.



Nota: En la figura se aprecia la zona boscosa, donde se colocó las trampas.



Nota: Trampas cubiertas con medias Nylon.

Cada trampa fue colocada a una distancia aproximada de 2 m entre sí, sobre el suelo con el fin de evitar interferencias entre trampas y ampliar el área de captura. Esta distribución permitió aprovechar de forma más eficiente la diversidad microbiana del suelo del bosque.

Figura 16. *Trampas totalmente ubicadas.*



Nota: En la figura se aprecia la ubicación de trampas.

Monitoreo del proceso: El monitoreo del proceso de las trampas de arroz se realizó durante un período total de 21 días. Las evaluaciones se efectuaron cada 7 días, permitiendo un seguimiento sistemático del desarrollo del proceso de colonización microbiana. Para ello, se levantaron cuidadosamente las trampas de manera parcial, con el fin de observar el estado del sustrato y apreciar el avance de la colonización.

Figura 17. *Monitoreo de colonización de trampas.*



Nota. En la figura se aprecia el monitoreo periódico que se realizó a las trampas para visualizar la colonización de microorganismos.

Manejo experimental en laboratorio: Después de los 21 días que las trampas estuvieron en campo, se retiraron y se clasificaron en buenas y dañadas. Las buenas se ubicaron en un recipiente y se hizo una mezcla homogénea para tomar 100 g de muestra de los dos tratamientos. Cada muestra se ubicó en un frasco esterilizado con su debido rotulado e

identificación, indicando los parámetros a analizar, y se siguieron las indicaciones de los dos laboratorios, que fueron Multianalityca y Microbiolab. Multianalityca entregó los resultados de la concentración de bacterias ácido lácticas (anexo 4) y Microbiolab entregó los resultados de la concentración y el porcentaje de los géneros fúngicos de las dos muestras (anexo 3). Los resultados nos los entregaron después de 15 días desde que llegaron las muestras al laboratorio.

Figura 18. *Recolección de muestra de los dos tratamientos.*



Nota. En la figura se observa el llenado del sustrato (100g) para posteriormente ser enviado a los laboratorios.

3.2.4 Descripción funcional de los componentes

La balanza digital de la marca Camry, modelo de la serie ACS (específicamente similar al ACS-30-JE11 o ACS-30-JC11), diseñada para uso comercial de mesa (SUKASA, 2025). A continuación, se presenta la ficha técnica general para este modelo en la Tabla 2:

Tabla 2
Especificaciones técnicas de la balanza.

Característica	Especificación
Capacidad Máxima	Hasta 30 kg (66 lb)
Precisión / División	5 g o 10 g (dependiendo de la configuración)
Unidades de Medida	Kilogramos (kg) y Libras (lb)
Tipo de Pantalla	Triple display LCD o LED (Peso, Precio Unitario, Total)
Material de Plataforma	Acero inoxidable
Dimensiones del Plato	Aproximadamente 34 x 23 cm o 35.5 x 23.5 cm
Alimentación	Dual: Batería recargable (4V o 6V) y adaptador AC (110V/220V)
Memorias	Entre 4 y 7 teclas de memoria de precios rápidos

Esta balanza comercial de la marca Camry (Figura 18) está diseñada para optimizar procesos de venta gracias a su capacidad para calcular automáticamente el precio total al multiplicar el peso del producto por el valor unitario ingresado. Incluye una función de tara fundamental para descontar el peso de recipientes y obtener únicamente el peso neto, además de contar con múltiples teclas de memoria que permiten preconfigurar los precios de los productos más frecuentes para agilizar la atención (SUKASA, 2025).

En cuanto a su operatividad, esta misma empresa menciona que el equipo incorpora un sistema de ahorro de energía que apaga la retroiluminación tras periodos de inactividad y ofrece una versatilidad de uso dual mediante su batería recargable o conexión directa a la red eléctrica. Su estructura se complementa con patas ajustables y antideslizantes que garantizan la estabilidad necesaria para mediciones exactas, junto con un teclado de membrana diseñado para proteger los componentes internos durante el trabajo diario.

Figura 19. Balanza electrónica Camry.



Para asegurar un funcionamiento óptimo de la balanza, es fundamental colocarla siempre sobre una superficie plana y firme, ya que la estabilidad de la base previene errores en el pesaje. Asimismo, se debe tener especial cuidado con los líquidos; aunque el teclado cuenta con una membrana protectora, es vital evitar derrames directos sobre la pantalla o los componentes internos para prevenir cortocircuitos que dañen el equipo. Finalmente, para garantizar el mantenimiento de la batería, se recomienda realizar una carga completa antes del primer uso y evitar que permanezca descargada por periodos prolongados, prolongando así su vida útil (SUKASA, 2025).

3.2.5 Esquema

El procedimiento técnico estructurado para la captura y estudio de microorganismos, detallado a través del siguiente flujo de trabajo (Figura 19), en el cual se aprecia que inicia con la preparación de insumos (arroz), el cual sirve como sustrato dentro de tarrinas, seguido de la cuantificación utilizando una balanza digital para asegurar que cada unidad contenga la cantidad exacta de material. En la fase de campo, se inició con la ubicación de las trampas en el bosque para permitir la colonización de los microorganismos de montaña. Finalmente, el flujo contempla el monitoreo del proceso y la toma de datos, donde se analizan las muestras recolectadas para identificar beneficios como la degradación de materia orgánica o la inhibición de patógenos.

Figura 19*Esquema del proceso de captura de EMA.*

3.2.6 Costo de producción de trampas por tratamiento

La Tabla 3 muestra el desglose detallado de los costos de producción de una trampa para la captura de EMA del tratamiento 1, que utiliza una combinación de arroz y melaza como atrayente. En cuanto a los costos fijos, la trampa requiere tres elementos básicos: medias nylon (\$0,30), tarrina (\$0,02), ligas (\$0,01) y balanza (depreciación) (\$0,02), alcanzando un subtotal de \$0,35. Los costos variables incluyen los atrayentes propiamente dichos: 200 gramos de arroz (\$0,31) y 400 mililitros de melaza (\$0,16), sumando un subtotal de \$0,47. El costo total de producción de cada trampa alcanza los \$0,83.

Tabla 3*Costo de producción de una trampa para captura de EMA del tratamiento 1 (arroz + melaza).*

Trampa 1	Cantidad	Unidad	Precio	Total
Costos fijos				
Medias nylon	1	unidad	\$0,30	\$0,30
Tarrina	1	unidad	\$0,02	\$0,02
Ligas	1	unidad	\$0,01	\$0,01
Balanza	1	unidad	\$0,02	\$0,02
Subtotal 1				\$0,35
Costos variables				
Arroz	200	G	\$0,00	\$0,31
Melaza	400	Ml	\$0,00	\$0,16
Subtotal 2				\$0,47
Total (Subtotal 1+2)				\$0,83

La Tabla 4 presenta el análisis de costos de producción correspondiente al tratamiento 2 del proyecto de investigación. La estructura de costos fijos se mantiene idéntica al tratamiento 1, utilizando los mismos materiales básicos: medias nylon (\$0,30), tarrina (\$0,02), ligas (\$0,01) y balanza (depreciación) (\$0,02), con un subtotal invariable de \$0,35. Los costos variables del tratamiento 2 muestran una composición significativamente diferente y más costosa. Se utilizan 200 gramos de arroz (\$0,31), 100 gramos de panela molida (\$0,55) y 100 gramos de carne de pollo (\$0,27), alcanzando un subtotal de \$1,13. El costo total de producción de la trampa del tratamiento 2 asciende a \$1,49, lo que representa un incremento más del 81% respecto al tratamiento 1 (\$0,83).

Tabla 4

Costo de producción de una trampa para captura de EMA del tratamiento 2 (arroz + panela molida + carne de pollo).

Trampa 2	Cantidad	Unidad	Precio	Total
Costos fijos				
Medias nylon	1	unidad	\$0,30	\$0,30
Tarrina	1	unidad	\$0,02	\$0,02
Ligas	1	unidad	\$0,01	\$0,01
Balanza	1	unidad	\$0,02	\$0,02
Subtotal 1				\$0,35
Costos variables				
Arroz	200	G	\$0,00	\$0,31
Panela molida	100	G	\$0,01	\$0,55
Carne de pollo	100	G	\$0,00	\$0,27
Subtotal 2				\$1,13
Total (Subtotal 1+2)				\$1,49

3.2.7 Cronograma

En la tabla 5, se aprecia el cronograma de actividades de la primera fase de la implementación llevada a cabo en el período académico 2025 (1) y que comprende los capítulos I y II.

Tabla 5

Cronograma de la primera fase de implementación I.

FASE	PARCIAL	2025 (1)	Primer parcial								Segundo parcial							
		Actividades	Abril				Mayo				Junio				Julio			
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
FASE I	PRIMER PARCIAL	CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN																
		TÍTULO	X	X	X													
		INTRODUCCIÓN				X	X											
		PROBLEMA						X										
		Justificación							X									
		Objetivos							X									
		Objetivo general							X									
		Objetivos específicos							X									
		METODOLOGÍA								X								
		Procedimiento								X								
		Métodos								X								
		Técnicas								X								
FASE I		CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO									X	X						

	SEGUNDO PARCIAL	DEFINICIONES													X	X				
		ANTECEDENTES															X	X		
		TRABAJO RELACIONADOS																	X	X

En la Tabla 6, se aprecia el cronograma de la segunda fase de la implementación llevada a cabo en el período académico 2025 (2) y que comprende los capítulos III y IV.

Tabla 6
Cronograma de la segunda fase de implementación II.

FASE	PARCIAL	2025 (2)	Primer parcial											Segundo parcial							
		Actividades	Septiembre				Octubre				Noviembre			Diciembre				Enero			
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	1	2	
FASE II	PRIMER PARCIAL	CAPÍTULO III: DESARROLLO DE LA PROPUESTA			X	X															
		Descripción del sistema o proceso			X																
		Diseño y selección de tecnologías, herramientas o equipos a implementar			X	X															
		Plan de implementación (incluye recursos e implementación)					X	X													
FASE II	SEGUNDO PARCIAL	Descripción y pruebas de funcionamiento del equipo implementado						X	X												
		CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES								X	X										
		CONCLUSIONES										X	X								
		RECOMENDACIONES												X	X						
		BIBLIOGRAFÍA															X	X			
		ANEXOS																			

3.3 PLAN DE IMPLEMENTACIÓN

3.3.1 Presupuesto

El presupuesto está diseñado para la captura de EMA (probablemente Microorganismos Eficientes Autóctonos) utilizando diferentes tipos de trampas con atrayentes orgánicos. En la Tabla 7, se aprecia que la Trampa 2 es casi el doble de costosa (\$1,49) que la Trampa 1 (\$0,83), probablemente debido a la mayor cantidad de ingredientes (incluye pollo además de arroz y panela/melaza).

Tabla 7
Presupuesto para captura de EMA de los tratamientos.

Material de trampas	Precio x unidad	Cantidad	Precio total
Trampa 1 (arroz + melaza)	0,83	30	\$24,88
Trampa 2 (arroz + pollo + panela)	1,49	30	\$44,69
Total			\$69,57

3.4 DESCRIPCIÓN Y PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO, HERRAMIENTA O MÉTODO IMPLEMENTADO

3.4.1 Variable

Variable independiente:

✚ Material de las trampas

Variable dependiente:

✚ Número de trampas sanas

✚ Número de trampas dañadas

✚ Eficacia de tratamiento

✚ Número de días de colonización

✚ Número de colonias por muestra de poblaciones de hongos

✚ Número de colonias por muestra de bacterias ácido lácticas

3.4.2 Unidad experimental

Las unidades experimentales fueron las tarrinas donde se colocó los insumos de acuerdo a los tratamientos detallados en el siguiente inciso, mismas que fueron en total 15 por cada tratamiento.

3.4.3 Tratamientos

Los tratamientos evaluados en la prueba de funcionamiento 1, se detallan en la siguiente Tabla 8, en el cual se observa el contenido de cada trampa para la captura de EMA.

Tabla 8
Tratamientos evaluados.

Tratamientos	Descripción
T1	T1: El tratamiento 1 consta de la preparación de cada trampa mezclando homogéneamente 200 g de arroz cocido con 400 ml de melaza, asegurando una distribución uniforme del sustrato. Realizando un intervalo de dos revisiones (días 7 y 15).
T2	T2: El tratamiento 2 consta de la preparación de cada trampa mezclando 200 g de arroz cocido con 100 g de panela previamente molida y 100 g de carne de pollo, cortada en trozos pequeños para facilitar la descomposición. Realizando un intervalo de dos revisiones (días 7 y 15).

3.4.4 Características de las unidades experimentales

Se contó con 60 trampas, donde se implementaron los tratamientos descritos en la tabla anterior (Tabla 8).

3.4.5 Análisis estadístico

Se aplicó la prueba T de Student independiente, con el fin de evaluar diferencias estadísticas entre los insumos de las trampas para captura de microorganismo eficientes con un nivel de significancia del 5%. El procesamiento de los datos se realizó con el uso del software Infostat (Datos cuantitativos) y SPSS (Datos cualitativos).

3.4.6 Datos tomados

Número de trampas sanas: La evaluación de la variable número de trampas sanas se realizó al finalizar el período experimental, considerando únicamente aquellas trampas que presentaron una captura de microorganismos idónea. Se definieron como trampas sanas aquellas que no mostraron ningún tipo de daño físico, alteración del sustrato ni presencia de organismos externos que pudieran interferir o modificar el proceso de colonización microbiana. La evaluación consistió en una inspección visual detallada, verificando que el resultado final correspondiera exclusivamente a la colonización homogénea de microorganismos sobre el sustrato de arroz. Finalmente, se realizó el conteo total de las trampas que cumplieron con estos criterios, registrándose este valor como el número de trampas sanas por tratamiento.

Número de trampas dañadas: La variable número de trampas dañadas se utilizó para registrar aquellas trampas que fueron encontradas en condiciones no aptas durante el desarrollo del experimento. Se consideraron como dañadas las trampas que presentaron acumulación de agua, deterioro del sustrato, desplazamiento o destrucción ocasionada por factores ambientales o por la acción de animales en el campo. Estas trampas se caracterizaron por no mostrar ningún tipo de colonización de microorganismos, lo que impidió su evaluación como captura efectiva. La identificación se realizó mediante inspección visual durante los monitores y al final del período experimental. Finalmente, se contabilizó el total de trampas dañadas por cada tratamiento, registrándose este valor como una variable indicadora de las pérdidas ocurridas durante el proceso experimental.

Eficacia de tratamiento: La variable eficacia de tratamiento se empleó para determinar cuál de los dos tratamientos presentó un mejor desempeño en la captura de microorganismos. Esta evaluación se contabilizó el número de trampas con captura efectiva en cada tratamiento y se calculó el porcentaje de captura de microorganismos en relación con el total de trampas establecidas. La eficacia se definió como la capacidad de cada tratamiento para favorecer una colonización microbiana adecuada y homogénea, excluyendo aquellas trampas dañadas o sin desarrollo microbiano.

Número de colonias por muestra: La variable número de colonias por muestra se definió como el resultado cuantitativo de la evaluación de la presencia de microorganismos desarrollados en las trampas de arroz. Para su determinación, las muestras obtenidas de las trampas con colonización efectiva fueron recolectadas y enviadas a un laboratorio microbiológico para su análisis. En el laboratorio se realizó el aislamiento y conteo de las colonias microbianas mediante técnicas microbiológicas estandarizadas, permitiendo identificar el número de colonias formadas por muestra. Los resultados obtenidos fueron registrados de manera individual y posteriormente analizados para comparar el comportamiento de los tratamientos evaluados.

Número de días de colonización: La variable número de días de colonización se utilizó para determinar el tiempo transcurrido desde la colocación de las trampas en la zona boscosa hasta el inicio visible de la colonización de microorganismos. Esta variable se evaluó a partir del monitoreo periódico realizado a cada una de las trampas durante la fase experimental. En cada evaluación se observó cuidadosamente la presencia inicial de crecimiento microbiano sobre el sustrato, registrando el número de días en que se evidenció por primera vez la colonización. De esta manera, fue posible comparar la rapidez de establecimiento de los microorganismos entre los diferentes tratamientos. Esta variable permitió analizar la dinámica temporal de la colonización microbiana bajo las condiciones del estudio.

3.5 RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

3.5.1 Número de trampas sanas y dañadas

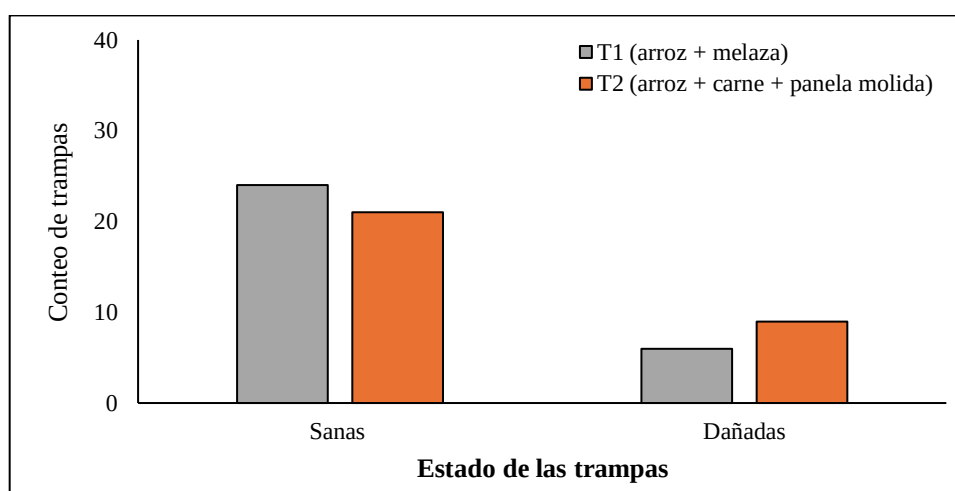
La Figura 20, presenta una comparación del conteo de trampas según su estado físico (sanas versus dañadas), donde se evaluó la incorporación de diferentes sustratos para la reproducción de microorganismos eficientes autóctonos en forma sólida, utilizando tarrinas de plástico como contenedores de captura.

Se observan dos tratamientos diferenciados: el T1 (representado en gris) que utilizó arroz con melaza como sustrato, y el T2 (representado en naranja) que empleó una combinación de arroz, carne y panela molida. En el caso de las trampas sanas, el T1 demostró un mejor desempeño con 24 unidades conservadas en buen estado, mientras que el T2

presentó 21 trampas sanas. La situación se invierte notablemente cuando analizamos las trampas dañadas, ya que el T1 registró solamente 6 trampas dañadas, al contrario, el T2 presentó 9 trampas dañadas, lo que representa un incremento del 50% respecto al T1.

Figura 20

Promedio de número de trampas sanas y dañadas por tratamiento.



Este resultado podría atribuirse a varios factores relacionados con la composición del sustrato utilizado en el T2, en sí a la incorporación de carne que probablemente generó una mayor atracción de insectos u otros organismos, lo cual pudo resultar en daño físico a las trampas.

Estos resultados coinciden con lo reportado por Abu Bakar et al. (2024), quienes señalan que los microorganismos autóctonos se desarrollan de manera más estable en sustratos ricos en carbohidratos, debido a que estos compuestos proporcionan energía inmediata para la colonización microbiana. De igual forma, Hong y Huang (2024) indican que las fuentes de carbono fácilmente disponibles promueven comunidades microbianas más equilibradas y menos propensas a procesos de deterioro.

Sin embargo, los resultados difieren parcialmente de lo señalado por Fatima et al. (2025), quienes reportan que la incorporación de materiales ricos en nitrógeno puede incrementar la actividad microbiana sin afectar significativamente la estabilidad del medio cuando existe un adecuado equilibrio nutricional. La diferencia podría explicarse por las condiciones ambientales de campo en zonas montañosas evaluadas en la presente

investigación, donde factores como la humedad y la temperatura influyen en la velocidad de descomposición.

Este resultado coincide con lo descrito por Rosero et al. (2022), quienes indican que los materiales orgánicos ricos en nitrógeno incrementan la actividad microbiana y la degradación de los sustratos, especialmente en ambientes con alta humedad. Asimismo, investigaciones recientes señalan que el desequilibrio en la relación carbono-nitrógeno puede acelerar la descomposición de materiales orgánicos, generando deterioro físico del sustrato (Fatima et al., 2025).

No obstante, algunos estudios indican resultados contrarios. Por ejemplo, investigaciones sobre consorcios microbianos en residuos orgánicos reportan que la adición de proteínas puede mejorar la diversidad microbiana sin provocar deterioro significativo cuando las condiciones son controladas (Abu Bakar et al., 2024). Esto sugiere que el mayor daño observado en esta investigación podría estar relacionado con factores ambientales propios del sitio experimental.

3.5.2 Eficacia de tratamiento (captura).

El análisis de las trampas sanas revela una diferencia significativa en la eficacia de captura entre ambos tratamientos. El T1, basado en arroz y melaza, alcanzó una eficacia del 80%, posicionándose como el tratamiento más efectivo para la captura de microorganismos cuando las trampas se mantienen en condiciones óptimas (Figura 21). Esta alta eficiencia sugiere que la combinación de arroz como sustrato sólido y melaza como fuente de carbohidratos fermentables crea un ambiente altamente atractivo y propicio para la colonización microbiana.

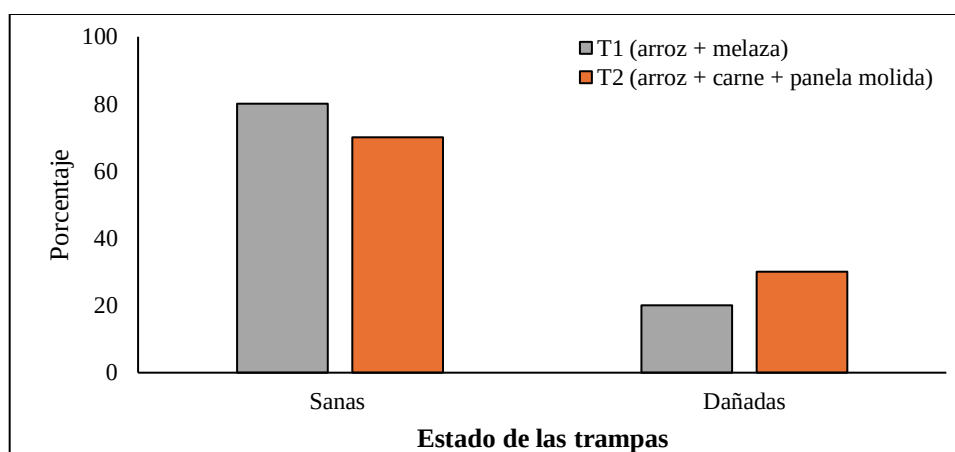
Por su parte, el T2, que incorpora arroz, carne y panela molida, registró una eficacia del 70% en trampas sanas. Aunque este porcentaje sigue siendo considerable y representa una tasa de éxito aceptable. Esta menor eficacia podría explicarse por varios factores, incluyendo la posibilidad de que la complejidad del sustrato en T2 genere condiciones menos selectivas que favorezcan tanto microorganismos benéficos como potencialmente no deseados, diluyendo así la concentración de las especies deseadas.

Estos resultados coinciden con lo reportado por Hong y Huang (2024), quienes destacan que los microorganismos del suelo responden positivamente a fuentes de carbono fácilmente metabolizables, aumentando la colonización inicial.

Sin embargo, el tratamiento que incluyó carne de pollo también presentó niveles considerables de eficiencia, lo cual respalda lo señalado por Fatima et al. (2025), quienes indican que las fuentes nitrogenadas pueden incrementar la diversidad funcional de los microorganismos. Esto sugiere que, aunque el tratamiento con melaza mostró mayor eficiencia en términos de estabilidad, el tratamiento con proteína animal podría favorecer una mayor diversidad microbiana, lo cual representa una ventaja biológica potencial.

Figura 21

Promedio de eficacia de captura de microorganismos por tratamiento.



3.5.3 Número de días a la colonización

La Figura 22 presenta el promedio de días necesarios para que ocurra la colonización de microorganismos en las trampas experimentales, comparando los dos tratamientos evaluados. Este parámetro temporal resulta fundamental para comprender la cinética de establecimiento microbiano y la eficiencia operativa de cada formulación de sustrato en el proceso de captura y reproducción de microorganismos eficientes autóctonos.

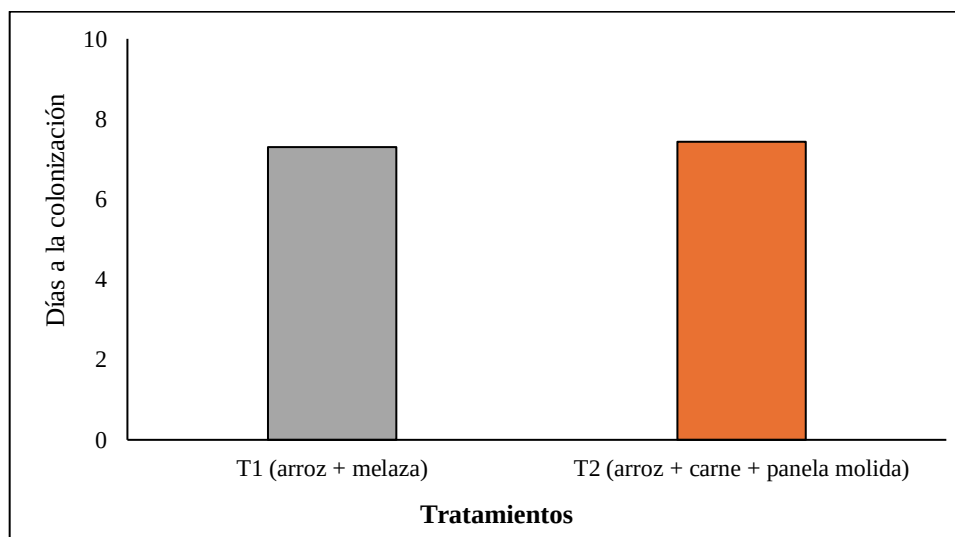
Los resultados revelan una diferencia mínima pero significativa entre ambos tratamientos. En donde el T1, compuesto por arroz y melaza, registró un promedio de 7,30

días para alcanzar una colonización observable y cuantificable. Por su parte, el T2, que incorpora arroz, carne y panela molida, mostró un tiempo ligeramente superior de 7,43 días para el mismo proceso. Esta diferencia de apenas 0,13 días, equivalente aproximadamente a 3 horas, representa una variación prácticamente despreciable desde el punto de vista operativo y sugiere que ambas formulaciones de sustrato poseen capacidades de atracción y establecimiento microbiano muy similares en cuanto a la velocidad del proceso.

Este hallazgo coincide con lo reportado por Xa et al. (2022), quienes señalan que los materiales orgánicos ricos en nutrientes complejos pueden estimular el crecimiento microbiano en etapas tempranas. No obstante, estudios recientes indican que una colonización demasiado rápida puede generar desequilibrios microbiológicos y reducir la estabilidad del sistema (Hong y Huang, 2024), lo cual podría explicar el mayor deterioro observado en el tratamiento con proteína animal en la presente investigación

Figura 22

Promedio de días a la colonización de microorganismos en trampas por tratamiento.



3.5.4 Número de colonias por muestra de poblaciones de hongos

La Tabla 9 presenta los resultados del análisis microbiológico de laboratorio sobre el número de colonias cuantificadas por muestra de poblaciones de hongos presentes en las trampas experimentales, categorizadas según el tipo de hongo identificado (levaduras y mohos) y expresadas en Unidades Formadoras de Colonias por gramo (UFC/g). Este análisis

proporciona información cuantitativa fundamental sobre la capacidad de cada tratamiento para capturar y soportar el crecimiento de diferentes grupos funcionales de hongos eficientes.

Los datos revelan patrones de selectividad microbiana claramente diferenciados entre tratamientos. El T1 exhibe una alta especificidad hacia mohos, con una relación mohos/levaduras extremadamente altas ($2,2 \times 10^6$ UFC/g), lo que podría ser ventajoso si el objetivo del proyecto es específicamente la captura de hongos filamentosos. Los mohos incluyen géneros importantes como *Trichoderma*, *Aspergillus*, *Penicillium* y otros que tienen aplicaciones reconocidas en agricultura sostenible como agentes de biocontrol, promotores de crecimiento vegetal y descomponedores de materia orgánica.

Por otro lado, el T2 demuestra una mayor versatilidad al capturar tanto poblaciones abundantes de mohos como poblaciones significativas de levaduras. Esta diversidad microbiana más amplia podría ser particularmente valiosa para aplicaciones donde se busca un consorcio microbiano complejo con múltiples funcionalidades. Las levaduras, géneros como *Saccharomyces*, *Candida* y *Rhodotorula*, aportan capacidades metabólicas complementarias a las de los mohos, incluyendo producción de hormonas vegetales, solubilización de nutrientes y antagonismo contra patógenos.

Tabla 9

Resultados de laboratorio microbiológico sobre el número de colonias por muestra de poblaciones de hongos presentes en las trampas, en los tratamientos evaluados.

Tipos de hongos	T1 (arroz + melaza)	T2 (arroz + carne + panela molida)
	UFC/g	
Levaduras	<10	1×10^5
Mohos	$2,2 \times 10^6$	$2,9 \times 10^6$

La Figura 23 presenta la distribución porcentual de los diferentes géneros de mohos capturados y caracterizados taxonómicamente en cada uno de los tratamientos evaluados. Este análisis de diversidad fúngica proporciona información crucial sobre la selectividad de cada sustrato hacia grupos funcionales específicos de hongos filamentosos, revelando patrones ecológicos y aplicaciones potenciales diferenciadas para cada formulación.

El T1 representa un sistema altamente selectivo y especializado, dominado casi

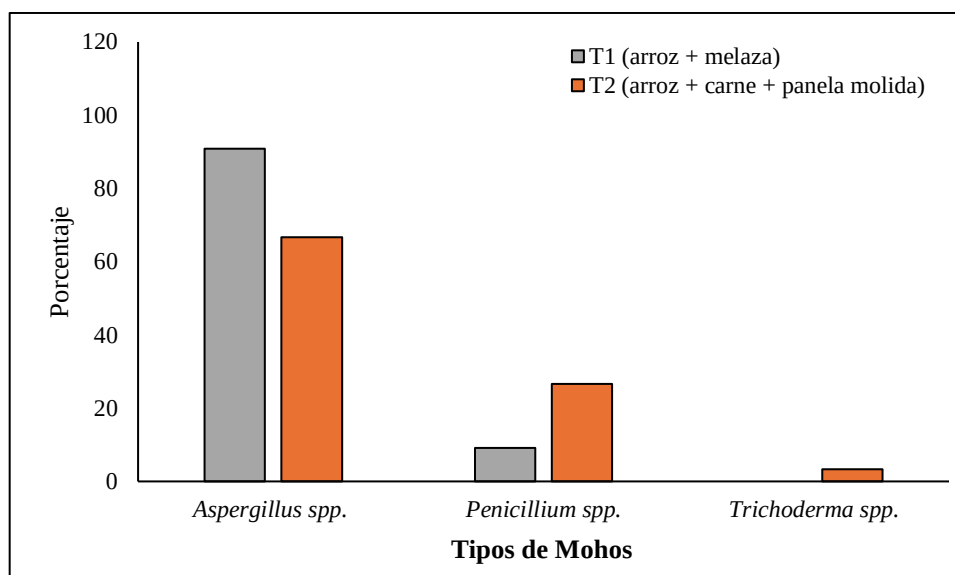
exclusivamente por *Aspergillus* (90,90%), lo que lo convierte en una plataforma ideal para la producción masiva de este género específico con fines de inoculación, producción de enzimas o degradación de residuos orgánicos. La simplicidad de su composición microbiana facilita la estandarización, reproducibilidad y control de calidad en aplicaciones industriales o agrícolas donde se busca un efecto predecible y uniforme.

Por otro lado, el T2 contuvo los siguientes hongos: *Aspergillus* (66,66%), *Penicillium* (26,66%) y trazas de *Trichoderma* (3,35%). Esta mayor diversidad microbiana puede traducirse en beneficios sinérgicos cuando se aplica al suelo, ya que diferentes géneros aportan funciones complementarias: *Aspergillus* destaca en degradación de polímeros complejos y solubilización de nutrientes, *Penicillium* en producción de metabolitos antimicrobianos y regulación poblacional, mientras que *Trichoderma* aporta capacidades específicas de biocontrol y estimulación del crecimiento radical.

Resultados similares han sido reportados por Abu Bakar et al. (2024), quienes destacan que los microorganismos indígenas pueden colonizar rápidamente sustratos orgánicos ricos en nutrientes.

Asimismo, investigaciones recientes sobre microbiología del suelo indican que los microorganismos capturados mediante sustratos orgánicos presentan potencial para mejorar la fertilidad del suelo y el crecimiento vegetal (Fatima et al., 2025). Sin embargo, algunos estudios sugieren que la adición de proteínas animales incrementa la diversidad microbiana capturada, lo cual no se reflejó claramente en la eficiencia general de esta investigación, lo que sugiere que la estabilidad del sustrato podría ser más determinante que la diversidad en términos de éxito de captura.

Figura 23. Porcentaje de mohos por género y especie identificados en cada tratamiento.



3.5.5 Número de colonias por muestra de bacterias ácido lácticas

En la Tabla 10, se detalla el número de colonias por muestra de bacterias ácido lácticas, en la cual se aprecia que el T1 (arroz y melaza), registró una concentración de $7,6 \times 10^8$ UFC/g, lo que equivale a 760 millones de unidades formadoras de colonias por gramo de sustrato. Esta concentración extraordinariamente alta demuestra que la formulación simple de carbohidratos fermentables provenientes del arroz y la melaza crea condiciones óptimas para el establecimiento y proliferación de bacterias ácido lácticas.

Además, se observa que el T2 (arroz, carne y panela molida), alcanzó una concentración de $8,9 \times 10^8$ UFC/g, equivalente a 890 millones de UFC por gramo. Esta cifra representa un incremento del 17,1% respecto al T1. El aumento observado en el T2 sugiere que la adición de proteínas de origen animal y los azúcares adicionales de la panela molida proporcionan nutrientes complementarios que potencian ligeramente el crecimiento de las poblaciones de bacterias ácido lácticas.

Tabla 10

Resultados de laboratorio microbiológico sobre el número de colonias por muestra de bacterias ácido lácticas presentes en las trampas, en los tratamientos evaluados.

Detalle	T1 (arroz + melaza)	T2 (arroz + carne + panela molida)
Recuento de Bacterias ácido-lácticas (UFC/g)	7,6 x 10 ⁸	8,9 x 10 ⁸

CAPÍTULO IV

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- ✚ El análisis de las trampas sanas reveló una diferencia significativa en la eficacia de captura entre ambos tratamientos. El T1, basado en arroz y melaza, alcanzó una eficacia del 80% en la captura de UFC (unidades formadoras de colonias), siendo más efectivo para la captura de microorganismos cuando las trampas se mantienen en condiciones óptimas.
- ✚ Los microorganismos capturados mediante las trampas mostraron diferencias significativas según el sustrato utilizado tanto en la abundancia relativa como en la diversidad de géneros fúngicos capturados. El tratamiento T1 (arroz + melaza) permitió el aislamiento del género *Aspergillus* spp (90,90%), seguido de *Penicillium* spp (9,09%). Por su parte, el tratamiento T2 (arroz + carne de pollo + panela) presentó una mayor diversidad fúngica, con *Aspergillus* spp (66,66%), *Penicillium* spp (26,66%) y *Trichoderma* spp (3,35%).
- ✚ El análisis económico reveló que el costo unitario de producción varió según la composición del sustrato. El T1 (arroz + melaza) presentó un costo razonable por trampa, en comparación con T2 (arroz + carne + panela), representando este último un incremento notorio.

4.2 RECOMENDACIONES

- ✚ Se recomienda emplear el T1 (arroz + melaza) cuando el objetivo principal sea la captura eficiente y económica de microorganismos específicos, particularmente del género *Aspergillus*, debido a su mayor eficacia (80%) y menor costo (\$0,83 por trampa). Por el contrario, si se busca obtener una mayor diversidad fúngica que incluya géneros como *Trichoderma*, se sugiere utilizar el T2 (arroz + carne + panela), justificando la inversión adicional del 79,5%.

- ✚ Implementar protocolos estrictos de monitoreo y mantenimiento de las trampas para garantizar que permanezcan en condiciones óptimas, dado que la eficacia del T1 alcanza el 80% solo cuando las trampas están sanas. Se sugiere establecer revisiones periódicas cada 3-5 días para prevenir contaminación o deterioro del sustrato.
- ✚ Realizar estudios complementarios que evalúen combinaciones de sustratos intermedios entre T1 y T2, buscando un equilibrio óptimo entre diversidad fúngica capturada y costo de producción. Asimismo, se recomienda investigar la viabilidad y actividad metabólica de los microorganismos capturados en cada tratamiento.
- ✚ Si se planea escalar la producción de trampas a nivel comercial o para extensas áreas de muestreo, el T1 representa la opción más viable económicamente, permitiendo reducir los costos de producción en un 44,3% (\$0,66 por trampa) sin comprometer significativamente la captura de los géneros fúngicos más abundantes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdullah, N. S., Doni, F., Mispan, M. S., Saiman, M. Z., Yusuf, Y. M., Oke, M. A., & Mohd Suhaimi, N. S. (2021). Harnessing trichoderma in agriculture for productivity and sustainability. *Agronomy*, 11(12). <https://doi.org/10.3390/agronomy11122559>
- Ali Siddiqui, I., & Ehteshamul-Haque, S. (2001). Suppression of the root rot-root knot disease complex by *Pseudomonas aeruginosa* in tomato: The influence of inoculum density, nematode populations, moisture and other plant-associated bacteria. *Plant and Soil*, 237(1). <https://doi.org/10.1023/A:1013313103032>
- ANACAFE GUATEMALA. (2024). Guía para la Captura, Reproducción y Aplicación Artesanal de Microorganismos. *anacafe.org*
- Andrade, P., Rivera, M. N., Landero, N., Silva, H. V., Martínez, S. J., & Romero, O. (2023). Beneficios ecológicos y biológicos del hongo cosmopolita *Trichoderma* spp. en la agricultura: una perspectiva en el campo mexicano. *Revista Argentina de Microbiología*, 55(4).
- Borges García, M., Sánchez Rodríguez, Y., María, D., & Avalos, R. (2020). Respuesta de tubérculos comerciales de ñame (*Dioscorea* spp.) en el momento de la cosecha y almacenamiento poscosecha. *AgriRxiv*. <https://doi.org/https://doi.org/10.31220/agriRxiv.2020.00005>
- Bravo, Alejandra., Ibarra, J. E., Cristina Del Rincón C., M., Galindo, E., Patiño, M., Serrano, L., García, R., Carrillo, J. A., Pereyra A., B., Alcázar P., A., Luna O., H., Galán W., L., Pardo, L., Muñoz G., C., Gómez, I., & Soberón, M. (2006). Los microorganismos en el control de insectos y patógenos. *Revista, Latinoamericana de Microbiología.*, 48(2).
- Caceres Acosta, E., Soraya, A., & Castro, R. (2020). Uso de Ácidos Orgánicos de Bajo Peso Molecular para Agricultura Mejoramiento de Suelos Volcánicos Ecuatorianos. *Indian Journal of Pure & Applied Biosciences* , 8(4).
- Canchignia Martínez, F., Barrera Álvarez, A. E., Canchignia Malagón, G., Morante Carriel, J., Peñafiel Jaramillo, M., & Cruz Rosero, N. (2015). Aplicación de rizobacterias que promueven el crecimiento en plantas (PGPR) del género *Pseudomonas* spp como controladores biológicos de insectos y nematodos-plagas. *Ciencia y Tecnología*, 8(1). <https://doi.org/10.18779/cyt.v8i1.197>

- Carreras, B. (2011). Aplicaciones de la bacteria entomopatógena *Bacillus thuringiensis* en el control de fitopatógenos. *Ciencia & Tecnología Agropecuaria*, 12(2).
https://doi.org/10.21930/rcta.vol12_num2_art:222
- Carrillo, Román Sánchez, & Ramírez, P. G. (2022). *Pseudomonas* spp. benéficas en la agricultura. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 13(4).
<https://doi.org/10.29312/remexca.v13i4.2799>
- Carrillo, R.S., & Ramírez, P. G. (2022). *Pseudomonas* spp. beneficial in agriculture | *Pseudomonas* spp. benéficas en la agricultura. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 13(4).
- Castañedo Hernández, Z. A., Meneses-Marcel, A., Marrero Chang, O., & Cruz-Martin, M. (2024). Efectos de *Bacillus* spp. en organismos no diana del ecosistema terrestre. *Revista Kawsaypacha: Sociedad y Medio Ambiente*, (13).
<https://doi.org/10.18800/kawsaypacha.202401.a008>
- Castillo Arévalo, T. (2022). Alternativas biológicas y químicas para el manejo de Fitonematodos en cultivo de plátano AAB (*Musa paradisiaca* L.) en Rivas, Nicaragua. *Revista Universitaria Del Caribe*, 28(01). <https://doi.org/10.5377/ruc.v28i01.14449>
- Castillo-Arévalo, T. (2022). Evaluación in vitro de hongos Hypocreales para el control de *Pratylenchus* ssp, *Scutellonema* ssp y *Helicotylenchus* ssp. *Revista Universitaria Del Caribe*, 29(02). <https://doi.org/10.5377/ruc.v29i02.15253>
- Cedeño Moreira, A. V., Vásquez Cortez, L. H., Espinoza Guerra, Í. F., Mestanza Uquillas, C. A., Plua Montiel, J. A., Rodríguez Cevallos, S. L., Godoy Montiel, L. A., & Carrillo Freire, D. M. (2025). Actividad promotora del crecimiento vegetal de cepas de *Bacillus* spp. en frijol (*Phaseolus vulgaris*). *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 28(2). <https://doi.org/10.31910/rudca.v28.n2.2025.2850>
- Cedeño Saavedra, D., Canchignia Martínez, H. F., Cruz Rosero, N., Guerra Cuenca, F., Gaibor Fernández, R., & Cedeño Moreira, Á. V. (2017). Rizobacterias que promueven el desarrollo e incremento en productividad de *Glycine max* L. *Rhizobacteria promoting Glycine max* L. development and increased productivity. *Cienc Tecn UTEQ*, 10(1).
- Cedeño-zambrano, J. R., García-párraga, J. V., Maribel, C., Jiménez-flores, L. A. J., Miguel, S., López-mejía, F. X., & Enrique, L. (2022). *Ac c e p t i o n A c c e p t e d*.
 file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/fertilizante_platano_esp.pdf

- CENTA (Centro Nacional de tecnología Agropecuaria y Forestal). (2022).
Microorganismos Guia Técnica 4. CENTA, 7, 1–4.
<http://www.centa.gob.sv/sidia/inicio.html>
- Chávez Arteaga, K. T., Guato Molina, J. J., Rodríguez Acosta, J. L., Cedeño Moreira, Á. V., Romero Meza, R. F., & Canchignia Martínez, H. F. (2020). Rizobacterias con potencial antagonista in vitro a *Mycosphaerella fijiensis* Morelet. *Ciencia y Tecnología*, 13(2). <https://doi.org/10.18779/cyt.v13i2.387>
- Contreras Cornejo, H. A., Macías Rodríguez, L., del Val, E., & Larsen, J. (2016). Ecological functions of *Trichoderma* spp. and their secondary metabolites in the rhizosphere: interactions with plants. In *FEMS Microbiology Ecology* (Vol. 92, Number 4). <https://doi.org/10.1093/femsec/fiw036>
- Cortés Hernández, F. del C., Alvarado Castillo, G., & Sanchez Viveros, G. (2023). *Trichoderma* spp., una alternativa para la agricultura sostenible: una revisión. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 25(2).
<https://doi.org/10.15446/rev.colomb.biote.v25n2.111384>
- Costa, A. R. da, Chideroli, R. T., Chicoski, L. M., Abreu, D. C. de, Favero, L. M., Ferrari, N. A., Mainardi, R. M., Silva, V. G. da, & Pereira, U. P. (2021). Frequência de patógenos na rotina de diagnóstico bacteriológico em peixes e sua resistência a antimicrobianos. *Semina: Ciências Agrárias*, 42(6 SE-Artigos).
- Covarelli, L., Pannacci, E., Beccari, G., D’Errico, F. P., & Tosi, L. (2010). Two-year investigations on the integrated control of weeds and root parasites in Virginia bright tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) in central Italy. *Crop Protection*, 29(8).
<https://doi.org/10.1016/j.cropro.2010.03.015>
- De Noronha, M. A., Fernandes, M. F., De Muniz, M. F. S., Pedrosa, E. M. R., Assunção, M. C., & da Calheiros, L. S. C. (2021). Soil abiotic factors associated with *Meloidogyne* spp. And *Pratylenchus* spp. Populations in sugarcane. *Nematology*, 23(2). <https://doi.org/10.1163/15685411-bja10033>
- De Vong Chong, M., Herra, R., & Tunón, J. (2023). Caracterización de hongos rizosféricos contra *Pyricularia oryzae* en arroz en la República de Panamá. *Revista Científica Guacamaya*, 7.
- Donato, A. De, Vargas, A. B., Menezes, B. F., & Nunes, F. A. (2021). Controle de formigas cortadeiras com *Penicillium* spp. proveniente de laranjas em decomposição: Aplicação em diferentes frequências avaliadas por agricultores. *Extensão Em Foco*, (24). <https://doi.org/10.5380/ef.v0i24.77179>

- Fanelli, F., Liuzzi, V. C., Logrieco, A. F., & Altomare, C. (2018). Genomic characterization of *Trichoderma atrobrunneum* (*T. harzianum* species complex) ITEM 908: insight into the genetic endowment of a multi-target biocontrol strain. *BMC Genomics*, 19(1). <https://doi.org/10.1186/s12864-018-5049-3>
- Ferreira, T. C., & Cunha, A. L. A. (2020). *Bacillus* spp. Como Promotores de Resistência Vegetal: Seca, a Salinidade e a Patógenos Habitantes do solo em Área Áridas. *Revista de Agroecologia No Semiárido*, 4(5). <https://doi.org/10.35512/ras.v4i5.4812>
- Gholami, A., Shahsavani, S., & Nezarat, S. (2009). The effect of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on germination, seedling growth and yield of maize. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 37.
- Gough, E. C., Owen, K. J., Zwart, R. S., & Thompson, J. P. (2020). A Systematic Review of the Effects of Arbuscular Mycorrhizal Fungi on Root-Lesion Nematodes, *Pratylenchus* spp. *Frontiers in Plant Science*, 11. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00923>
- Hascoët, A. S. (2019). Desarrollo de biofilms de *Listeria monocytogenes* y microbiota acompañante en instalaciones cárnicas: cuantificación, acción sinérgica y antagonista (tesis doctoral). In *Desarrollo de biofilms de Listeria monocytogenes y microbiota acompañante en instalaciones cárnicas: cuantificación, acción sinérgica y antagonista*.
- Hurtado, E., Ballesteros, F., & Banchón, C. (2020). Actividad Fúngica de *Aspergillus* spp. mediante la aplicación de *Azadirachta indica* y *Eucalyptus* spp. *Universidad Ciencia y Tecnología*, 24(104). <https://doi.org/10.47460/uct.v24i104.362>
- Ibarra, J. (2019). Universidad técnica estatal de Quevedo consejo académico. *Journal of Tropical Ecology*, 19–25. <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/5311/1/T-UTEQ-0093.PDF>
- Ithal, N., Recknor, J., Nettleton, D., Hearne, L., Maier, T., Baum, T. J., & Mitchum, M. G. (2007). Parallel genome-wide expression profiling of host and pathogen during soybean cyst nematode infection of soybean. *Molecular Plant-Microbe Interactions*, 20(3). <https://doi.org/10.1094/MPMI-20-3-0293>
- Kálmán, C. D., Nagy, Z., Berényi, A., Kiss, E., & Posta, K. (2023). Investigating PGPR bacteria for their competence to protect hybrid maize from the factor drought stress. *Cereal Research Communications*. <https://doi.org/10.1007/s42976-023-00388-0>

- Khan, N., Bano, A., & Curá, J. A. (2020). Role of beneficial microorganisms and salicylic acid in improving rainfed agriculture and future food safety. *Microorganisms*, 8(7). <https://doi.org/10.3390/microorganisms8071018>
- Kolombia, Y. A., Ogundero, O., Olajide, E., Viaene, N., Kumar, P. L., Coyne, D. L., & Bert, W. (2021). Morphological and molecular characterization of *Pratylenchus* species from Yam (*Dioscorea* spp.) in West Africa. *Journal of Nematology*, 52. <https://doi.org/10.21307/JOFNEM-2020-126>
- Kumar, R., Swapnil, P., Meena, M., Selpair, S., & Yadav, B. G. (2022). Plant Growth-Promoting Rhizobacteria (PGPR): Approaches to Alleviate Abiotic Stresses for Enhancement of Growth and Development of Medicinal Plants. In *Sustainability (Switzerland)* (Vol. 14, Number 23). <https://doi.org/10.3390/su142315514>
- Lin, L., Wei, C., Chen, M., Wang, H., Li, Y., Yang, L., Yang, L., & An, Q. (2015). Complete genome sequence of endophytic nitrogen-fixing *Klebsiella variicola* strain DX120E. *Standards in Genomic Sciences*, 10(MAY2015). <https://doi.org/10.1186/s40793-015-0004-2>
- Manzar, N., Kashyap, A. S., Goutam, R. S., Rajawat, M. V. S., Sharma, P. K., Sharma, S. K., & Singh, H. V. (2022). Trichoderma: Advent of Versatile Biocontrol Agent, Its Secrets and Insights into Mechanism of Biocontrol Potential. In *Sustainability (Switzerland)* (Vol. 14, Number 19). <https://doi.org/10.3390/su141912786>
- Martínez, H. F., Chávez Arteaga, K., Guato Molina, J., Peñafiel Jaramillo, M., & Mestanza Uquillas, C. (2018). Bacterias fluorescentes productoras de metabolitos antagónicos de cultivares nativos de *Musa* sp. y su diversidad filogenética al gen ARNr 16S. *Ciencia y Tecnología*, 11(2). <https://doi.org/10.18779/cyt.v11i2.232>
- Mesa Vanegas, A. M., Marín Pavas, D. A., & Calle Osorno, J. (2020). Metabolitos secundarios en *Trichoderma* spp. y sus aplicaciones biotecnológicas agrícolas. *Actualidades Biológicas*, 41(111). <https://doi.org/10.17533/udea.acbi.v41n111a02>
- Mia, M. A. B., Shamsuddin, Z. H., Wahab, Z., & Marziah, M. (2005). High-yielding and quality banana production through plant growth-promoting rhizobacterial inoculation. *Fruits*, 60(3). <https://doi.org/10.1051/fruits:2005024>
- Morel, M., García, S., Castillo, Y., Moya, J. de D., Rengifo, D., Reinoso, T., & Martínez, N. (2021). Aislamiento y selección de hongos endófitos nativos con potencial antagónico a nematodos fitoparásitos en plantaciones de banano en Valverde y Montecristi. *APF*, 10(1).

- Morocho, M. T., & Leiva-Mora, M. (2019). Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas Efficient microorganisms, functional properties and agricultural applications. *46*(2), 93–103. <http://cagricola.uclv.edu.cu>
- NOSTOC BIOTECH. (2023, August 13). *El Papel de los Microorganismos en la Salud del Suelo y la Agricultura Sostenible*. Pagina Web.
- Ochieno, D. M. W. (2021). *Fusarium oxysporum* V5w2 is a non-beneficial endophyte that interacts with *Radopholus similis* in a wilt disease complex of banana. *Scientific African*, *14*. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2021.e01014>
- Oliveira Paiva, C., Bini, D., Evodio, I., Eliane, M., Gomes, A., Cristina, F., Luciano, S., Cota, V., Morais, S., Vera, S., Alves, M. C., Gomes, U., Lana, P., & Ferreira De Souza, F. (2021). Inoculante à base de bactérias solubilizadoras de fosfato nas culturas do milho e da soja (BiomaPhos®): dúvidas frequentes e boas práticas de inoculação. *Embrapa Milho e Sorgo*.
- Orlando, V., Edwards, S. G., Neilson, R., Prior, T., Roberts, D., & Back, M. (2020). Comparing the efficiency of six common methods for DNA extraction from root-lesion nematodes (*Pratylenchus* spp.). *Nematology*, *23*(4). <https://doi.org/10.1163/15685411-bja10049>
- Orlando, V., Grove, I. G., Edwards, S. G., Prior, T., Roberts, D., Neilson, R., & Back, M. (2020). Root-lesion nematodes of potato: Current status of diagnostics, pathogenicity and management. In *Plant Pathology* (Vol. 69, Number 3). <https://doi.org/10.1111/ppa.13144>
- Palacios Mendoza, A., Castañeda Chávez, M. R., & Mata Alejandro, H. (2023). Identificación de hongos filamentosos en población de *Vitis tiliifolia* del Municipio de Santiago Tuxtla del Edo de Veracruz, para el enriquecimiento de suelos agrícolas. *Tercer Seminario Internacional RIARES. 27-30 Marzo*.
- Pereira da Silva, E., Costa Barros, Y., & Feitoza de Jesus Santos, A. (2023). Mitigação do déficit hídrico em plantas de milho por *Bacillus* sp. isolados de plantas endêmicas da caatinga. *Scientific Electronic Archives*, *16*(6).
- Pérez Bautista, J. A., Meza León, R. L., Cruz-Gregorio, S., Quintero, L., & Sartillo-Piscil, F. (2016). The first stereoselective non-biological synthesis of chiral 6-pentyl-2H-pyran-2-ones: total synthesis of metabolites isolated from *Trichoderma* spp and *Penicillium* isolates. *Tetrahedron Letters*, *57*(41). <https://doi.org/10.1016/j.tetlet.2016.08.089>

- Posada, L. F., Alvarez, J. C., Hu, C. H., de-Bashan, L. E., & Bashan, Y. (2016). Construction of probe of the plant growth-promoting bacteria *Bacillus subtilis* useful for fluorescence in situ hybridization. *Journal of Microbiological Methods*, 128. <https://doi.org/10.1016/j.mimet.2016.05.029>
- Rodríguez Hernández, M. G., Gallegos Robles, M. Á., Rodríguez Sifuentes, L., Fortis Hernández, M., Luna Ortega, J. G., & González Salas, U. (2020). Cepas nativas de *Bacillus* spp. como una alternativa sostenible en el rendimiento de forraje de maíz. *REVISTA TERRA LATINOAMERICANA*, 38(2). <https://doi.org/10.28940/terra.v38i2.690>
- Rodriguez, K. (2022). Biorremediación mediante *Trichoderma* spp., *pseudomonas* *Fluorescens* y *bacillus subtilis* para reducir concentraciones de cadmio en espárrago. In *Repositorio Institucional UNALM*.
- Sáenz Pérez, C. A., Osorio Hernández, E., Estrada Drouaillet, B., Poot Poot, W. A., Delgado Martínez, R., & Rodríguez Herrera, R. (2019). Principales enfermedades de los cítricos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 10(7). <https://doi.org/10.29312/remexca.v10i7.1827>
- Sagge, M. D., Deem, S. L., Ferreyra, H., Romano, M. C., Ferreyra Armas, M. C., Vanstreels, R. E. T., Halperin, P., Guida, N., Moras, E. V., Nosedá, R. P., & Uhart, M. M. (2025). Health Assessment of Three Species of Free-Living Raptors Inhabiting a Pampas Agroecosystem in Central Argentina. *Journal of Raptor Research*, 59(1). <https://doi.org/10.3356/jrr2425>
- Sánchez Navarrete, E., Castañeda Antonio, M. D., Baez, A., & Morales García, Y. (2021). Rizobacterias para el mejoramiento del cultivo de maíz (*Zea mays*). Una tecnología prometedora para la producción de maíces criollos. *Alianzas y Tendencias BUAP*, 6(23).
- Santoyo, G., Urtis Flores, C. A., Loeza-Lara, P. D., Orozco-Mosqueda, M. D. C., & Glick, B. R. (2021). Rhizosphere colonization determinants by plant growth-promoting rhizobacteria (Pgpr). *Biology*, 10(6). <https://doi.org/10.3390/biology10060475>
- Shen, X., Hu, H., Peng, H., Wang, W., & Zhang, X. (2013). Comparative genomic analysis of four representative plant growth-promoting rhizobacteria in *Pseudomonas*. *BMC Genomics*, 14(1). <https://doi.org/10.1186/1471-2164-14-271>
- Silva, E. P., Barros, Y. C., & Santos, A. F. de J. (2023). Mitigação do déficit hídrico em plantas de milho por *Bacillus* sp. isolados de plantas endêmicas da Caatinga. *Scientific Electronic Archives*, 16(6).

- Silva, I. O. (2020). Trichoderma spp antagonismo a fitopatógenos causando pudrición de raíz de yuca en alagoas. *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo Do Conhecimento*. <https://doi.org/10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/agronomia-es/antagonismo-trichoderma>
- Silva Valenzuela, M. M. L. R. Z. M. E. (2020). Review / Revisión Hongos Endófitos : una Alternativa Biológica para el Nematodos Fitoparásitos. *Nematropica*, 50(101).
- Silva Valenzuela, M., Rojas Martínez, R. I., Manzanilla López, R. H., Macías Rubalcava, M. L., Aranda Ocampo, S., & Zavaleta Mejía, E. (2020). Review/Revisión. Hongos endófitos: Una alternativa biológica para el manejo de nematodos fitoparásitos. In *Nematropica* (Vol. 50, Number 1).
- Sousa, D. M. M., Campos, E. B., Souza, M. E. de, & Batista, J. C. P. (2024). Avaliação do potencial antagonico de *Bacillus* sp. e *Trichoderma harzianum*, no biocontrole de *Colletotrichum gloesporioides*. *Revista JRG de Estudos Acadêmicos*, 7(15). <https://doi.org/10.55892/jrg.v7i15.1708>
- Targino Gomes, V., Dantas de Freitas, D., Targino Pereira, R., Vilar Marques, R., Santos de Almeida, J. G., Ferreira Santos, R. R., Da Silva Amaral, D. C., & Vasconcelos, U. (2023). Bactéria do dedo verde: admiráveis tons de pioverdina. *REVISTA FOCO*, 16(5). <https://doi.org/10.54751/revistafoco.v16n5-159>
- Thiep, N., Soyong, K., Oanh, N., & Hung, P. M. (2019). Study on nematodes (*Pratylenchus* spp.) on Arabica coffee in the Northwestern Vietnam. *International Journal of Agricultural Technology*, 15(4).
- Tomaseto, A. A., Alpiste, M. C., Nassar, A., & Destéfano, S. (2020). Antibacterial activity of phytopathogenic Streptomyces strains against bacteria associated to clinical diseases. *Arquivos Do Instituto Biológico*, 87. <https://doi.org/10.1590/1808-1657000142020>
- Tyśkiewicz, R., Nowak, A., Ozimek, E., & Jaroszek-ściseł, J. (2022). Trichoderma: The Current Status of Its Application in Agriculture for the Biocontrol of Fungal Phytopathogens and Stimulation of Plant Growth. In *International Journal of Molecular Sciences* (Vol. 23, Number 4). <https://doi.org/10.3390/ijms23042329>
- Ugando Peñate, M., Sabando García, Á. R., Armas Herrera, R., Higuerey Gómez, Á. A., & Villalón Peñate, A. (2023). Modelización econométrica aplicada y pronósticos de niveles exportables para el plátano barraganete en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador. *Revista de La Universidad Del Zulia*, 14(39). <https://doi.org/10.46925//rdluz.39.08>

- Urgiles Gómez, N., Loján, P., Ávila Salem, M. E., Benavidez Silva, C., Hurtado, L., Livisaca, F., Guaya, P., Villamagua, M., Poma, L., & Quichimbo, L. (2023). Microorganismos benéficos con potencial agrícola: Una alternativa sostenible para la producción de café y calidad del suelo. *CEDAMAZ*, 13(1).
<https://doi.org/10.54753/cedamaz.v13i1.1310>
- Valbuena Rodríguez, J. L., & Fonseca Guerra, I. R. (2023). Actividad biocontroladora de *Trichoderma asperellum* sobre hongos fitopatógenos aislados de cultivos de quinua del departamento de Boyacá. *Tercer Seminario Internacional RIARES*. 27-30 Marzo.
- Valente, L. F. J., & Cabel, S. R. (2025). Teste de resistência à salinidade do trigo inoculado com bactérias endofíticas. *International Journal of Scientific Management and Tourism*, 11(5). <https://doi.org/10.55905/ijsmtv11n5-001>
- Vargas, R., Wang, A., Obregón, M., & Araya, M. (2015). Efecto de *Trichoderma* spp., *Paecilomyces lilacinus* y la inyección de nematicida en el pseudotallo en el combate de *Radopholus similis* y la producción de banano. *Agronomía Costarricense*.
<https://doi.org/10.15517/rac.v39i2.21774>
- Verdesoto, A. (2018). *Evaluación del efecto de rizobacterias promotoras de crecimiento de plantas (pgprs) con actividad antagonista hacia el nematodo Radopholus similis en el cultivo de banano in vitro*. 75. <http://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/3320>
- Viveros Folleco, Y. M., Guzmán Piedrahita, Ó. A., & Villegas Estrada, B. (2022). Efecto de *Radopholus similis* en el crecimiento de genotipos de musáceas de importancia económica. *Boletín Científico Centro de Museos Museo de Historia Natural*, 26(2).
<https://doi.org/10.17151/bccm.2022.26.2.4>
- Wei, C. Y., Lin, L., Luo, L. J., Xing, Y. X., Hu, C. J., Yang, L. T., Li, Y. R., & An, Q. (2014). Endophytic nitrogen-fixing *Klebsiella variicola* strain DX120E promotes sugarcane growth. *Biology and Fertility of Soils*, 50(4).
<https://doi.org/10.1007/s00374-013-0878-3>
- Wulandari, S., Netty, & Suriyanti. (2021). Pengaruh konsentrasi PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) dan pupuk KCl terhadap pertumbuhan dan produksi pada tanaman tomat (*Solanum lycopersicum* L.). *Jurnal AGrotekMAS*, 2(3).
- Yang, S. hua, Zhao, L. rong, Ding, S., Tang, S. qiao, Chen, C., Zhang, H. xin, Xu, C. ling, & Xie, H. (2022). Study on burrowing nematode, *Radopholus similis*, pathogenicity test system in tobacco as host. *Journal of Integrative Agriculture*, 21(9).
<https://doi.org/10.1016/j.jia.2022.07.021>

- Yao, X., Guo, H., Zhang, K., Zhao, M., Ruan, J., & Chen, J. (2023). Trichoderma and its role in biological control of plant fungal and nematode disease. In *Frontiers in Microbiology* (Vol. 14). <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1160551>
- Zin, N. A., & Badaluddin, N. A. (2020). Biological functions of Trichoderma spp. for agriculture applications. In *Annals of Agricultural Sciences* (Vol. 65, Number 2). <https://doi.org/10.1016/j.aoas.2020.09.003>

ANEXOS

Anexo 1. Facturas de compras de insumos y equipos.

***** COMERCIAL VELEZ ***** Ticket No. 001-338461 RUC: 1706411665001 DIRECCION: El Carmen, Calle Portoviejo y Calle Enrique Delgado Fecha: 17/01/2026 Hora: 11:50:19 Cliente: PONCE HIDALGO EMELY CATALINA RUC / CI: 1351684087 Direccion: RCT LAS DELICIAS 00 <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%;">(2 ITEMS) EFECTIVO</td> <td style="width: 40%; text-align: right;">Valor</td> </tr> <tr> <td colspan="2"> </td> </tr> <tr> <td>1.00 PANELA MOLIDA EL GUSTADOR /CONT.454G (BO) 7862122290218</td> <td style="text-align: right;">0.8000 0.80</td> </tr> <tr> <td>10.00 ARROZ GLORIA MATILDE (BO) 01234</td> <td style="text-align: right;">0.5000 5.00</td> </tr> <tr> <td colspan="2"> </td> </tr> <tr> <td>TOTAL A CANCELAR</td> <td style="text-align: right;">5.80</td> </tr> <tr> <td colspan="2"> </td> </tr> </table> ***** LE ATENDIO: REYES CEBALLOS GABRIELA EQUIPO: CAJA-4	(2 ITEMS) EFECTIVO	Valor			1.00 PANELA MOLIDA EL GUSTADOR /CONT.454G (BO) 7862122290218	0.8000 0.80	10.00 ARROZ GLORIA MATILDE (BO) 01234	0.5000 5.00			TOTAL A CANCELAR	5.80			* AKI EL CARMEN * DIRECCION SUCURSAL: LOS LIMONES S/N Y MANZANA A EL CARMEN - ECUADOR MATRIZ: CORPORACION FAVORITA C.A. AV. GENERAL ENRIQUEZ VIA COTACACHA QUITO - ECUADOR RUC:1790016919001 <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="text-align: left;">Descripción</th> <th style="text-align: center;">Cantidad</th> <th style="text-align: right;">Pre.Uni</th> <th style="text-align: right;">Pre.Tot</th> </tr> <tr> <td>A-PECHUGA CON PIEL</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td></td> <td style="text-align: right;">2.71</td> </tr> <tr> <td colspan="4"> </td> </tr> <tr> <td>Tarifa 0</td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: right;">2.71</td> </tr> <tr> <td>Tarifa 15</td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: right;">0.00</td> </tr> <tr> <td>Subtotal sin IVA</td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: right;">2.71</td> </tr> <tr> <td>15% IVA</td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: right;">0.00</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: right;">2.71</td> </tr> <tr> <td colspan="4"> </td> </tr> <tr> <td>Efectivo Dolares</td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: right;">10.00</td> </tr> <tr> <td>CAMBIO USD</td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: right;">7.29</td> </tr> </table> CLIENTE: PONCE HIDALGO EMELY CATALINA CED/RUC: 1351684087 DETALLE DE FACTURA ELECTRONICA Nro: 098-103-000460788 Fecha Emisión (dd/mm/aaaa):17/01/2026 Gran Contribuyente NRC-GCFD10C21-00868-E	Descripción	Cantidad	Pre.Uni	Pre.Tot	A-PECHUGA CON PIEL	1		2.71					Tarifa 0			2.71	Tarifa 15			0.00	Subtotal sin IVA			2.71	15% IVA			0.00	TOTAL			2.71					Efectivo Dolares			10.00	CAMBIO USD			7.29
(2 ITEMS) EFECTIVO	Valor																																																										
1.00 PANELA MOLIDA EL GUSTADOR /CONT.454G (BO) 7862122290218	0.8000 0.80																																																										
10.00 ARROZ GLORIA MATILDE (BO) 01234	0.5000 5.00																																																										
TOTAL A CANCELAR	5.80																																																										
Descripción	Cantidad	Pre.Uni	Pre.Tot																																																								
A-PECHUGA CON PIEL	1		2.71																																																								
Tarifa 0			2.71																																																								
Tarifa 15			0.00																																																								
Subtotal sin IVA			2.71																																																								
15% IVA			0.00																																																								
TOTAL			2.71																																																								
Efectivo Dolares			10.00																																																								
CAMBIO USD			7.29																																																								

SANCHEZ SANCHEZ RAUL ABDON
RUC : 1701588236001
MATRIZ : SANTO DOMINGO DE LOS COLORADOS /
GUAYAQUIL S/N Y CALLE LOJA
SUCURSAL : EL CARMEN / AV. CHONE 6 Y CALLE
1
OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD: SI
AGENTE DE RETENCION SEGUN RESOLUCION:

FACTURA ELECTRONICA

FACTURAN : 004-010 00000645
EMISION : 13/01/2026 15:38
AMBIENTE : PRODUCCION
EMISION : NORMAL
TIPO : CONTADO
4CLAVE DE ACCESO : 13012026011701588236001
20000100000006451234567816

PONCE HIDALGO EMELY
RUC : 1351684087
CODIGO : 15928
DIAS CRED:

CANT.	DESCRIPCION	PRECIO TOTAL
1.00 (329)BALANZA 15KG		95.65 95.65
SUBTOTAL IVA 15%		95.6522
DESCUENTO :		0.0000
VALOR ICE :		0.0000
VALOR IVA 15% :		14.3478
TOTAL :		110.00

ITEMS FACTURADOS : (1)
VENDEDOR:
GOMEZ GRISELDA

FORMAS DE PAGO

EFECTIVO: \$110

PARA REVISAR SU FACTURA, INGRESE A SU CORR
CO ELECTRONICO:

EQUIPO: SUC2WELCOME
HORA: 13/01/2026 15:38:15

Anexo 2. Insumos de las trampas del tratamiento 1 y 2.



Insumos de la Trampa 1



Insumos de la Trampa 2

Anexo 3. Resultados de laboratorio Microbiolab T1 y T2.



INFORME DE RESULTADOS

Código: DA-LAB10

Versión: 1

Página 1 de 1

Informe No. 2511-9371218

INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR EL CLIENTE

Persona o empresa solicitante	EMELY PONCE
Persona de contacto	

Nombre comercial / Identificación	T1		
Fecha de elaboración	No se indica	Fecha de caducidad	No se indica
Fecha de muestreo	No se indica	Número de lote	No se indica
Tipo de envase	Tarima plástica	Condiciones de transporte de la muestra	Temperatura ambiente
Tipo de muestra	Trampa de arroz	Lugar de origen	No se indica

INFORMACIÓN DEL LABORATORIO

Código de muestra	2511-937		
Fecha de ingreso	11/11/2025	Fecha inicio de análisis	14/11/2025
Fecha finalización de análisis	24/11/2025	Fecha emisión de informe	24/11/2025
Realización de ensayos	Laboratorio permanente – Av. Amazonas y Guayas, Ed. Torre Centre.		

RESULTADO DE ANÁLISIS

PARÁMETRO	MÉTODO	PROCEDIMIENTO ESPECÍFICO DE ENSAYO	RESULTADO		UNIDAD
Poblaciones micológicas	Pour plate	LABPEE-15	Mohr	2.2x10 ⁸	UFC/g
			Levaduras	<10	
			Identificación de mohos	Aspergillus spp. 90.90 Penicillium spp. 9.09	%

Los resultados corresponden únicamente a la muestra analizada tal y como se recibió por parte del cliente.

Queda totalmente prohibida la reproducción parcial de este informe sin permisos por escrito del laboratorio.

SIMBOLOGÍA

UFC	unidades formadoras de colonia	ml	mililitro
UFF	unidades formadoras de propágulos	g	gramo
NMP	número más probable	N/A	no aplica
RES	Recuento estimado estándar	%	porcentaje

MARIA ESTHER CORTEZ PAZMIÑO /	
RESPONSABLE TÉCNICO	
Microbióloga	
Magister en Agroecología y Agricultura Sostenible	

LABORATORIOS BIOTECNOLÓGICOS ASOCIADOS MICROBIOLAB S.A.S

Avenida Amazonas y Guayas, Edificio Torre Centre, Oficina 304 | microbiolabecuador@gmail.com | 0995612043



INFORME DE RESULTADOS

Código: DA-LAB10
Versión: 1
Página 1 de 1

Informe No. 2511-9381218

INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR EL CLIENTE

Persona o empresa solicitante	EMELY PONCE
Persona de contacto	

Nombre comercial / Identificación	T2		
Fecha de elaboración	No se indica	Fecha de caducidad	No se indica
Fecha de muestreo	No se indica	Número de lote	No se indica
Tipo de envase	Tarima plástica	Condiciones de transporte de la muestra	Temperatura ambiente
Tipo de muestra	Trampa de arroz	Lugar de origen	No se indica

INFORMACIÓN DEL LABORATORIO

Código de muestra	2511-938		
Fecha de Ingreso	11/11/2025	Fecha Inicio de análisis	14/11/2025
Fecha finalización de análisis	24/11/2025	Fecha emisión de Informe	24/11/2025
Realización de ensayos	Laboratorio permanente – Av. Amazonas y Guayas, Ed. Torre Centre.		

RESULTADO DE ANÁLISIS

PARÁMETRO	MÉTODO	PROCEDIMIENTO ESPECÍFICO DE ENSAYO	RESULTADO		UNIDAD	
Poblaciones micológicas	Pour plat	LABPEE-15	Mohos	2.9x10 ⁸	UFC/g	
			Levaduras	1x10 ⁵		
			Identificación de mohos	Aspergillus spp.	66.66	%
				Penicillium spp.	26.66	
Trichoderma spp.	3.35					

Los resultados corresponden únicamente a la muestra analizada tal y como se recibió por parte del cliente.

Queda totalmente prohibida la reproducción parcial de este informe sin permiso por escrito del laboratorio.

SIMBOLOGÍA

UFC	unidades formadoras de colonia	ml	mililitro
UFF	unidades formadoras de propágulos	g	gramo
NMP	número más probable	N/A	no aplica
RES	Recuento estimado estándar	%	porcentaje

MARIA ESTHER CORTEZ PAZMIÑO /

RESPONSABLE TÉCNICO

Microbióloga

Magister en Agroecología y Agricultura Sostenible

LABORATORIOS BIOTECNOLÓGICOS ASOCIADOS MICROBIOLAB S.A.S

Avenida Amazonas y Guayas, Edificio Torre Centre, Oficina 304 | microbiolabecuador@gmail.com | 0995612043

Anexo 4. Resultados de laboratorio Multianalityca T1 y T2.



INFORME DE RESULTADOS

INF.DIV-MI.115286a

DATOS DEL CLIENTE

Cliente:	PONCE HIDALGO EMELY CATALINA
Dirección:	Km29 de la Vía Chone, Las Delicias
Teléfono:	0993306433

DATOS DE LA MUESTRA

Descripción:	Trampa de arroz T1		
Lote:	---	Contenido declarado:	100g
Fecha de elaboración:	---	Fecha de vencimiento:	---
Fecha de recepción:	2025/11/10	Hora de recepción:	09:59:00
Fecha de análisis:	2025/11/10	Fecha de emisión:	2025/11/17
Material de envase:	---		
Toma de muestra realizada por:	El cliente		
Procedencia de los datos:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a los datos y a las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio.		

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA

Color:	Característico	Olor:	Característico
Estado:	Sólido	Conservación:	Ambiente
Temperatura de la muestra:	Ambiente		

RESULTADO MICROBIOLOGÍA

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO INTERNO	MÉTODO DE REFERENCIA
Recuento de Bacterias ácido-lácticas	7,6 x 10 ⁶	UFC/g	MMI-46	MRS AGAR / REP.

Nota 1: UFC/g= unidades formadoras de colonia por gramo.

Se prohíbe la reproducción del presente informe de resultados, excepto en su totalidad previa autorización escrita de Multianalityca S.A.

Toda la información relacionada con datos del cliente e ítems de ensayo (muestras) y que pueda afectar a la validez de los resultados, ha sido proporcionada y son responsabilidad exclusiva del cliente. El laboratorio se responsabiliza únicamente de los resultados emitidos los cuales corresponden a la muestra analizada y descrita en el presente documento.

El laboratorio declina toda responsabilidad, acerca de desvíos encontrados en las muestras entregadas por el cliente y que pueden afectar a la validez de los resultados, particular que es comunicado al cliente en caso de ser detectado por el laboratorio.

El tiempo de almacenamiento de los informes de resultados y toda la información técnica relacionada al mismo para dar trazabilidad será de 5 años a partir de su fecha de emisión. (Punto 8.4.2 CR GA01 Criterios Generales Acreditación de Laboratorios de Ensayo y Calibración según NTE INEN- ISO/IEC 17025:2018).

El Tiempo de Retención de las Muestras en el Laboratorio para ensayos Físico-Químicos e Instrumentales partir de la fecha de ingreso será de 15 días calendario para muestras perecibles, 30 días calendario para muestras medianamente perecibles y estables. Muestras para ensayos microbiológicos será de 5 días laborables para muestras perecibles, 10 días laborables para muestras medianamente perecibles y estables a partir de la fecha de análisis.

Multianalityca S.A. no asume responsabilidad por el uso posterior que el cliente o terceros den a los resultados emitidos. Se recibirán reclamos únicamente dentro de los quince (15) días calendario posteriores a la emisión de los resultados; transcurrido dicho plazo, no se aceptarán reclamaciones de ningún tipo. La responsabilidad financiera del laboratorio se limita exclusivamente al valor pagado por el análisis correspondiente a la muestra entregada en ese momento, sin que en ningún caso exceda dicho importe. No se asumirán multas, sanciones ni daños indirectos, consecuenciales o emergentes derivados del uso del informe.



Firmado electrónicamente por:
Quím. Nadia Torres

Quím. Nadia Torres
Asistente Técnico Microbiología



JORGE ERAZO N50-109 Y CRISTOBAL SANDOVAL - EL PINAR - QUITO - PICHINCHA - ECUADOR
(02) 330 0247, 330 0674, 095 885 0928, 099 428 8140 / informes@multianalityca.com

Desarrollado por MultySoft. Página 1/1

RMI-7.8-01 / Edición RG: 11

INFORME DE RESULTADOS

INF.DIV-MI.115286b

DATOS DEL CLIENTE

Cliente:	PONCE HIDALGO EMELY CATALINA
Dirección:	Km29 de la Vía Chone, Las Delicias
Teléfono:	0993306433

DATOS DE LA MUESTRA

Descripción:	Trampa de arroz T2		
Lote:	---	Contenido declarado:	100g
Fecha de elaboración:	---	Fecha de vencimiento:	---
Fecha de recepción:	2025/11/10	Hora de recepción:	09:59:00
Fecha de análisis:	2025/11/10	Fecha de emisión:	2025/11/17
Material de envase:	---		
Toma de muestra realizada por:	El cliente		
Procedencia de los datos:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a los datos y a las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio.		

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA

Color:	Característico	Olor:	Característico
Estado:	Sólido	Conservación:	Ambiente
Temperatura de la muestra:	Ambiente		

RESULTADO MICROBIOLOGÍA

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO INTERNO	MÉTODO DE REFERENCIA
Recuento de Bacterias ácido-lácticas	8,9 x 10 ⁶	UFC/g	MMI-46	MRS AGAR / REP.

Nota 1: UFC/g= unidades formadoras de colonia por gramo.

Se prohíbe la reproducción del presente informe de resultados, excepto en su totalidad previa autorización escrita de Multianalytica S.A.

Toda la información relacionada con datos del cliente e ítems de ensayo (muestras) y que pueda afectar a la validez de los resultados, ha sido proporcionada y son responsabilidad exclusiva del cliente. El laboratorio se responsabiliza únicamente de los resultados emitidos los cuales corresponden a la muestra analizada y descrita en el presente documento.

El laboratorio declina toda responsabilidad, acerca de desvíos encontrados en las muestras entregadas por el cliente y que pueden afectar a la validez de los resultados, particular que es comunicado al cliente en caso de ser detectado por el laboratorio.

El tiempo de almacenamiento de los informes de resultados y toda la información técnica relacionada al mismo para dar trazabilidad será de 5 años a partir de su fecha de emisión. (Punto 8.4.2 CR GA01 Criterios Generales Acreditación de Laboratorios de Ensayo y Calibración según NTE INEN- ISO/IEC 17025:2018).

El Tiempo de Retención de las Muestras en el Laboratorio para ensayos Físico-Químicos e Instrumentales partir de la fecha de Ingreso será de 15 días calendario para muestras perecibles, 30 días calendario para muestras medianamente perecibles y estables. Muestras para ensayos microbiológicos será de 5 días laborables para muestras perecibles, 10 días laborables para muestras medianamente perecibles y estables a partir de la fecha de análisis.

Multianalytica S.A. no asume responsabilidad por el uso posterior que el cliente o terceros den a los resultados emitidos. Se receptorán reclamos únicamente dentro de los quince (15) días calendario posteriores a la emisión de los resultados; transcurrido dicho plazo, no se aceptarán reclamaciones de ningún tipo. La responsabilidad financiera del laboratorio se limita exclusivamente al valor pagado por el análisis correspondiente a la muestra entregada en ese momento, sin que en ningún caso exceda dicho importe. No se asumirán multas, sanciones ni daños indirectos, consecuenciales o emergentes derivados del uso del informe.




Firmado electrónicamente por:
Quím. Nadia Torres

Quím. Nadia Torres
Asistente Técnico Microbiología



JORGE ERAZO N50-109 Y CRISTOBAL SANDOVAL - EL PINAR - QUITO - PICHINCHA - ECUADOR
(02) 330 0247, 330 0674, 095 885 0928, 099 428 8140 / informes@multianalytica.com

Desarrollado por MultySoft. Página 1/1

RMI-7.8-01 / Edición RG: 11

Anexo 5. Factura de los laboratorios.

NO TIENE LOGO

CORTEZ PAZMINO MARIA ESTHER

MCP MICROBIOLAB LABORATORIO MICROBIOLOGIA AGRICOLA ECUADOR

Dirección Matriz:

Calle: AV. AMAZONAS Numero: S/N Interseccion: GUAYAS

Dirección Sucursal:

Calle: AV. AMAZONAS Numero: S/N Interseccion: GUAYAS

OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD

NO

R.U.C.: 1713152047001

FACTURA

No. 001-001-000001218

NÚMERO DE AUTORIZACIÓN

1711202501171315204700120010010000012187498994214

FECHA Y HORA DE AUTORIZACIÓN:

17/11/2025 17:04:05

AMBIENTE:

PRODUCCIÓN

EMISIÓN:

NORMAL

CLAVE DE ACCESO



Razón Social / Nombres y Apellidos:

PONCE HIDALGO EMELY CATALINA

Identificación

1351684087

Fecha

17/11/2025

Placa / Matrícula:

Guia

Dirección:

km 29 vía Chone

Cod. Principal	Cod. Auxiliar	Cantidad	Descripción	Detalle Adicional	Precio Unitario	Subsidio	Precio sin Subsidio	Descuento	Precio Total
S15		2.00	RECuento DE POBLACIONES MICOLOGICAS	ASPEE-15 Pour Plate - Microscope NTE- (NEN 1529-10 (ufplg)(ufplml))	45.00	0.00	0.00	0.00	90.00

Información Adicional

Telefono:

0993306433

Email:

poncecatia2003@gmail.com

Forma de pago

Valor

01 - SIN UTILIZACION DEL SISTEMA FINANCIERO

103.50

SUBTOTAL 15%	90.00
SUBTOTAL NO OBJETO DE IVA	0.00
SUBTOTAL EXENTO DE IVA	0.00
SUBTOTAL SIN IMPUESTOS	90.00
TOTAL DESCUENTO	0.00
ICE	0.00
IVA 15%	13.50
IRBPNR	0.00
PROPINA	0.00
VALOR TOTAL	103.50
VALOR TOTAL SIN SUBSIDIO	0.00
AHORRO POR SUBSIDIO: (Incluye IVA cuando corresponda)	0.00



Multianalityca S.A.
Laboratorio de Análisis y Aseguramiento de Calidad

MULTIANALITYCA S.A.
MULTIANALITYCA S.A.
Dir. Matriz: Jorge Erazo NSO-109 Y Homero Salas

Teléfono: 023300247

OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD: SI

AGENTE DE RETENCIÓN Resol: NAC-DNCRASC20-0000000 1

R.U.C.: 1792231612001
FACTURA
No.001-002-000025737
NÚMERO DE AUTORIZACIÓN
1011202501179223161200120010020000257371234567817
FECHA Y HORA DE AUTORIZACIÓN
10/11/2025 10:01:22
AMBIENTE: Producción
EMISIÓN: Normal
CLAVE DE ACCESO:

1011202501179223161200120010020000257371234567817

Razón Social /Nombres y Apellidos : PONCE HIDALGO EMELY CATALINA
Identificación: 1351684087
Fecha Emisión: 10-nov-2025
Guía Remisión: 001-001-000000000
Vendedor: GODOY VIVIANA

CANTIDAD	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	INF. ADICIONAL	PRECIO UNITARIO	DESCUENTO	PRECIO TOTAL
2,00	00542	Recuento de Bacterias ácido-lácticas (MRS Agar)		40,00	0,00	80,00

Información Adicional del Cliente
Dirección: Km29 de la Vía Chone, Las Delicias
Teléfono: -
Email: poncocalina2003@gmail.com

Son: NOVENTA Y DOS DOLARES CON 00/100

Forma de Pago Valor:	Días Plazo	Tiempo
01-SIN UTILIZACION DEL SISTEMA FINANCIERO 92.00	0	Días

Notas:
SA: 115286 (a. Trampa de arroz (2 muestras))

SUBTOTAL 15%	80,00
SUBTOTAL 0%	0,00
SUBTOTAL NO OBJETO IVA	0,00
SUBTOTAL EXENTO IVA	0,00
SUBTOTAL SIN IMPUESTOS	80,00
DESCUENTO	0,00
ICE	0,00
IVA 15%	12,00
IRBPNR	0,00
PROPINA	0,00
VALOR TOTAL	92,00



TESIS Emely Ponce 2026 - antiplagio

5%
Textos
sospechosos

5% Similitudes
0 % similitudes entre comillas
0 % entre las fuentes mencionadas
5% Idiomas no reconocidos (ignorado)
55% Textos potencialmente generados por la IA (ignorado)

Nombre del documento: TESIS Emely Ponce 2026 - antiplagio.docx
ID del documento: 84f407c206f4c6ecc205da5cb7988c135c1754d4
Tamaño del documento original: 14,48 MB

Depositante: Nexar Cobeña Loor
Fecha de depósito: 3/2/2026
Tipo de carga: interface
fecha de fin de análisis: 3/2/2026

Número de palabras: 16.474
Número de caracteres: 113.789

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes principales detectadas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	dspace.utb.edu.ec Uso de microorganismos efectivos, en el manejo agronómico... http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/13195 7 fuentes similares	2%		Palabras idénticas: 2% (325 palabras)
2	repositorio.utc.edu.ec https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/9604/1/PC-002432.pdf 7 fuentes similares	1%		Palabras idénticas: 1% (238 palabras)
3	Documento de otro usuario #76b7b2 Viene de de otro grupo 6 fuentes similares	1%		Palabras idénticas: 1% (224 palabras)
4	hdl.handle.net Microorganismos eficaces en el rendimiento de arveja (Pisum sa... http://hdl.handle.net/20.500.12894/4718 5 fuentes similares	1%		Palabras idénticas: 1% (227 palabras)
5	repositorio.uta.edu.ec Aprovechamiento de los E.M (microorganismos eficiente... https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/bitstream/123456789/6797/1/tesis-006 Maestría en ...	1%		Palabras idénticas: 1% (222 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	Documento de otro usuario #7b78ce Viene de de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (22 palabras)
2	sian.inia.gob.ve http://sian.inia.gob.ve/pdfnpn/Triptico_Lactobacillus.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (12 palabras)
3	www.agroperu.pe Sanidad vegetal: Una prioridad global para una agricultura s... https://www.agroperu.pe/sanidad-vegetal-una-prioridad-global-para-una-agricultura-sostenib...	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (13 palabras)
4	es.linkedin.com El Rol de Pseudomonas en la Agricultura: Promotores del Creci... https://es.linkedin.com/pulse/el-rol-de-pseudomogas-en-la-agricultura-promotores-y-sánchez...	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (13 palabras)
5	pinitoorganico.com.ar Pinito Orgánico - La importancia de los microorganismo... https://pinitoorganico.com.ar/la-importancia-de-los-microorganismos-en-el-cultivo/	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (10 palabras)