



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE AGROPECUARIA**

**MICROORGANISMOS RIZOSFÉRICOS EN EL CULTIVO
DE *Leucaena trichoides*, EN EL CENTRO DE APOYO RÍO
VERDE, PROVINCIA DE SANTA ELENA**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR
Requisito parcial para la obtención del título de:
INGENIERO AGROPECUARIO

Autor: Sebastián Alejandro Rodríguez Bacilio

LA LIBERTAD, JUNIO 2025



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE AGROPECUARIA**

**MICROORGANISMOS RIZOSFÉRICOS EN EL CULTIVO
DE *Leucaena trichoides*, EN EL CENTRO DE APOYO RÍO
VERDE, PROVINCIA DE SANTA ELENA**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR
Requisito parcial para la obtención del título de:
INGENIERO AGROPECUARIO

Autor: Sebastián Alejandro Rodríguez Bacilio

Tutora: Ing. Ligia Araceli Solís Lucas, Ph.D

Cotutor: Blgo. Javier Soto Valenzuela, Ph.D.

LA LIBERTAD, 2025

TRIBUNAL DE GRADO

Trabajo de Integración Curricular presentado por **SEBASTIÁN ALEJANDRO RODRÍGUEZ BACILIO** como requisito parcial para la obtención del grado de Ingeniero Agropecuario de la Carrera de Agropecuaria.

Trabajo de Integración Curricular **APROBADO** el: 7 de julio de 2025

Ing. Verónica Andrade Yucailla, PhD.

**DIRECTORA DE CARRERA
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

Ing. Agron. Nadia Quevedo Pinos, PhD.

**PROFESORA ESPECIALISTA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

Ing. Araceli Solís Lucas, PhD.

**PROFESORA TUTORA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

Ing. Agron. Nadia Quevedo Pinos, PhD.

**PROFESORA GUÍA DE LA UIC
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

Ing. Washington Perero Vera Mgtr
**ASISTENTE ADMINISTRATIVO
SECRETARIO**

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Universidad Estatal Península de Santa Elena por permitirme ser parte de su cuerpo estudiantil y guiarme durante toda la carrera universitaria.

A mi tutora la Ing. Araceli Solís Lucas, PhD. y al Blgo. Javier Soto Valenzuela por sus conocimientos, sabiduría, orientación y sobre todo la paciencia brindada durante todo el proceso de mi investigación.

A mis compañeros y amigos que a su vez serán futuros colegas Ariana, Diana, Genesis, Gianella y Joffre, a los Ingenieros Anthony Perero, Nohelia Gómez, Adrián De La Rosa, Maybee Reyes y Narcisa Chevez, a la licenciada Adriana Preciado, gracias a su ayuda y consejos logré realizar este trabajo de integración curricular.

A mis familiares que me apoyaron de una u otra forma y quienes fueron mi soporte e inspiración durante mi carrera universitaria.

Por último agradezco a todas las autoridades, docentes y trabajadores de la carrera de Ingeniería Agropecuaria, quienes me brindaron apoyo moral y de sus conocimientos para fortalecer mi desarrollo profesional.

DEDICATORIA

Este Trabajo de Integración Curricular es un testimonio de nuestro crecimiento y perseverancia a lo largo de esta etapa universitaria. Dedico este logro a quienes, quizás sin conocer del todo nuestro potencial, dudaron y crearon incertidumbre en nuestro camino. Este trabajo es una afirmación de nuestras capacidades y talentos.

RESUMEN

El presente estudio se enfoca en la caracterización de microorganismos que se encuentran presentes en la rizosfera del cultivo de *Leucaena trichoides* en el Centro de Apoyo Río Verde, ubicado en la provincia de Santa Elena, Ecuador. Esta investigación identificó tanto a las bacterias como a los hongos presentes en la zona radicular de las plantas de *Leucaena trichoides* que interactúan a nivel de suelo-planta. Se planteó la existencia de una diversidad de microorganismos que son benéficos para las leguminosas, como rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPR), las cuales contribuyen a procesos importantes para las plantas como son la fijación de nitrógeno, la solubilización de fósforo y la producción de fitohormonas. Se incluye la recolección de muestras de suelo y raíces del cultivo de *L. trichoides*, seguido de análisis microbiológicos en el laboratorio para el aislamiento e identificación de los microorganismos. Se utilizaron técnicas de cultivo y tinción, así como características morfológicas y bioquímicas para la identificación de bacterias y hongos. Los resultados de este trabajo mostraron que en la rizosfera de esta leguminosa alberga una comunidad microbiana muy diversa, lo que se traduce como algo significativamente positivo para el suelo y las plantas; estos descubrimientos dan a entender la importancia de tomar en cuenta a los microorganismos rizosféricos.

Palabras claves: bacterias, hongos, medios de cultivos, muestras de suelo

ABSTRACT

This study focuses on the characterization of microorganisms present in the rhizosphere of the *Leucaena trichoides* crop at the Río Verde Support Center, located in the province of Santa Elena, Ecuador. This research identified both bacteria and fungi found in the root zone of *Leucaena trichoides* plants that interact at the soil-plant level. The study proposed the existence of a diversity of microorganisms beneficial to legumes, such as plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR), which contribute to important plant processes such as nitrogen fixation, phosphorus solubilization, and phytohormone production. The study included the collection of soil and root samples from the *L. trichoides* crop, followed by microbiological analyses in the laboratory for the isolation and identification of microorganisms. Culturing and staining techniques were used, along with morphological and biochemical characteristics, to identify bacteria and fungi. The results of this work showed that the rhizosphere of this legume hosts a highly diverse microbial community, which is significantly beneficial for the soil and plants. These findings highlight the importance of considering rhizospheric microorganisms.

Keywords: bacteria, fungi, culture media, soil samples

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

El presente Trabajo de Integración Curricular titulado “**MICROORGANISMOS RIZOSFÉRICOS EN EL CULTIVO DE *Leucaena Trichoides*, EN EL CENTRO DE APOYO RÍO VERDE, PROVINCIA DE SANTA ELENA**” y elaborado por **Sebastián Alejandro Rodríguez Bacilio**, declara que la concepción, análisis y resultados son originales y aportan a la actividad científica educativa agropecuaria.

Transferencia de derechos autorales.

"El contenido del presente Trabajo de Graduación es de mi responsabilidad; el patrimonio intelectual del mismo pertenece a la Universidad Estatal Península de Santa Elena".

Firma del estudiante

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
Problema Científico	2
Objetivos	2
Objetivo General:	2
Objetivos Específicos:	2
Hipótesis	2
CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
1.1 Relaciones microbianas entre plantas y el suelo	3
1.2 Microbiota benéfica en la rizosfera	3
1.3 Presencia de microbiota	4
1.4 La rizosfera y los microorganismos del suelo	4
1.4.1 Bacterias fijadoras de nitrógeno.....	4
1.4.2 Bacterias PGPR.....	4
1.4.3 Características principales	4
1.5 Presencia de hongos	5
1.6 Factores asociados al crecimiento fúngico	5
1.7 Solubilizadores de fósforo	5
1.8 Captadores de fósforo	6
1.9 Promotores de crecimiento vegetal	6
1.9.1 Importancia de las leguminosas	6
1.10 Clasificación botánica de <i>Leucaena trichoides</i>	6
1.11 Relación bacterias y leguminosas (cultivo de <i>Leucaena trichoides</i>)	7
1.12 Uso de medios de cultivo para cultivar microorganismos	7
1.13 Crecimiento microbiano	8
1.14 Ciclo de crecimiento microbiano, bacterias	8
1.14.1 Fase de adaptación:	8
1.14.2 Fase exponencial o logarítmica:.....	8
1.14.3 Fase estacionaria:	8
1.14.4 Fase de muerte:	9
1.14.5 Requerimientos nutricionales para el crecimiento microbiano.....	9
1.14.6 Protocolos de inocuidad.....	9
CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS	10
2.1 Caracterización del área	10
2.2 Materiales, equipos y reactivos	11
2.3 Tipo de Investigación	11
2.4 Diseño de Investigación	12
2.5 Manejo del experimento	12
2.5.1 Fase de campo.....	12
2.5.2 Fase de laboratorio	12
2.6 Conteo de los microorganismos:	13
2.7 Fase experimental y diseño	14
2.8 Identificación de bacterias y hongos	14
CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	15
3.1 Aislamiento de microorganismo en la rizosfera de <i>Leucaena trichoides</i>	15
3.1.1 Microorganismos de cepas bacterianas.....	15
3.1.2 Microorganismos simbióticos de cepas bacterianas	16

3.1.3	Microorganismos de cepas fúngicas	16
3.2	Cuantificación de bacterias rizosféricas aisladas en el cultivo de Leucaena trichoides	17
3.3	Cuantificación de hongos aislados en el cultivo de Leucaena trichoides.....	18
3.4	Identificación y caracterización morfo-bioquímicas de aislados bacterianos... 19	19
3.5	Identificación de microhongos.....	22
3.6	Características físicas de suelo del sitio de muestreo de los microorganismos rizosféricos de Leucaena trichoides	23
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	25
	Conclusiones.....	25
	Recomendaciones.....	25
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26
	ANEXOS.....	30

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la <i>Leucaena trichoides</i>	6
Tabla 2. Requerimientos para el cultivo de microorganismos.	7
Tabla 3. Características del análisis de suelo.....	24
Tabla 4. Valores de la cuantificación de bacterias aisladas.....	17
Tabla 5. Valores de la cuantificación de hongos aislados	18
Tabla 6. Caracterización morfo-bioquímicas de las cepas bacteriana aisladas del cultivo <i>L. trichoides</i>	20

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fotografía satelital del área de estudio.....	10
Figura 2. Promedio de la cuantificación de las cepas bacterianas aisladas	15
Figura 3. Promedio de la cuantificación de cepas fúngicas aisladas	16
Figura 4. Muestra con formas cocos y bacilos a 100X.....	19
Figura 5. Cepas mucosa y gomosa a simple vista	20
Figura 6. Cepa con características blanquecina gomosa	20
Figura 7. Microhongos aislados; A en diluciones 10^{-3} la cepa manifestó la presencia de conidióforos y cadenas de conidios; B en la disolución 10^{-5} presento <i>Penicillium sp.</i> ; C en la disolución 10^{-4} presento <i>Aspergillus sp.</i>	22
Figura 8. Microhongos aislados; A en diluciones 10^{-2} presento <i>Fusarium sp.</i> ; B en la disolución 10^{-5} presento <i>aspergillus niger sp.</i> ; C en la disolución 10^{-3} presento <i>Aspergillus sp.</i>	23

ÍNDICE DE ANEXOS

Figura 1A. Resultados del análisis realizado por INIAP	30
Figura 2A. Resultados del análisis realizado por INIAP	30
Figura 3A. Resultados del análisis realizado por INIAP	31
Figura 4A. Cultivo de <i>leucaena trichoides</i>	32
Figura 5A. Toma de muestras de raíces de <i>leucaena trichoides</i>	32
Figura 6A. Nódulos de <i>leucaena trichoides</i>	33
Figura 7A. Nódulos de <i>L. trichoides</i> en microtubos con gel de Sílica	33
Figura 8A. Preparación de medio de cultivo	34
Figura 9A. Medio de cultivo LMA ROJO CONGO	34
Figura 10A. Diluciones nodulares del cultivo de <i>leucaena trichoides</i>	35
Figura 11A. Plaqueo de medio de cultivo en cámara de flujo laminar	35
Figura 12A. Purificación de cepas bacterianas	36
Figura 13A. Roturación de cajas de Petri	36
Figura 14A. Conteo de unidades formadoras de colonias (UFC)	37
Figura 15A. Cepas bacterianas aisladas	37
Figura 16A. Cepas fúngicas aisladas	37
Figura 17A. Medio de cultivo potato dextrosa agar (PDA)	38
Figura 18A. Proceso de tinción de muestras	38
Figura 19A. Observación y reconocimiento de cepas	39
Figura 20A. Bacterias observadas bajo el microscopio	39
Figura 21A. Hongo observado bajo el microscopio	40
Figura 22A. Cepa fúngica a simple vista	40

INTRODUCCIÓN

La ciencia del suelo estudia las interacciones físicas, químicas, biológicas, mineralógicas y taxonómicas esto con la finalidad de entender las interacciones presentes entre suelo y las plantas, como la conservación y liberación de nutrientes, contaminantes y agua en el subsistema presente entre suelo - planta (Gómez-Merino *et al.*, 2014). La zona de interacción microbiana en el suelo se ve afectada directamente por la relación entre las raíces vivas de la planta con los microorganismos del suelo, aunque se presenten en menor diversidad, existe una alta tasa de actividad microbiana que determina el crecimiento, capacidad de supervivencia del agente vegetal y así mismo su productividad (Bojanich, 2019).

El agua es un recurso muy importante para las interacciones que existen en la rizosfera, pues está directamente relacionada con la porosidad del suelo y, en cierta medida, su potencial está controlado por la microbiota, ya que aporta sus cualidades de retención de la humedad en el suelo de los cultivos (Chicaiza *et al.*, 2023).

Los microorganismos que colonizan la rizosfera pueden afectar el crecimiento de la planta de manera positiva o negativa. Las rizobacterias, por ejemplo, pueden estimular el crecimiento de las plantas, impactar la biología de la raíz, la nutrición, capacidad de asimilar ciertos elementos y ayudar a la sostenibilidad de las plantas a mediano y largo plazo (Pierzynski *et al.*, 2005). En este proceso, las bacterias se pegan a las raíces creando estructuras que funcionan como una barrera protectora con el fin de proteger a la planta de agentes patógenos, permitiendo el intercambio de nutrientes, en esta relación la planta les suministra glucosa que produce a través de la fotosíntesis (Cuenca, 2023).

Avelino (2023) menciona la importancia de conocer los tipos de leguminosas existentes en Ecuador, pues algunas de estas sirven para la remediación de los suelos contaminados, ayudando a la fijación de nitrógeno en el suelo manteniendo una relación mutualista con cierto tipo de cultivos; por otra parte los diferentes tipos de especies forrajeras pueden llegar a convertirse en el principal alimento de la ganadería.

Conforme (2021) manifiesta que, la especie *Leucaena trichoides*, llamada por los agricultores como agüia, es poco conocida. Sin embargo, existen experiencias muy buenas cuando se la ha utilizado en la alimentación de rumiantes con el fin de probar la producción de leche y ganancia de peso. Al investigar, los posibles estudios sobre los microorganismos de la rizosfera del suelo de *L. trichoides*, y los posibles beneficios de estos para aumentar el rendimiento de biomasa en otras especies de consumo para los animales, no existe

información documentada en el país y concretamente en la provincia de Santa Elena. La información que se posee sobre de *L. trichoides* está relacionada con la calidad nutricional de la biomasa, uso en dietas para rumiantes, necesidad de agua (Conforme, 2021; Muñoz, 2022; Borbor, 2023).

El presente trabajo propone caracterizar a los microorganismos presentes en la rizosfera del cultivo de *L. trichoides* y con la información obtenida a futuro relacionar los beneficios que estos ofrecen al suelo y a las plantas.

Problema Científico

¿Existen microorganismos rizosféricos asociados al cultivo de *Leucaena trichoides* en el Centro de Apoyo Río Verde?

Objetivos

Objetivo General:

- Caracterizar los microorganismos asociados a la rizosfera del cultivo de *Leucaena trichoides* en la comuna Río Verde, Provincia de Santa Elena – Ecuador

Objetivos Específicos:

1. Aislar y cuantificar los microorganismos asociados a la rizosfera del cultivo de *Leucaena trichoides*.
2. Identificar mediante pruebas morfo-bioquímicas los microorganismos de la rizosfera, asociada al suelo del cultivo de *Leucaena trichoides*.
3. Analizar las características fisicoquímicas del suelo de la zona de cultivo de *Leucaena trichoides*.

Hipótesis

Existen microorganismos benéficos, como hongos y bacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPR).

CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 Relaciones microbianas entre plantas y el suelo

La rizosfera está determinada por las raíces vegetales y en este espacio podemos apreciar la máxima interacción entre microorganismos edáficos y cultivos. Por ello, el conocimiento de estos ambientes y la caracterización de su biodiversidad constituyen pilares fundamentales para lograr agroecosistemas sustentables (Salamone y Eugenia, 2011). Dado que las plantas poseen la capacidad de convertir de energía solar a química se han posicionado en lo más alto de las cadenas tróficas, suministrando a otros organismos, como rizobacterias, alimentos como (fotosintatos y metabolitos secundarios), a su vez les proporciona un lugar idóneo para habitar y un elemento esencial en el metabolismo, la respiración aeróbica celular (oxígeno) (Velasco-Jiménez *et al.*, 2020).

Las relaciones simbióticas entre la planta y su microbiota resultan en la promoción del crecimiento vegetal, la eficiencia en el uso de nutrientes, la tolerancia al estrés abiótico y la resistencia a las enfermedades (Álvarez y Camila, 2019). Uno de los factores que más influye en la diversidad taxonómica de la microbiota de la rizosfera es la semilla, tanto en forma endófito como en forma epífita. Otro aspecto que determina la diversidad taxonómica es el genoma o genotipo de la planta (Ortúzar, 2023).

1.2 Microbiota benéfica en la rizosfera

La microbiota de una planta se compone de un microbioma núcleo común a todos los individuos de una variedad vegetal o especie y un microbioma variable dependiente de factores como el tipo de suelo, la ubicación geográfica, la estación climática y las prácticas de manejo de cultivo (Álvarez y Camila, 2019).

Las plantas poseen un lenguaje determinado para atraer a un grupo específico de microorganismos y solo aquellas poblaciones podrán tener interacción con el individuo (planta) sin ser expulsado de la zona radicular. Por otro parte, los microorganismos se hallan interaccionando entre ellos mismo, lo que hace que los componentes de comunicación sea de gran importancia (Muñoz, 2011).

1.3 Presencia de microbiota

La microbiota constituye un componente esencial en los medios agropecuarios y forestales, tanto en actividad como en cantidad de biomasa, ayudando a la regeneración de nutrientes e interactuando con una amplia gama de organismos benéficos para el suelo (Gonzabay, 2025).

Por su variedad metabólica, las rizobacterias pueden contribuir efectivamente en la mejora de la producción agrícola y la solución de dificultades medio ambientales producidos por los métodos empleados en la agricultura actual. Un ejemplo de estos son los géneros: *Acidithiobacillus*, *Aminobacter*, *Arthrobacter*, *Azoarcus*, *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Bacillus*, *Burkholderia*, *Clostridium*, *Enterobacter*, *Gluconoacetobacter*, *Pseudomonas* (Velasco-Jiménez *et al.*, 2020).

1.4 La rizosfera y los microorganismos del suelo

1.4.1 Bacterias fijadoras de nitrógeno

Por lo general, los agentes fijadores de nitrógeno representan un biofertilizante ecológico y se lo relaciona especialmente a los simbióticos, como *Rhizobium*, específicos de las leguminosas, que viven en el suelo y no necesitan de algún tipo de cultivo para su reproducción, ejemplos de estos son el *Azotobacter* y *Azospirillum* (Gelambi, 2022).

1.4.2 Bacterias PGPR

Las rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPR), abreviado en inglés como Plant Growth Promoting Rhizobacteria, son bacterias asociadas al suelo que pueden establecerse en la rizosfera y mejorar el uso de estos nutrientes a través de los componentes de fijación biológica de nitrógeno y reducción de N_2 a NH_3 (Citys, 2021).

1.4.3 Características principales

Para la valoración o caracterización de una bacteria se basa principalmente en la morfología colonial, tomando en cuenta las siguientes características:

- Prominencia: plana, acuminada, papilada, planoconvexa y convexa
- Orillas: redondeado, ondulado, rizoide, espiculado y lobulado
- Forma: puntiforme, rizoide, irregular, filamentosa y circular
- Superficie: lisa y rugosa

- Tamaño: pequeña, mediana y grande
- Transmisión de luz: opaca, translúcida y transparente
- Consistencia: mantecosa (brillante, húmeda y translúcida), mucoide (como moco o baboso) y seca (si es dura)
- Pigmentos: color y olor

En Santa Elena (Ecuador), *L. trichoides* se muestra como una especie alternativa dado que posee resistencia a las sequías, esto a su vez favorece el poder reforestar suelos afectados por la salinidad, erosión y el cambio climático, esta especie forrajeras capaz de fijar nitrógeno al suelo ,y suscitar el desarrollo y resistir ciertas enfermedades y plagas (Soto *et al.*, 2017).

1.5 Presencia de hongos

Los hongos, son especies que predominan en los ecosistemas terrestres agrícolas, requieren de un bajo requerimiento nutricional, pero cuentan con un amplio rango de temperatura (25-30°C) para su desarrollo. Un ejemplo de ellos es *Trichoderma*, el cual posee una alta adaptabilidad a condiciones ecológicas y pueden crecer de manera saprofitica, interactúan con animales y plantas (Hernández-Melchor *et al.*, 2019).

1.6 Factores asociados al crecimiento fúngico

Diversas especies fúngicas se encuentran asociadas con la rizosfera o pueden relacionarse de manera endofítica con los cultivos, por lo que pueden promover la senescencia o muerte, o el crecimiento y desarrollo de las plantas, mediante la elaboración de auxinas y giberelinas; asimismo pueden originar ácidos orgánicos (glucónico, fumárico, y cítrico) afectando significativamente el pH del suelo y propiciar la solubilización de fosfatos, que son indispensables para el desarrollo y metabolismos vegetal, ejemplo de ellos tenemos a: magnesio, hierro y manganeso (Hernández-Melchor *et al.*, 2019).

1.7 Solubilizadores de fósforo

Los solubilizadores de fósforo son agentes se encargan de pasar el fósforo orgánico a formas inorgánicas para conseguir una mejor asimilación por las plantas. Los microorganismos que actúan en la solubilización entran el 10 % de los individuos del suelo, estos se encuentran en la rizosfera y algunas de sus especies son: *Pseudomonas putida*, *Bacillus subtilis*, *Penicillium bilaji*, y *Aspergillus niger* (Molina *et al.*, 2013).

1.8 Captadores de fósforo

En la parte más externa del suelo se encuentran distintas reservas de fósforo, clasificadas como inorgánicas y orgánicas. La proporción de estas formas y su disponibilidad para las plantas están influenciadas por las características del suelo, como el pH, el tipo de plantas que crecen allí, la actividad de los microbios y la aplicación de fertilizantes (Beltrán, 2014).

1.9 Promotores de crecimiento vegetal

Las rizobacterias son un diverso grupo de bacterias que ocupan un espacio en los alrededores de la zona radicular de las plantas. Las bacterias y las raíces de las plantas interactúan de diversas formas, que pueden ser beneficiosas, neutrales o, en menor grado, perjudiciales. Estas relaciones son cruciales para que las plantas se adapten y crezcan bien (Velasco-Jiménez *et al.*, 2020).

1.9.1 Importancia de las leguminosas

La *Leucaena* es una leguminosa arbustiva, distribuida por todo el mundo, precisamente en zonas tropicales, como un arbusto que se puede convertir en una de las especies importante para el área de la producción pecuaria, ya que se adapta a todo tipo de condiciones; algunas de las características de la *Leucaena* es su gran potencial productivo como la habilidad para crecer en condiciones donde haya pocas precipitaciones y suelos pobres (Muñoz, 2022).

1.10 Clasificación botánica de *Leucaena trichoides*

Dentro del género *Leucaena* tenemos a la especie *trichoides* la cual presenta la siguiente taxonomía (Conforme, 2021).

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la *Leucaena trichoides*

Dominio	Eukaryota
Reino	Plantae
Filo	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida (dicotyledoneae)
Orden	Fabales
Familia	<i>Fabaceae</i>
Genero	<i>Leucaena</i>
Especie	<i>Trichoides</i>

1.11 Relación bacterias y leguminosas (riqueza en el cultivo de *Leucaena trichoides*)

La fijación del nitrógeno es un proceso secuencial en el que el di nitrógeno atmosférico se reduce con hidrógeno para dar amonio. Al contrario del di nitrógeno, el N reducido es una forma que ya puede juntar a la biosfera y ser utilizado por varios seres vivos (Mediana, 2018).

La cantidad de N fijado por una leguminosa en un período de tiempo determinado depende de su rendimiento de forraje, el contenido de N del forraje y la proporción de ese N que se derivó de la atmósfera por simbiosis (García *et al.*, 2021). Por su capacidad de fijar N₂ en simbiosis con rizobios, las leguminosas son excelentes colonizadoras de ambientes pobres en este elemento (Guamán *et al.*, 2016).

1.12 Uso de medios de cultivo para cultivar microorganismos

Esta técnica de laboratorio se emplea para multiplicar microorganismos como bacterias y hongos, también se la emplea para el cultivo de células o tejidos. Se basa en facilitar una superficie sólida, semisólida o líquida que contenga los nutrientes necesarios y las condiciones de pH y temperatura óptimas para el organismo que se desea cultivar, es crucial regular la cantidad de oxígeno y la humedad presente (Andrade, 2023).

Tabla 2. Requerimientos para el cultivo de microorganismos.

Agua	
Bases Nutritivas	Peptonas, hidrolizados y digeridos Extractos, Infusiones y dializados Azúcares
Carbohidratos	Agar y derivados Almidones Otros
Sales Minerales (Orgánicas e Inorgánicas)	Macroelementos (fósforo, azufre, sodio cloro, hierro y otros) Microelementos (zinc, cobre y otros)
Colorantes e indicadores	
Factores de crecimiento	Vitamina Proteína Otros
Otros	Antibióticos, lípidos.

Fuente: Rodriguez y Zhurbenko (2018)

1.13 Crecimiento microbiano

Se refiere al aumento en el número de componentes y estructuras de las células. Cuando una célula crece sin dividirse, aumenta su tamaño y peso. Esto está relacionado con moléculas específicas que cierto grupo bacteriano necesita en cantidades muy pequeñas para crecer, como coenzimas o sus precursores. Estas bacterias no pueden producirlas por sí mismas, ya que carecen de la vía metabólica completa para sintetizarlas. Este grupo también incluye aminoácidos y las bases nitrogenadas purinas y pirimidinas. Un caso ilustrativo es el del género de bacterias *Brucella*, que necesita biotina, niacina, tiamina y ácido pantoténico son elementos fundamentales para su desarrollo en el laboratorio. *Haemophilus* requiere como suplementos nutricionales los grupos hemo y nicotinamida adenina dinucleótido (Caycedo *et al.*, 2021).

1.14 Ciclo de crecimiento microbiano, bacterias

Según Blasco (2023), en el estudio del crecimiento bacteriano en un medio líquido, se pueden distinguir cuatro etapas principales:

1.14.1 Fase de adaptación:

Las bacterias para iniciar con su crecimiento suelen adaptar su metabolismo a las nuevas condiciones del entorno y a los nutrientes disponibles.

1.14.2 Fase exponencial o logarítmica:

Todo tipo de bacteria tiene un tiempo de generación o crecimiento, fase de infección y multiplicación dentro del organismo (huésped).

1.14.3 Fase estacionaria:

En contraste con la fase exponencial, las bacterias en esta etapa presentan un metabolismo distinto, caracterizado por la acumulación y liberación de metabolitos secundarios, los cuales juegan un papel crucial durante una infección o intoxicación. Este cambio ocurre cuando uno o varios nutrientes esenciales se agotan, o bien porque los subproductos generados en la fase exponencial vuelven el ambiente desfavorable para su proliferación, o debido a la presencia de otros microorganismos que limitan su desarrollo (Gómez, 2024; Perero, 2024).

1.14.4 Fase de muerte:

Sucede cuando el número de individuos se reduce drásticamente por factores externos al medio.

1.14.5 Requerimientos nutricionales para el crecimiento microbiano

Para su desarrollo, las bacterias requieren cantidades mínimas de nutrientes como agua, una fuente de carbono y nitrógeno, además de algunas sales minerales. Un cultivo puro es aquel que contiene una única especie de microorganismo, originándose a partir de colonias individuales para garantizar que todos los individuos sean de la misma especie. Estos cultivos puros y aislados son fundamentales para investigar las funciones metabólicas e identificar los tipos de cepas bacterianas (Caycedo *et al.*, 2021).

1.14.6 Protocolos de inocuidad

En los protocolos de inocuidad, se siguen los protocolos de asepsia más estrictos para evitar la contaminación de las muestras, en el cual también se encuentran las diluciones y medios de cultivo que se emplean en la experimentación (Zuñiga, 2012).

CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Caracterización del área

El presente trabajo de investigación se realizó en el Centro de Apoyo Río Verde - UPSE, en el cual se encuentra el cultivo del que se tomaron las muestras de suelo y el material de la rizosfera. El mismo está ubicado en la provincia de Santa Elena, (2°15'45" latitud sur, 80°40'17" longitud oeste), a una altura de 54 msnm; topografía plana con pendiente menor al 1 % y sus características físico - químicas del suelo tienen una textura franco arcilloso-arenoso con un 62% de arena, 18 % de limo y 22 % de arcilla (Figura 2). El análisis de las muestras se realizó en los laboratorios del Centro de Investigaciones Biotecnológicas (CEB), Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Estatal Península de Santa Elena.



Figura 1. Fotografía satelital del área de estudio

Según Ortega (2018), las condiciones climáticas de la zona son: humedad relativa: 75%; temperatura: 16-31 °C; precipitación: verano 0.2 mm/mes e invierno 110 mm/mes; luminosidad: 12-13 horas luz/día.

La zona del cultivo presenta precipitaciones anuales de 125 a 150 mm aproximadamente; en mayo – noviembre (tiempo seco) 0.02 mm/mes; humedad relativa promedio de 80%; temperaturas medias, máximas y mínimas de 23, 30, 27.3 y 20 °C, respectivamente.

2.2 Materiales, equipos y reactivos

2.2.1 *Material vegetativo*

Las muestras de suelo y raíces fueron extraídas del cultivo de *L. trichoides*, de 4 años de edad, establecidas en una superficie de 700 m² (Conforme, 2021; Muñoz, 2022). Las muestras de raíces noduladas fueron extraídas al azar de un grupo de 9 plantas (Zuñiga, 2012).

2.2.2 *Material de campo*

- Pala
- Azadón
- Microtubos de 1.5 ml
- Silica gel
- Algodón Papel periódico

2.2.3 *Material de bioseguridad para laboratorio*

- Guantes
- Mascarilla
- Bata

2.2.4 *Materiales y equipos de laboratorio*

- Microscopio
- Incubador
- Placas de Petri
- Pipetas
- Autoclave
- Mecheros
- Hisopos
- Medio de cultivo Sabouraud y Potato Dextrosa Agar (PDA)
- Medio de cultivo Levadura Manitol o LMA Rojo Congo
- Toallas de papel
- Alcohol

2.3 Tipo de Investigación

El estudio se enmarcó en la investigación de tipo exploratoria y descriptiva, dado que se tomaron muestras de la rizosfera del suelo del cultivo de *L. trichoides*, para después a nivel

de laboratorio, aislar, cuantificar e identificar los microorganismos asociados a la rizosfera del cultivo.

2.4 Diseño de Investigación

La investigación se ejecutó en dos fases:

- Fase de campo: se realizó la toma de muestras de suelo y de la rizosfera de *L. trichoides*.
- Fase de laboratorio: se aislaron, cuantificaron e identificaron los microorganismos en el suelo, acorde a Zúñiga (2012). Además, se envió la muestra de suelo al laboratorio, para el análisis físico - químico.

2.5 Manejo del experimento

2.5.1 Fase de campo

Se colectaron muestras de suelo del cultivo de *L. trichoides*, a una profundidad de 20 cm, mediante un muestreo compuesto, que consistió en obtener diferentes muestras simples, formando cuatro submuestras para luego mezclarlas y conseguir una muestra compuesta. En el proceso, se eliminaron la cobertura vegetal y las piedras presentes. Por cada submuestra se colectó un kg de suelo y se mezclaron para obtener una muestra final de 1 kg. Todas las muestras fueron rotuladas y transportadas al laboratorio CEB donde se realizó el respectivo análisis microbiológico, y también fueron llevadas al laboratorio del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) para el análisis físico y químico, como servicio.

De igual forma, se colectaron muestras de las raíces, de las que se extrajeron los nódulos para el aislamiento, cuantificación e identificación de las rizobacterias y hongos presentes en la rizosfera del cultivo.

2.5.2 Fase de laboratorio

Se realizaron dos protocolos para el aislamiento e identificación de los microorganismos, acorde a Zúñiga (2012).

Los nódulos siguieron un proceso de limpieza y desinfección superficial y macerado usando H₂O₂ al 1.5% y alcohol al 2%, en los que se los sumergirán por un tiempo aproximado de 2 a 3 minutos aproximadamente.

Luego se procedió a preparar medio de cultivo LMA Rojo Congo para las rizobacterias y PDA para los hongos.

Ambos medios se esterilizaron en la autoclave por 15 minutos a 121 °C a una atmosfera de presión. Después, en la cámara de flujo laminar se dispensaron los medios de cultivo hasta la solidificación.

Para el aislamiento se tomaron 20 ul de cada dilución seriada y se procedió a sembrar por triplicado. Luego se rotularon, sellaron e incubaron, por 5 días, a temperatura de 25°C.

El rayado en los medios de cultivo se los realizó en la cámara de flujo laminar con la finalidad de evitar que existiera contaminación en los medios de cultivo.

Una vez que se obtuvieron las muestras del cultivo de hongos se colocaron en un portaobjetos con el asa platino esterilizada, se utilizó 0.05 mL de azul de lactofenol para la tinción, seguido se montó el cubreobjeto y se procedió a la observación en el microscopio óptico con los objetivos 10, 40 y 100X.

Para identificar los hongos se utilizaron las claves publicadas por Finch y Finch (1994) y Barnett y Hunter (1998); se compararon las características morfológicas de los hongos encontrados en la superficie de los nódulos analizados.

La identificación de las bacterias se realizó mediante análisis morfo-bioquímicas, las que fueron aisladas y purificadas en medios LMA y LMARC; así como la tinción Gram.

2.6 Conteo de los microorganismos:

A los 5 días, para el conteo se tomaron en consideración las características físicas y morfo-bioquímicas:

- Número de microorganismos: se tomó en consideración a las Unidades Formadoras de Colonias (UFC) a nivel externo (no simbióticas) e interno (simbióticas) del nódulo, para las rizobacterias e igual para las colonias de hongos aisladas.
- Cantidad de colonias: se empleó el contador de colonias para determinar la cantidad de UFC/mL de bacterias y hongos por cada dilución, en recuentos significativos entre 30 a 300 UFC (Cepero, 2012).
- Forma de los microorganismos: se usaron técnicas de observación (UFC), microscópicas y de tinción de Gram (rizobacterias); y el azul de lactofenol (hongos), las cuales se identificaron con la ayuda del microscopio y las claves de identificación taxonómica (Barnett y Hunter, 2002).

- Caracterización: se evaluó acorde a la forma de la colonia, la coloración, la textura y formación de exopolisacáridos (moco).

2.7 Fase experimental y diseño

El experimento no cuenta con un diseño experimental, por ser una investigación exploratoria y descriptiva.

Las pruebas en el laboratorio con los aislados obtenidos por triplicado de los nódulos de *Leucaena trichoides*, se realizaron mediante conteos de las UFC aisladas de las diluciones seriadas desde 10^{-2} hasta 10^{-5} en los que se consideró a cada placa de Petri como unidad para la identificación para las bacterias y hongos.

2.8 Identificación de bacterias y hongos

La identificación de los rizobios de la parte externa e interna (simbiontes) presentes en los nódulos se realizó empleando medios de cultivo LMA Rojo Congo para las bacterias, mientras que, para los hongos se empleó los medios PDA y Sabouraud, añadiendo el colorante azul de lactofenol a cada muestra de UFC fúngica.

CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Aislamiento de microorganismo en la rizosfera de *Leucaena trichoides*

En el aislamiento se obtuvieron 46 aislados de los cuales 39 son bacterias rizosféricas y 4 aislados de bacterias simbióticas; así como 3 aislados de hongos presentes en la zona radicular del cultivo de *L. trichoides*.

3.1.1 *Microrganismos de cepas bacterianas*

Los resultados del aislamiento de bacterias rizosféricas en el cultivo de *L. trichoides* a partir de las diluciones, mostraron el mayor conteo promedio en la disolución 10^{-4} con 112.67 UFC/ml mientras que, la disolución con menor conteo promedio fue 10^{-3} con 92.89 UFC/ml, Figura 2. En Microbiología existe lo que se conoce como el intervalo contable, el cual es el número mínimo y máximo de colonias que pueden estar presentes en una placa para el conteo (Pavone, 2022).

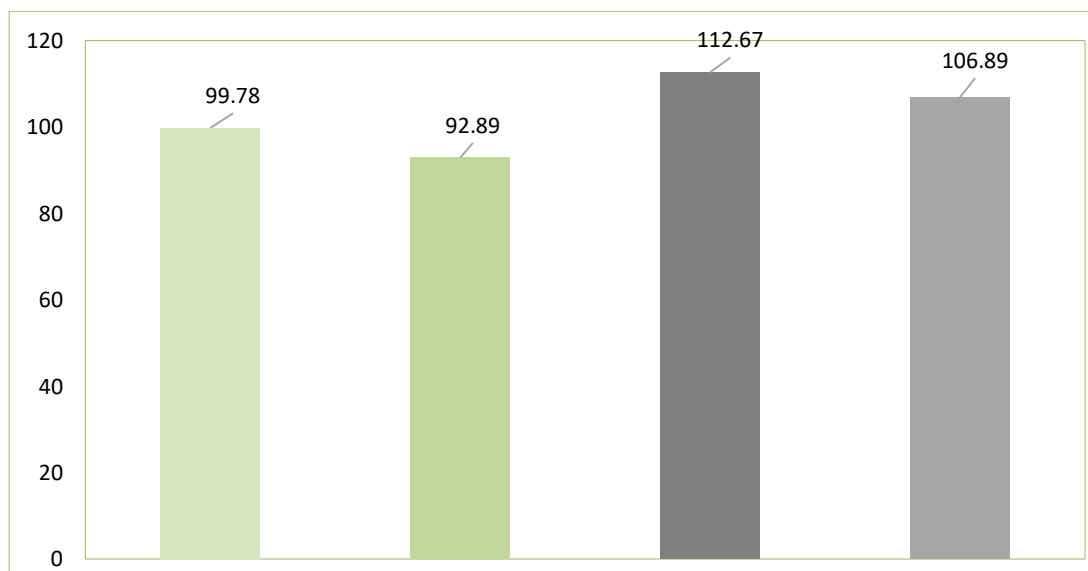


Figura 2. Valores de los promedio de la cuantificación de las cepas bacterianas aisladas

Según Perero (2024), la variedad y abundancia de microorganismos en la rizosfera de leguminosas se ve altamente influenciadas por la capacidad de las plantas para secretar exudados radiculares, los mismos que atraen a ciertos grupos microbianos.

Gómez (2024) indica que, las bacterias ayudan con la descomposición de los substratos, los compuestos de carbono como exudados de las raíces y los residuos de los desechos producidos se convierten en materia orgánica.

3.1.2 *Microrganismos simbióticos de cepas bacterianas*

De las 9 plantas se obtuvieron 297 UFC/g de nódulo, lo que indicaría la existencia de bacterias simbióticas en las planta de *L. trichoides*.

Guale (2022) menciona que, los nódulos pueden variar su tamaño y diámetro debido a factores como la edad de los árboles, el clima de la zona, ejemplo de ello son los hallados en Río Verde, Manglaralto y La Libertad en su investigación.

Zamora (2023) manifiesta que, los aislados pueden presentar cambios morfológicos y físicos probablemente causados por factores bioquímicos y fisiológicos, reduciendo las actividades relacionadas al nitrógeno en el período final de la floración o en la etapa de llenado de las vainas (fructificación).

3.1.3 *Microrganismos de cepas fúngicas*

Los resultados del aislamiento de cepas fúngicas en el cultivo de *L. trichoides* a partir de diluciones, mostraron al mayor conteo promedio en la disolución 10^{-4} UFC/ml, mientras que la disolución con menor conteo promedio fue en la 10^{-5} , como se observa en la Figura 3.

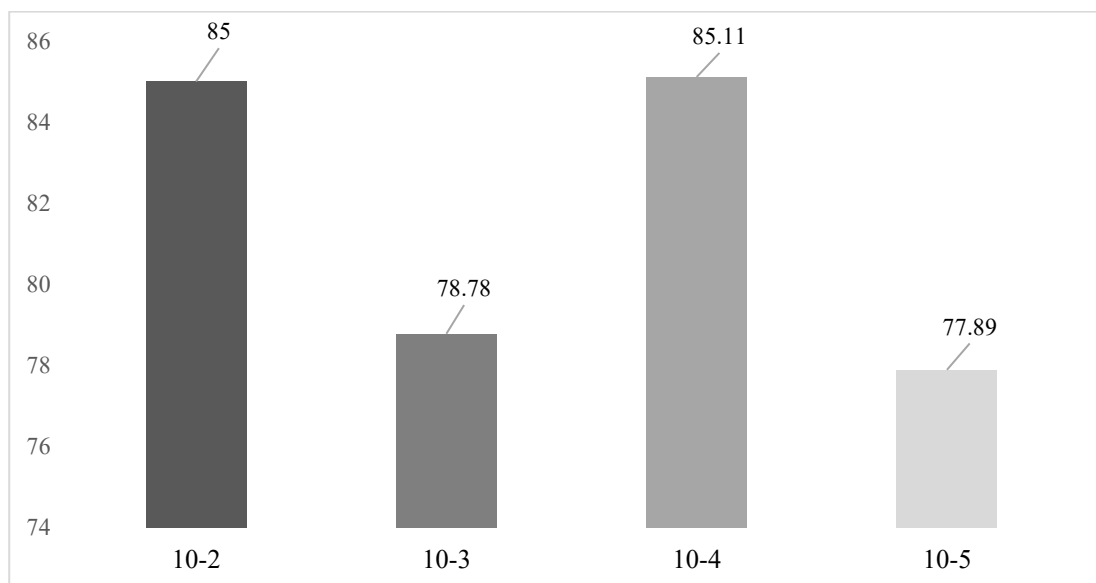


Figura 3. Promedios de la cuantificación de cepas fúngicas aisladas

Según Moreira (2025), las diluciones y las condiciones tanto climáticas como edáficas pueden afectar a la concentración de las cepas fúngicas que se presenten al momento de la experimentación.

3.2 Cuantificación de bacterias rizosféricas aisladas en el cultivo de *Leucaena trichoides*

Los resultados del conteo fueron promediados según las unidades formadoras de colonias (UFC) de bacterias en el cultivo de *L. trichoides* a partir de diferentes diluciones y proporcionaron información sobre la presencia de microbiota asociada a este cultivo. La muestra con mayor promedio fue 10^{-4} planta 6 con: 140.33, en el medio de cultivo LMA Rojo Congo; mientras que, la muestra con menor promedio fue 10^{-3} planta 9 con: 72.33, como se muestra en la tabla 4.

Tabla 3. Valores de la cuantificación de bacterias aisladas

Disolución	Planta	Promedio
10^{-2}	2	85.66
10^{-2}	3	80.66
10^{-2}	4	107.66
10^{-3}	5	117.00
10^{-3}	6	116.00
10^{-3}	9	72.33
10^{-4}	4	102.33
10^{-4}	6	140.33
10^{-4}	7	113.00

Bianco (2020) manifiesta, que existe una gran diversidad de microorganismos en la rizosfera de leguminosas, como es el caso de *L. trichoides*, influenciada por su capacidad de atraer a un específico grupo microbiano.

La nodulación en leguminosas es indispensable para la agricultura, ha sido objeto de muchas investigaciones por su capacidad de liberar exudados, es decir que una gran cantidad de especies autóctonas apenas son conocidas mientras que aún existen miles de estas que esperan ser descubiertas (Campa-Pérez *et al.*, 2023).

El sistema radicular posee, una habilidad para secretar compuestos con una gran diversidad de propiedades físicas y químicas a la rizosfera, como una respuesta al estrés o fluctuaciones de tipo tanto bióticas como abióticas que ocurren durante su crecimiento, adquisición de agua, nutrientes, exudación, y subsiguiente crecimiento bacteriano (Oliveros-Bastidas *et al.*, 2009).

3.3 Cuantificación de hongos aislados en el cultivo de *Leucaena trichoides*

A partir del cultivo de *L. trichoides* se aislaron microhongos rizosféricos los cuales fueron expresados en unidades formadores de colonias (UFC), los que fueron promediados. El valor más alto fue para 10^{-4} , y el valor más bajo para 10^{-2} , como se muestra en la Tabla 5.

Tabla 4. Valores de la cuantificación de hongos aislados

Disolución	Planta	Promedio
10^{-2}	4	54.66
10^{-2}	6	66.33
10^{-2}	7	87.66
10^{-3}	4	80.66
10^{-3}	6	85.33
10^{-3}	9	83.66
10^{-4}	1	65.66
10^{-4}	2	75.55
10^{-4}	3	95.66

En un estudio realizado por Conforme (2021) señaló que, las plantas de *L. trichoides*, poseen un rápido crecimiento tanto radicular como foliar alcanzando hasta los 21 cm en los primeros 30 días, lo que significa un aumento en el crecimiento de microorganismos fúngicos y bacterianos en el suelo de dicho cultivo.

Según Gonzabay (2025), la rizosfera es una zona muy rica en microorganismos fúngicos lo cual radica en gran medida que éstos encuentran las condiciones idóneas para su desarrollo siendo estas tanto condiciones climáticas como edáficas.

Flores-Bello *et al.* (2008) manifiestan que, los hongos micorrícicos arbusculares (HMA) inician el crecimiento y desarrollo vegetativo de manera eficaz; por otra parte, las

plantas asociadas con hongos disminuyeron considerablemente el tiempo de manejo de las plántulas de *Leucaena* en condiciones de vivero.

Entre los ejemplares encontrados se observó la presencia de 3 agentes fúngicos entre los que tenemos a: *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp. y *Fusarium* sp., los cuales son conocidos por sus capacidades de descomposición y reciclaje de nutrientes; sin embargo, el género *Fusarium* sp. también es conocido como un patógeno biológico.

Martínez *et al.* (2013) mencionaron que, los hongos más conocidos por sus capacidades de descomposición y reciclaje de nutrientes son los del género *Aspergillus* sp. y *Penicillium* sp. Estas especies contribuyen a la mejora de la fertilidad del suelo al descomponer materia orgánica, liberando nutrientes esenciales que son aprovechados por las plantas como es el ejemplo de *Aspergillus niger* que es capaz de solubilizar fosfatos convirtiéndolos en nutrientes asimilables para las plantas.

Pereira (2013) indicó que, *Aspergillus* sp. actúa como biocontrolador del suelo ya que es capaz de entregar y dispersar conidios que promueven un entorno más favorable para el crecimiento y desarrollo de los cultivos vegetales.

Morales-García *et al.* (2016) expresa que, *Penicillium* sp. puedes llegar a crecer fácilmente como es el ejemplo de su investigación donde se sembró por medio de goteo en placa lo que le permitió contabilizar a *Penicillium* sp. en sus distintas fases de crecimiento. La cuenta de colonias tuvo que realizarse antes de que las colonias maduraran y obtuvieran la apariencia y características de *Penicillium* sp.

3.4 Identificación y caracterización morfo-bioquímicas de aislados bacterianos

Las particularidades morfológicas vistas en los aislados mostraron una notable diversidad respecto a la textura y apariencia, como muestran las Figuras 4 y 5, en las que se observan formas de coco y bacilos, cepas mucosa y gomosa y las detalladas en la Tabla 6.

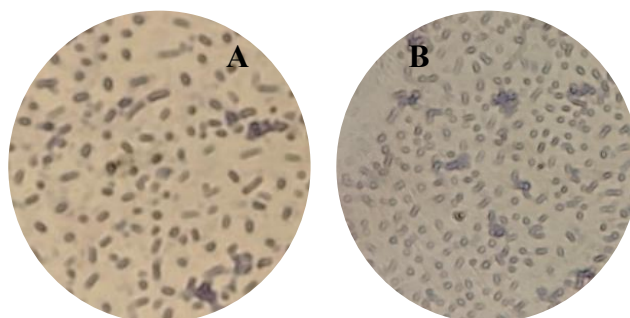


Figura 4. Muestra con formas A: bacilos; B: coccos, a 100X

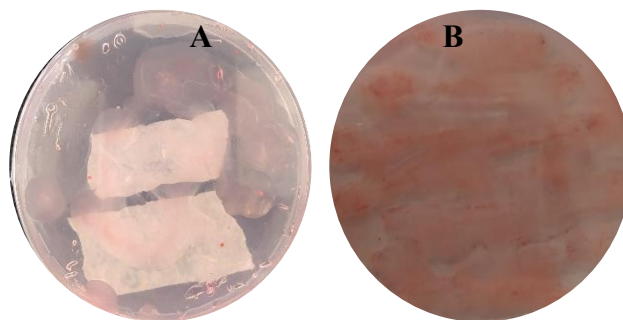


Figura 5. Cepas a simple vista; A: mucosa, B: gomosa

Mediante la observación de las cepas se identificaron varias muestras con características blanquecinas gomosas siendo las más frecuentes, Figura 6, y las que presentaban una textura transparente mucosa se presentó en baja cantidad, lo que coincide con el estudio realizado por Sosa y Elías (2024).



Figura 6. Cepa con características blanquecina gomosa

Los mismos autores sugieren comprobar la verdadera identidad de las cepas aisladas y llevar a cabo pruebas en invernadero y en condiciones de campo. Esto permitirá identificar con mayor precisión las cepas con mayor potencial para la elaboración de inoculantes.

Los datos obtenidos mediante la tinción de Gram arrojaron una composición microbiana en la rizosfera de las leguminosas estudiadas caracterizada por una mayoritaria presencia de bacterias Gram positivas (66.7%), en contraposición a una menor proporción de bacterias Gram negativas (33.3%), Tabla 6. Esto evidencia la predominancia de las bacterias Gram positivas en el entorno radicular de estas leguminosas (Sosa y Elías, 2024).

Velasco-Jiménez *et al.*, (2020) indica que, las rizobacterias ligadas a leguminosas poseen una elevada actividad respecto a la reacción con catalasa, lo que implica su habilidad para descomponer el peróxido de hidrógeno y, por lo tanto, participar en los procesos metabólicos de las plantas.

Los resultados de estudio coinciden con los de Orrala (2025), al encontrar que en su totalidad las cepas observadas corresponderían al grupo de bacilos Gram positivos, las cuales fueron confirmadas mediante tinción de Gram. En la observación microscópica se identificó formas bacilos y cocos, como se aprecia en la Tabla 5.

Tabla 5. Caracterización morfo-bioquímicas de las cepas bacteriana aisladas del cultivo *L. trichoides*

Código	Característica morfológica	Gram	Forma
LTRV-P1-R1-M1	Blanquecina Gomosa	+	Cocos
LTRV-P2-R3-M2	Blanquecina Ligosa	+	Cocos
LTRV-P3-R2-M3	Blanquecina Gomosa	+	Bacilos
LTRV-P4-R2-M4	Blanquecina Gomosa	+	Bacilos
LTRV-P5-R3-M5	Blanquecina Gomosa	+	Cocos
LTRV-P6-R3-M6	Transparente Mucosa	+	Bacilos
LTRV-P7-R1-M7	Blanquecina Ligosa	-	Bacilos
LTRV-P8-R1-M8	Blanquecina Gomosa	+	Cocos
LTRV-P9-R2-M9	Blanquecina Gomosa	+	Bacilos
LTRV-P3-R2-M10	Transparente Mucosa	+	Cocos
LTRV-P5-R3-M11	Blanquecina Ligosa	-	Cocos
LTRV-P7-R1-M12	Transparente Mucosa	+	Bacilos
LTRV-P9-R2-M13	Blanquecina Gomosa	+	Cocos
LTRV-P1-R3-M14	Blanquecina Ligosa	+	Bacilos
LTRV-P3-R2-M16	Blanquecina Gomosa	+	Cocos
LTRV-P8-R1-M17	Transparente Mucosa	+	Cocos
LTRV-P9-R3-M18	Blanquecina Ligosa	+	Bacilos
LTRV-P6-R1-M19	Blanquecina Gomosa	+	Cocos
LTRV-P1-R3-M20	Blanquecina Gomosa	-	Bacilos
LTRV-P3-R1-M21	Transparente Mucosa	+	Cocos
LTRV-P8-R1-M22	Blanquecina Ligosa	+	Cocos
LTRV-P9-R2-M23	Transparente Mucosa	-	Bacilos
LTRV-P5-R1-M24	Blanquecina Gomosa	+	Cocos
LTRV-P6-R3-M25	Blanquecina Ligosa	+	Bacilos
LTRV-P2-R3-M26	Blanquecina Gomosa	-	Cocos
LTRV-P1-R1-M27	Transparente Mucosa	+	Cocos
LTRV-P3-R2-M28	Blanquecina Ligosa	+	Bacilos
LTRV-P9-R1-M29	Blanquecina Gomosa	-	Cocos
LTRV-P8-R3-M30	Blanquecina Gomosa	+	Bacilos
LTRV-P8-R1-M31	Transparente Mucosa	+	Cocos
LTRV-P7-R1-M32	Blanquecina Ligosa	+	Cocos
LTRV-P8-R1-M33	Transparente Mucosa	-	Bacilos
LTRV-P5-R2-M34	Blanquecina Gomosa	+	Cocos
LTRV-P3-R2-M35	Blanquecina Ligosa	+	Bacilos
LTRV-P4-R3-M36	Blanquecina Gomosa	+	Cocos

Abreviaturas: Positivo (+), Negativo (-).

Culqui (2023) declara que, las bacterias presentan un buen desarrollo en concentraciones altas de salinidad, lo que se entiende como algo favorable para los cultivos en suelos salobres, como es el caso de los suelos de la Península de Santa Elena.

Villota-Calvachi *et al.* (2022), manifiestan que, las bacterias, se desarrollan con mayor facilidad a un pH cercano a la neutralidad o levemente alcalino, pero la gran mayoría toleran un pH que oscilan entre 5 y 9.

3.5 Identificación de microhongos

Los aislados fúngicos del cultivo de *L. trichoides* revelaron la predominancia de los géneros *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp. y *Fusarium* sp., observados en las Figuras 4 y 5.

Estos resultados concuerdan con los datos obtenidos por (Gómez, 2024; Perero, 2024).

Se registró un total de 14 cepas de *Penicillium* sp., mientras que, el género *Aspergillus* sp., se registró un total de 12 cepas; y *Fusarium* sp., un total de 10 cepas.

Como se observa, los resultados de este trabajo muestran que en la rizosfera de esta leguminosa alberga una comunidad microbiana muy diversa, lo que se traduce como algo significativamente positivo para el suelo y las plantas; estos descubrimientos dan a entender la importancia de tomar en cuenta a los microorganismos rizosféricos.

Este hallazgo concuerda con Álvarez y Camila (2019) quienes indican que, la biodiversidad de los microorganismos es fundamental para el crecimiento y las interacciones que se presenta entre el suelo y las plantas. Así como también Soto et al. (2017) evidenciaron la presencia de rizobacterias al interior de los nódulos de *L. leucocephala*.

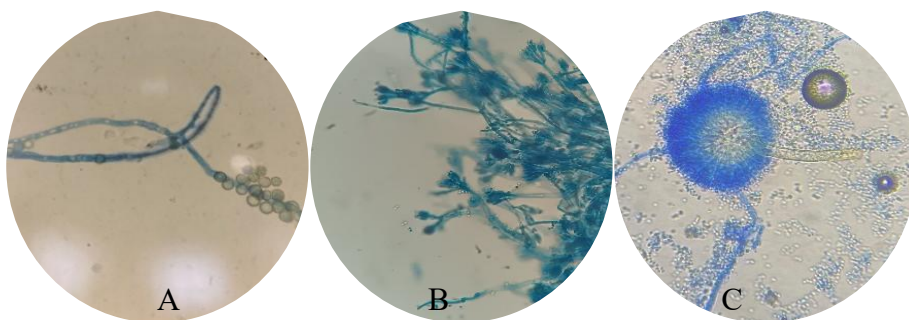


Figura 4. Microhongos aislados; A en diluciones 10^{-3} la cepa manifestó la presencia de conidióforos y cadenas de conidios; B en la disolución 10^{-5} presento *Penicillium* sp.; C en la disolución 10^{-4} presento *Aspergillus* sp.

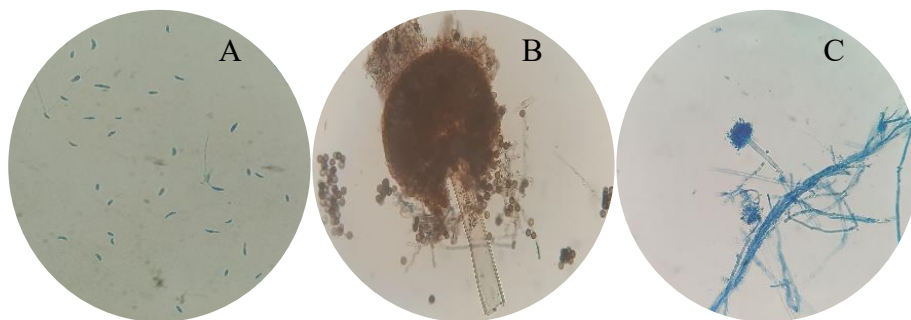


Figura 5. Microhongos aislados; A en diluciones 10^{-2} presento *Fusarium* sp; B en la disolución 10^{-5} presento *aspergillus niger* sp.; C en la disolución 10^{-3} presento *Aspergillus* sp.

Según Lezcano et al. (2010), los caracteres morfológicos de los aislamientos observados, en un estudio realizado, fueron esporangióforos los cuales tenían una medida aproximada de entre 30-34 μm de ancho por 900-3 100 μm de largo, presentaban un color pardo claro, simples, muchas veces se muestran en grupos, a partir de estolones y rizoides opuestos; el mismo autor menciona que las características de los microorganismos constituyen una herramienta muy importante para la identificación de los mismos empleando claves taxonómicas.

3.6 Características físicas de suelo del sitio de muestreo de los microorganismos rizosféricos de *Leucaena trichoides*

Las características del suelo en el cultivo *L. trichoides* del Centro de Apoyo Río Verde, acorde al análisis, presentó una textura franco-arcillosa, con un pH prácticamente neutro, mientras que el suelo presenta niveles bajos de nitrógeno (N) y fósforo (P), y altos niveles de potasio (K), calcio (Ca) y magnesio (Mg), detallados en la Tabla 6.

Se destaca la relevancia de macro y micronutrientes respecto a la fertilidad del suelo y el rendimiento agrícola, factor importante en la composición de suelo (Julca-Otiniano *et al.*, 2006).

La textura de suelo encontrado, acorde a Moreira (2025), textura franco-arcillosa, indica una adecuada retención de humedad y nutrientes, un suelo significativamente positivo respecto a una adecuada retención de humedad y nutrientes lo que a su vez favorece el desarrollo radicular de los cultivos.

Tabla 6. Características del análisis de suelo

Características del suelo	<i>Leucaena trichoides</i>	Interpretación
Textura	Franco – Arcillosa	--
pH	7.3 a 6.8	PN
N (ppm)	6.98 a 9.31	B
P (ppm)	2 a 5	B
K (ppm)	251 a 329	A
Ca (ppm)	4523 a 4214	A
Mg (ppm)	193 a 671	A

Abreviaturas: B (bajo); A (alto); PN (prácticamente neutro); PPM (partes por millón)

Las características de suelo de Río Verde coinciden con las de Cruz (2019), quien manifiesta que predomina la clase Franco arcillo – arenosa, de pH prácticamente neutro, con un contenido medio - bajo de materia orgánica (MO), lo que podría incidir en el retraso fisiológico y fenológico de las plantas.

Por otra parte, los altos niveles de potasio, calcio y magnesio en el suelo favorece el crecimiento vegetal, ayudando a métodos fisiológicos principales para el desarrollo de las leguminosas (Álvarez y Camila, 2019).

Hernández et al. (2003) manifiesta que, para las condiciones evaluadas no existe una relación dependiente entre el tipo de suelo y la frecuencia de aparición de los géneros microbianos, esto se explica teniendo en cuenta las características que presenta el suelo estudiado.

En el caso de las leguminosas estas características ayudan con los procesos metabólicos en los que están involucrados bacterias y hongos en simbiosis (Soto *et al.*, 2017).

Daza y Osorio (2011) indica que en los numerosos trabajos se han reportado hasta el momento da a conocer la capacidad que presentan las raíces para establecer relaciones simbióticas con microorganismos como los hongos micorrizales.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

El aislamiento de los microorganismos de la rizosfera de *L. trichoides* permitió cuantificar e identificar microorganismos benéficos, al hongo *Penicillium* y la totalidad de los aislados identificaron como bacterias PGPR, que acorde a varios investigadores forman parte de las interacciones que existen entre el suelo y este cultivo.

La identificación de las rizobacterias externas e internas al nódulo del cultivo de *L. trichoides* encontrada en el suelo mediante el uso de técnicas morfo-bioquímicas ayuda a conocer que bacterias asociadas a este cultivo favorecen el crecimiento de las plantas.

Las características fisicoquímicas del suelo de la zona de cultivo de *L. trichoides*, permitirá comparar a futuro si han existido variaciones en los macro y microelementos.

Recomendaciones

A partir de las derivaciones obtenidas del estudio realizado se recomienda lo siguiente:

- Para una identificación y clasificación más precisa de los microorganismos encontrados en este estudio, sería recomendable realizar análisis bioquímicos y moleculares complementarios, incluyendo las características del cultivo como floración, sintomatología (enfermedades), caracterización nódulos y fructificación.
- Se propone explorar el uso de diversos medios de cultivo enriquecidos para lograr el aislamiento de otros grupos microbianos, como los actinomicetos.
- Es importante llevar a cabo experimentos tanto en condiciones de laboratorio (in vitro) como en entornos reales (campo) para determinar si estas cepas tienen potencial como bioinoculantes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, I., Camila, M., 2019. Diversidad y predicción del potencial funcional de las comunidades bacterianas asociadas a vitroplantas de banano cv. Williams.
- Avelino, A.A.A., 2023. Uso potencial de las leguminosas en la producción agropecuaria. La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena.
- Barnett, Hunter, 2002. Search Result [WWW Document]. CABI Digit. Libr. URL <https://www.cabidigitallibrary.org/keyword/fungi> (accessed 6.9.25).
- Beltrán, M.E., 2014. La solubilización de fosfatos como estrategia microbiana para promover el crecimiento vegetal. *Cienc. Tecnol. Agropecu.* 15, 101–113. https://doi.org/10.21930/rcta.vol15_num1_art:401
- Bianco, L., 2020. Principales aspectos de la nodulación y fijación biológica de nitrógeno en Fabáceas. *Idesia Arica* 38, 21–29. <https://doi.org/10.4067/S0718-34292020000200021>
- Bojanich, M.V., 2019. Interacción biológica de las enzimas producidas por hongos nematófagos saprófitos de suelo, contra huevos de *Toxocara canis* [WWW Document]. URL <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/74972> (accessed 4.1.25).
- Borbor, J.G.T., 2023. Parametros productivos en cabritas, con la adición en su alimentación de bloques nutricionales elaborados con especies forrajeras. La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena.
- Campa-Perez, M.C., Ramírez-Pimentel, J.G., García-Rodríguez, J.G., Cervantes-Ortiz, F., Rodríguez-Mercado, D., Mendoza Elos, M., Campa-Perez, M.C., Ramírez-Pimentel, J.G., García-Rodríguez, J.G., Cervantes-Ortiz, F., Rodríguez-Mercado, D., Mendoza Elos, M., 2023. Actividad alelopática de exudados de raíz de alfalfa en *Arabidopsis thaliana*. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 14, 66–77. <https://doi.org/10.29312/remexca.v14i5.3090>
- Caycedo, L., Ramírez, L.C.C., Suárez, D.M.T., Caycedo Lozano, L., Ramírez, L.C.C., Suárez, D.M.T., 2021. Las bacterias, su nutrición y crecimiento: una mirada desde la química. *Nova* 19, 49–94. <https://doi.org/10.22490/24629448.5293>
- Cepero, M.C., 2012. Biología de hongos. Universidad de los Andes.
- Chicaiza, C.D., Rivadeneira Arias, V.D.C., Herrera Feijoo, R.J., Andrade Tobar, J.C., 2023. Biotecnología Ambiental, Aplicaciones y Tendencias. Editorial del Grupo de Asesoría Empresarial y Académica.
- Citys, 2021. ¿Qué son las bacterias PGPR? [WWW Document]. Innoplant. URL <https://innoplant.es/2021/05/26/que-son-las-bacterias-pgpr/> (accessed 4.1.25).
- Conforme, T.D., 2021. Propagación y prendimiento de *Leucaena trichoides* Agüia, para uso forrajero en Río Verde, Santa Elena (bachelorThesis). La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena.
- Cruz, M.M., 2019. Capacidad de uso de las tierras del centro de producción y prácticas Río Verde. La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena.

- Cuenca, P.C., 2023. Importancia de la Rizosfera en la producción agrícola. *Agribus. Ecuad.* URL <https://agriecuador.com/esimportancia-de-la-rizosfera-en-la-produccion-agricola/> (accessed 4.1.25).
- Culqui, D.A., 2023. Diseño de un protocolo para la evaluación in vitro de la patogenicidad de bacterias aisladas de huayaipe (*Seriola rivoliana*). *espol*.
- Daza, P.C., Osorio, N.W., 2011. Promoción de crecimiento y absorción de fósforo de plantulas de leucaena por un hongo micorrizal en un suelo degradado por minería de aluvión.
- Flores-Bello, M. del R., Aguilar-Espinosa, S., García Calvario, R., Zamora Cruz, A., Farias-Larios, J., López-Aguirre, J.G., 2008. Inoculación con hongos micorrícicos arbusculares y el crecimiento de plántulas de leucaena. *Terra Latinoam.* 26, 127–131.
- Gelambi, M., 2022. *Rhizobium*: qué es, características, morfología, hábitat, beneficios [WWW Document]. Lifer. URL <https://www.lifer.com/rhizobium/> (accessed 4.1.25).
- Gómez, N.D., 2024. Estado físico, químico y microbiológico del suelo en el cultivo de café (*coffea arabica* l.) en Manglaralto y Colonche, provincia de Santa Elena. La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena.
- Gómez-Merino, F.C., García-Albarado, J.C., Trejo-Téllez, L.I., Pérez Vázquez, A., Silva-Rojas, H.V., Velasco-Velasco, J., Gómez-Merino, F.C., García-Albarado, J.C., Trejo-Téllez, L.I., Pérez Vázquez, A., Silva-Rojas, H.V., Velasco-Velasco, J., 2014. Ciencias genómicas, biodiversidad del suelo y paisaje: interacciones para la sustentabilidad. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 5, 1771–1780. <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i9.1063>
- Gonzabay, G.G., 2025. La microbiota de la rizósfera de *Leucaena* en sistemas agropecuarios y forestales: un análisis integral de su rol y aplicaciones. (bachelorThesis). La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena.
- Guale, M.C.S., 2022. Presencia de rizobios en *Leucaena leucocephala* localizada en tres sitios de la península de Santa Elena. La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena.
- Guamán, F., Torres Gutiérrez, R., Granda Mora, K., Nápoles García, M.C., 2016. Aislamiento y caracterización de rizobios de *Crotalaria* sp. En el sur de Ecuador. *Cultiv. Trop.* 37, 40–47.
- Hernández, A., Caballero, A., Pazos, M., Ramírez, R., Heydrich, M., 2003. Identificación de algunos géneros microbianos asociados al cultivo del maíz (*Zea mays* L.) en diferentes suelos de Cuba.
- Hernández-Melchor, D.J., Ferrera-Cerrato, R., Alarcón, A., Hernández-Melchor, D.J., Ferrera-Cerrato, R., Alarcón, A., 2019. *Trichoderma*: Importancia agrícola, biotecnológica, y sistemas de fermentación para producir biomasa y enzimas de interés industrial. *Chil. J. Agric. Amp Anim. Sci.* 35, 98–112. <https://doi.org/10.4067/S0719-38902019005000205>
- Julca-Otiniano, A., Meneses-Florián, L., Blas-Sevillano, R., Bello-Amez, S., 2006. La materia orgánica, importancia y experiencia de su uso en la agricultura. *Idesia Arica* 24, 49–61. <https://doi.org/10.4067/S0718-34292006000100009>

- Lezcano, J.C., Martínez, B., Alonso, O., 2010. Caracterización cultural y morfológica e identificación de 12 aislamientos fúngicos de semillas de *Leucaena leucocephala* cv. Perú. *Pastos Forrajes* 33, 1–1.
- Martínez, H.Y., Hernández Delgado, S., Reyes Méndez, C.A., Vázquez Carrillo, G., 2013. El Género *Aspergillus* y sus Micotoxinas en Maíz en México: Problemática y Perspectivas. *Rev. Mex. Fitopatol.* 31, 126–146.
- Molina, E., Virgen, G., Sandoval, J., 2013. Los Biofertilizantes en la Agricultura | Intagri S.C. [WWW Document]. URL <https://www.intagri.com/articulos/agricultura-organica/biofertilizantes-en-agricultura> (accessed 4.1.25).
- Morales-García, Y.E., Hernández-Canseco, J., Ramos-Castillo, G., Pérez-y, R., Muñoz-Rojas, J., 2016. Cuantificación de *Penicillium* sp. por el método de goteo en placa.
- Moreira, M.M.R., 2024. Microorganismos rizosféricos en el cultivo de caña de azúcar (*saccharum officinarum* l.) comuna de río verde, provincia de santa elena. La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena.
- Muñoz, D., 2011. Caracterización de factores de adhesión a proteínas de la matriz extracelular en *Lactobacillus casei*. Valenci: Universidad Tecnica de Valencia.
- Muñoz, J.J.G., 2022. Efecto de láminas de riego en la calidad nutricional de *Leucaena trichoides* Jacq. Willd para forraje, en Río Verde, Santa Elena (bachelorThesis). La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena.
- Oliveros-Bastidas, A. de J., Macías, F.A., Fernández, C.C., Marín, D., Molinillo, J.M.G., 2009. Exudados de la raíz y su relevancia actual en las interacciones alelopáticas. *Quím. Nova* 32, 198–213. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422009000100035>
- Orrala, E.D., 2025. Caracterización de cepas bacterianas tipo PGPR obtenidas de la rizosfera de cultivos vegetales de la comuna Colonche, provincia de Santa Elena (bachelorThesis). La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena.
- Ortega, K.T.R., 2018. Análisis económico de la producción agropecuaria del centro de apoyo río verde, periodos 2010-2012. La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena.
- Ortúzar, M., 2023. La interacción de *Micromonospora* con su planta huésped y el microbioma circundante. Unravelling *Micromonospora* interactions with its host plant and the associated microbioma. <https://doi.org/10.14201/gredos.157452>
- Pavone, D., 2022. Recuento de Unidades Formadoras de Colonias en placas de agar - Eduvita. URL <https://www.eduvitaweb.com/recuento-ufc-agar/> (accessed 6.10.25).
- Pereira, L.S., 2014. *Aspergillus* spp. en plantas de maní nativo y cultivado. Identificación, capacidad toxicogénica y control biológico. Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires.
- Perero, A.D.P., 2024. Características físicas, químicas y microbiológicas del suelo aisladas de dos variedades de pasto en Manglaralto y Colonche provincia de Santa Elena. La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena.
- Pierzynski, G.M., Vance, G.F., Sims, T., 2005. *Soils and Environmental Quality*. CRC Press.
- Salamone, G. de, Eugenia, I., 2011. Microorganismos del suelo y sustentabilidad de los agroecosistemas. *Rev. Argent. Microbiol.* 43, 1–3.

- Sosa, A., Elías, A., 2024. Aislamiento y caracterización fenotípica parcial de cepas de rizobios que nodulan leguminosas rastreras.
- Soto, J., Amano, Y., Díaz, L., 2017. Evidencia de rizobios en nódulos de *Leucaena leucocephala* (Lam.), mediante técnicas físico-químicas de cultivo y microscopía electrónica de barrido (SEM). *Rev. Científica Tecnológica UPSE* 4, 133–138. <https://doi.org/10.26423/rctu.v4i3.292>
- Velasco-Jiménez, A., Castellanos-Hernández, O., Acevedo-Hernández, G., Aarland, R.C., Rodríguez-Sahagún, A., Velasco-Jiménez, A., Castellanos-Hernández, O., Acevedo-Hernández, G., Aarland, R.C., Rodríguez-Sahagún, A., 2020a. Bacterias rizosféricas con beneficios potenciales en la agricultura. *Terra Latinoam.* 38, 333–345. <https://doi.org/10.28940/terra.v38i2.470>
- Velasco-Jiménez, A., Castellanos-Hernández, O., Acevedo-Hernández, G., Aarland, R.C., Rodríguez-Sahagún, A., Velasco-Jiménez, A., Castellanos-Hernández, O., Acevedo-Hernández, G., Aarland, R.C., Rodríguez-Sahagún, A., 2020b. Bacterias rizosféricas con beneficios potenciales en la agricultura. *Terra Latinoam.* 38, 333–345. <https://doi.org/10.28940/terra.v38i2.470>
- Velasco-Jiménez, A., Castellanos-Hernández, O., Acevedo-Hernández, G., Aarland, R.C., Rodríguez-Sahagún, A., Velasco-Jiménez, A., Castellanos-Hernández, O., Acevedo-Hernández, G., Aarland, R.C., Rodríguez-Sahagún, A., 2020c. Bacterias rizosféricas con beneficios potenciales en la agricultura. *Terra Latinoam.* 38, 333–345. <https://doi.org/10.28940/terra.v38i2.470>
- Villota-Calvachi, G.E., González Marín, K.V., Marulanda Moreno, S.M., Galeano Vanegas, N.F., Velasco Ortega, D.S., Ocampo Henao, L.A., Castañeda Betancur, L., Giraldo Morales, C., Rodríguez Montes, N., Villota-Calvachi, G.E., González Marín, K.V., Marulanda Moreno, S.M., Galeano Vanegas, N.F., Velasco Ortega, D.S., Ocampo Henao, L.A., Castañeda Betancur, L., Giraldo Morales, C., Rodríguez Montes, N., 2022. Aislamiento y caracterización de bacterias productoras de biopolímeros a partir de efluentes industriales. *Rev. Colomb. Biotecnol.* 24, 27–45. <https://doi.org/10.15446/rev.colomb.biote.v24n1.76660>
- Zamora, O.A.Z., 2023. Identificación de rizobios en las leguminosas *clitoria* sp. y *cajanus* cajan en dos zonas productivas de la provincia de santa elena. *La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena.*
- Zuñiga, D., 2012. Manual de microbiología agrícola | Centro de Innovación Educativa [WWW Document]. URL <http://agraria.lamolina.edu.pe/uie/index.php/2019/07/03/manual-de-microbiologia-agricola/> (accessed 4.1.25).

ANEXOS

Figura 1A. Resultados del análisis realizado por INIAP



ESTACIÓN EXPERIMENTAL LITORAL SUR
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
Km. 26 Vía Durán - Tambo Apdo. Postal 09-01-7089 Yaguachi - Guayas - Ecuador
Teléfono: 042724260 - 042724119 e-mail: labsuelos.eeb@iniap.gob.ec

LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL SAE
N°OAE LE C 11-007

INFORME DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		DATOS DE LA MUESTRA	
Nombre : UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA	Nombre : SNV	Informe No. : 00590 - 24	Factura No. : 9483	Responsible Muestreo : Cliente	Fecha Analisis : 04/09/2024
Dirección : SANTA ELENA	Provincia : SANTA ELENA	Fecha Muestreo : 27/08/2024	Fecha Emisión : 05/09/2024	Fecha Ingreso : 29/08/2024	Fecha Impresión : 06/09/2024
Ciudad : LA LIBERTAD	Cantón : SANTA ELENA	Condiciones Ambientales : T°C: 24.7 %H: 58.5	Cultivo Actual : Suelo Costa		
Teléfono : 042781732	Parroquia : SANTA ELENA				
Fax : 042781971	Ubicación : RÍO VERDE				

N° Laborat.	Identificación del Lote	pH	ug/ml												
			* NH ₄	* P	K	* Ca	* Mg	* S	* Zn	* Fe	* Mn	* B	* Cl		
79819	MUESTRA 1 LEUCAENA TRIC	7.3	9 B	2 B	251 A	4523 A	793 A								
79820	MUESTRA 2 LEUCAENA TRIC	6.8	12 B	5 B	329 A	4214 A	671 A								

Interpretación	Color	pH
NH ₄ , P, K, Ca, Mg, S	Mor = Muy Acido	8 = Básico
Zn, Cu, Fe, Mn, B, Cl	Ver = Acido	7.5 = Lig. Alcalino
	Am = Medio	7 = Med. Alcalino
	Bl = Básico	6.5 = Med. Alcalino
	M = Medio	LAC = Lig. Acido
	A = Ácido	PH = Prec. Neutro

Determinación	Metodología	Extractante
NH ₄ y P	Colorimétrica	Distil.
K, Ca, Mg	Atomística	Mezclado
Zn, Cu, Fe, Mn	Atomística	pH 8.5
S	Turbidimétrica	Fosfato de Ca
B	Colorimétrica	Mendelsohn
Cl	Volumétrica	Pasta Saturada
pH	Potenciométrica	Buflor agua (1:2.5)

Niveles de Referencia Óptimos	
Méj (ug/ml)	Méj (ug/ml)
NH ₄ 20 - 40	Mg 12.5 - 240
P 10 - 20	Fe 20 - 40
K 78 - 196	Mn 8 - 15
Ca 800 - 1600	B 0.5 - 1.0
	Cu 17 - 34

NE = No entregado

<LC = Menor al Límite de Cuantificación

Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo.

Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación solicitado al SAE.

Las opiniones, interpretaciones, etc. que se indican a continuación, están fuera del alcance de acreditación solicitado al SAE.

** Ensayo subcontratado

Se prohíbe la reproducción parcial, si se va a copiar que sea en su totalidad

Los datos marcados con cursiva y subrayados son proporcionados por el cliente

Responsable Técnico del Laboratorio

Diana Acosta

Figura 2A. Resultados del análisis realizado por INIAP



ESTACIÓN EXPERIMENTAL LITORAL SUR
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
Km. 26 Vía Durán - Tambo Apdo. Postal 09-01-7089 Yaguachi - Guayas - Ecuador
Teléfono: 042724260 - 042724119 e-mail: labsuelos.eeb@iniap.gob.ec

LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL SAE
N°OAE LE C 11-007

INFORME DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		DATOS DE LA MUESTRA	
Nombre : UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA	Nombre : SNV	Informe No. : 00590 - 24	Factura No. : 9483	Responsible Muestreo : Cliente	Fecha Analisis : 04/09/2024
Dirección : SANTA ELENA	Provincia : SANTA ELENA	Fecha Muestreo : 27/08/2024	Fecha Emisión : 05/09/2024	Fecha Ingreso : 29/08/2024	Fecha Impresión : 06/09/2024
Ciudad : LA LIBERTAD	Cantón : SANTA ELENA	Condiciones Ambientales : T°C:24.7 %H: 58.5	Cultivo Actual : Suelo Costa		
Teléfono : 042781732	Parroquia : SANTA ELENA				
Fax : 042781971	Ubicación : RÍO VERDE				

N° Laborat.	Identificación	* Textura (%)			* Clase Textural	meq/100ml			mScm (%)	meq/100ml			Ca	Mg	Ca+Mg		
		Arena	Limo	Arcilla		* Al+H	* Al	* Na		C.E.	* M.O.	K				* Ca	* Mg
79819	MUESTRA 1 LEUCAENA TRICHODE																
79820	MUESTRA 2 LEUCAENA TRICHODE																

Abreviatura	C.E.
Al = Aluminio	NO = No Salino
LT = Ligeros Tóxicos	LS = Lig. Salino
T = Tóxico	S = Salino
	MS = Muy Salino

Abreviatura
C.E. Conductividad Eléctrica
M.O. Materia Orgánica
C.C. Capacidad de Intercambio Catiónico

Determinación	Metodología	Extractante
V.C.	Colorimétrica	Universal de F
Cl		Acido de Amonio
Na		Cloruro de Bario
C.E.	Estándar de punto salado	Agua

Niveles de Referencia	
Ug. (meq/100ml)	Ug. (meq/100ml)
Al 10 - 15	C.E. 25 - 40
Cl 0.2 - 0.4	Ca 20 - 80
Fe 0.31 - 1.0	Mg 25 - 100
Na 0.5 - 1.0	M.O. 3.1 - 5.0

NE = No entregado

<LC = Menor al Límite de Cuantificación

Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo.

Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación solicitado al SAE.

Las opiniones, interpretaciones, etc. que se indican a continuación, están fuera del alcance de acreditación solicitado al SAE.

** Ensayo subcontratado

Se prohíbe la reproducción parcial, si se va a copiar que sea en su totalidad

Los datos marcados con cursiva y subrayados son proporcionados por el cliente

Responsable Técnico del Laboratorio

Diana Acosta

Figura 3A. Resultados del análisis realizado por INIAP

	ESTACIÓN EXPERIMENTAL LITORAL SUR LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS Km. 26 vía Durán Tambo Apdo. Postal 09-01-7069 Yaguachi – Guayas – Ecuador Teléfono: 042724119 e-mail: labsuelos.eels@iniap.gob.ec	LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL SAE N° OAE LE C 11 - 007
---	---	--

ANEXO INFORME DE ANALISIS DE SUELOS 00590 - 24

DATOS DEL PROPIETARIO	DATOS DE LA PROPIEDAD	DATOS DE LA MUESTRA	
Nombre : <u>UNIVERSIDAD ESTADAL PENINSULA DE SANTA ELENA</u>	Nombre : <u>SN</u>	Informe No. : <u>00590 - 24</u>	Factura No. : <u>9403</u>
Dirección : <u>SANTA ELENA</u>	Provincia : <u>SANTA ELENA</u>	Responsable Muestreo : <u>Cliente</u>	Fecha Análisis : <u>04/09/2024</u>
Ciudad : <u>LA LIBERTAD</u>	Cantón : <u>SANTA ELENA</u>	Fecha Muestreo : <u>27/08/2024</u>	Fecha Emisión : <u>05/09/2024</u>
Teléfono : <u>042701732</u>	Parroquia : <u>SANTA ELENA</u>	Fecha Ingreso : <u>28/08/2024</u>	Fecha Impresión : <u>05/09/2024</u>
Fax : <u>042701971</u>	Ubicación : <u>RIO VERDE</u>	Condiciones Ambientales : <u>TC: 24.7 %H: 58.5</u>	Cultivo Actual : <u>Suelo Casta</u>

PROCEDIMIENTO DE ENSAYOS EN ANALISIS DE SUELOS				
Determinación	U (k=2)	Procedimiento de Ensayo	Método de Referencia	Técnica
pH	0,017	PEE-LS-07	Método EPA 150.2 (1982)	Electrométrica
Potasio	± 15,2 % rango < 20 µg/ml	PEE-LS-08	EPA 258.1 (1974)	Absorción Atómica
	± 9,2 % rango ≥ 20 µg/ml		Metodología Unificada, Red de Laboratorios de Suelos del Ecuador, Catálogo Iniap 1, 2001	
Cobre	± 7,1 %	PEE-LS-09	Metodología Unificada, Red de Laboratorios de Suelos del Ecuador, Catálogo Iniap 1, 2001	

NOTA: La incertidumbre de los resultados está a disposición del cliente cuando así lo requiera.

ABREVIATURAS		
pH= Potencial de Hidrógeno	S = Azufre	Cl = Cloro
N = Nitrógeno	Zn = Zinc	Al+H = Acidez Libre
P = Fósforo	Cu = Cobre	Al = Aluminio
K = Potasio	Fe = Hierro	Na = Sodio
Ca = Calcio	Mn = Manganeso	C.E= Conductividad Eléctrica
Mg = Magnesio	B = Boro	M.O= Materia Orgánica

- Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo, tal como fueron recibidas en el Laboratorio.
- Las Opiniones e interpretaciones se encuentran basadas en la Metodología Unificada, Red de Laboratorios de Suelos del Ecuador, Catálogo Iniap 1, 2001
- El laboratorio no realiza la toma de muestra. La información relacionada con la toma de la muestra fue proporcionada por el cliente.
- El Laboratorio no se responsabiliza de la veracidad de la información que ha sido proporcionada por el cliente y que puede afectar directamente a la validez de los resultados del presente informe.
- El laboratorio no se responsabiliza por el mal uso que le puedan dar al presente documento.

Figura 4A. Cultivo de *Leucaena trichoides*



Figura 5A. Toma de muestras de raíces de *Leucaena trichoides*



Figura 6A. Nódulos de *Leucaena trichoides*



Figura 7A. Nódulos de *L. trichoides* en microtubos con gel de Silica



Figura 8A. Preparación de medio de cultivo



Figura 9A. Medio de cultivo LMA Rojo Congo



Figura 10A. Diluciones nodulares del cultivó de *L. trichoides*

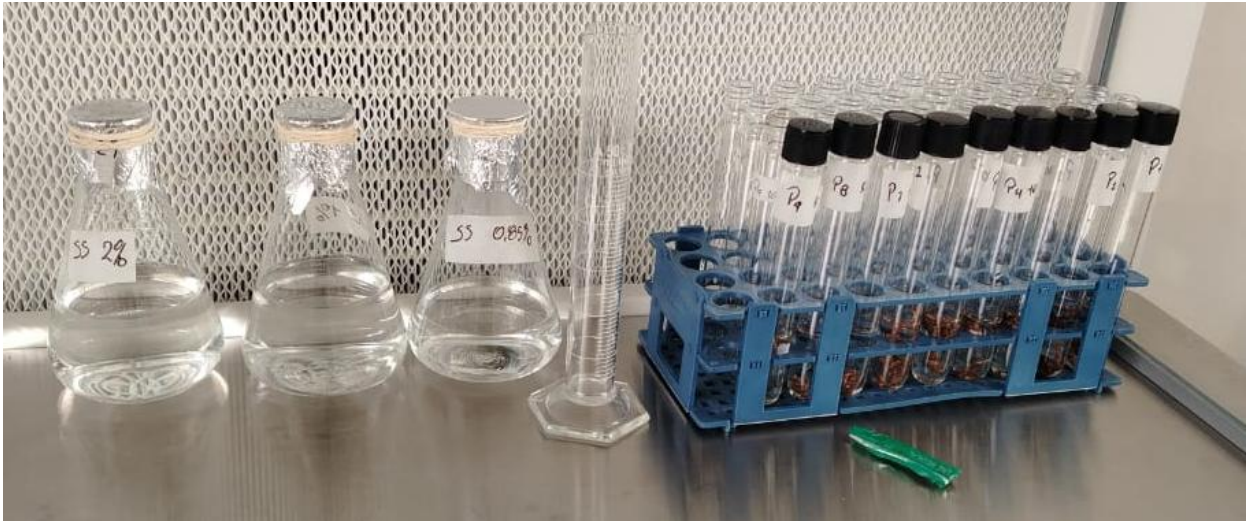


Figura 11A. Plaqueo de medio de cultivo en cámara de flujo laminar



Figura 12A. Purificación de cepas bacterianas



Figura 13A. Roturación de cajas de Petri

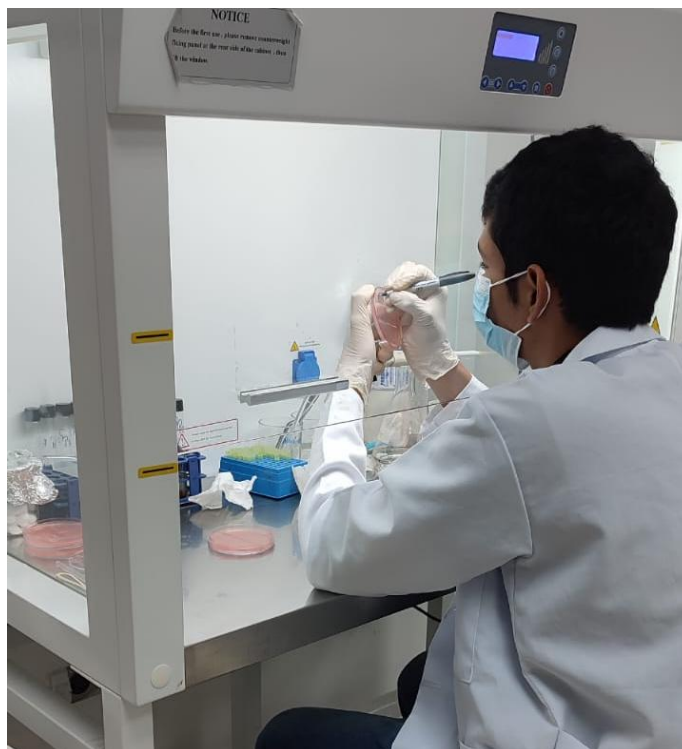


Figura 14A. Conteo de unidades formadoras de colonias (UFC)

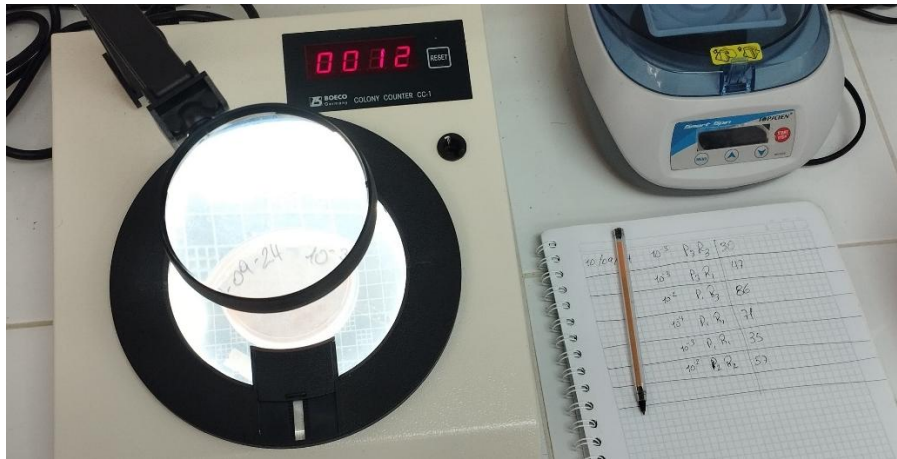


Figura 15A. Cepas bacterianas aisladas

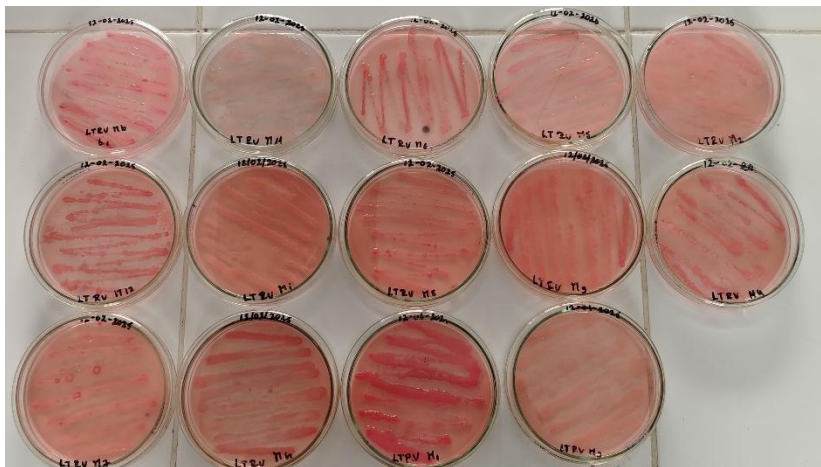


Figura 16A. Cepas fúngicas aisladas

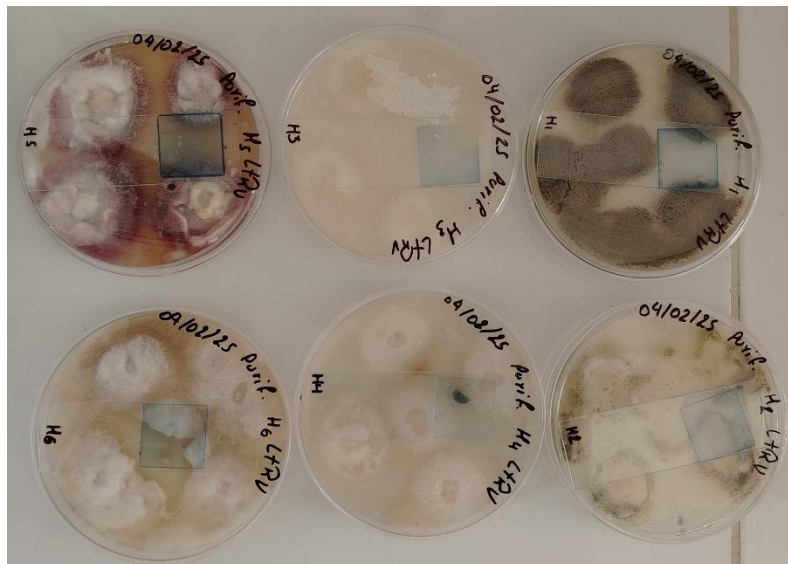


Figura 17A. Medio de cultivo potato dextrosa agar (PDA)

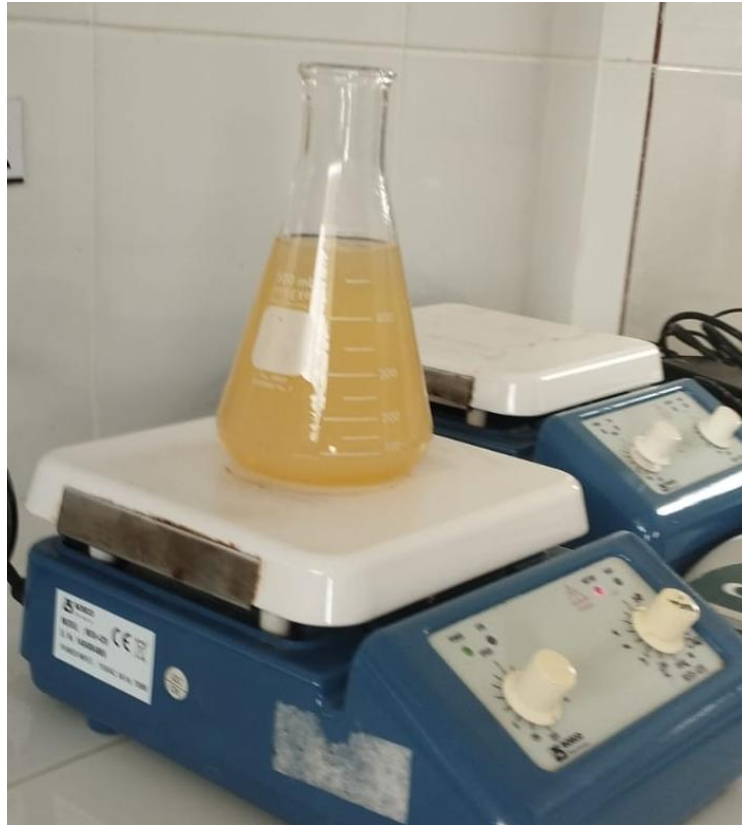


Figura 18A. Proceso de tinción de muestras



Figura 19A. Observación y reconocimiento de cepas



Figura 20A. Bacterias observadas bajo el microscopio

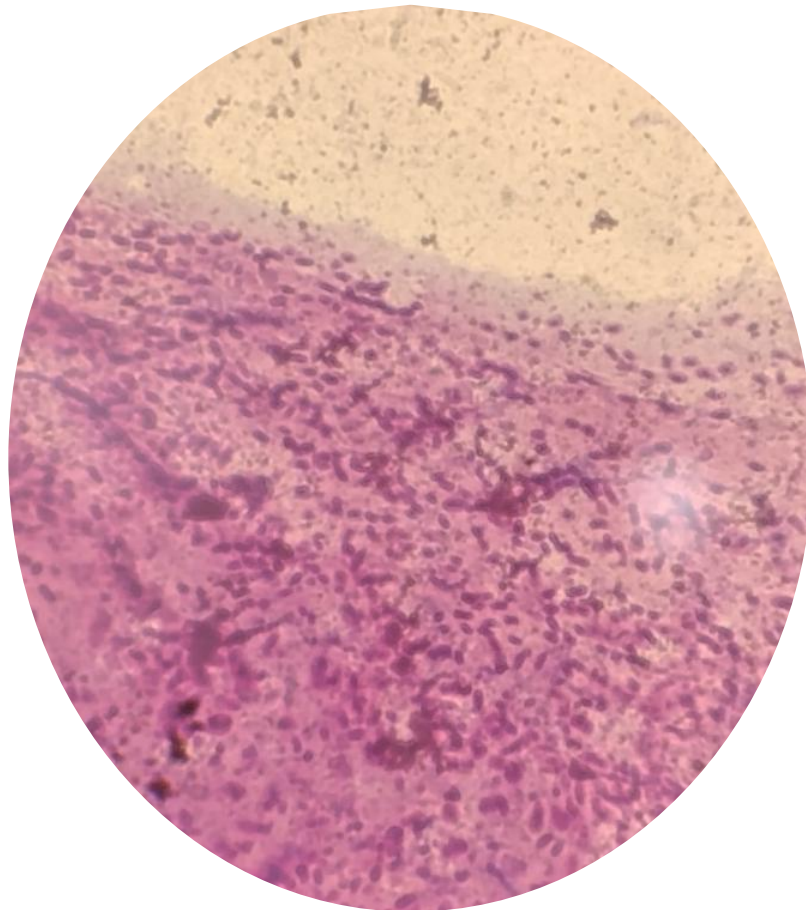


Figura 21. Hongo observado bajo el microscopio

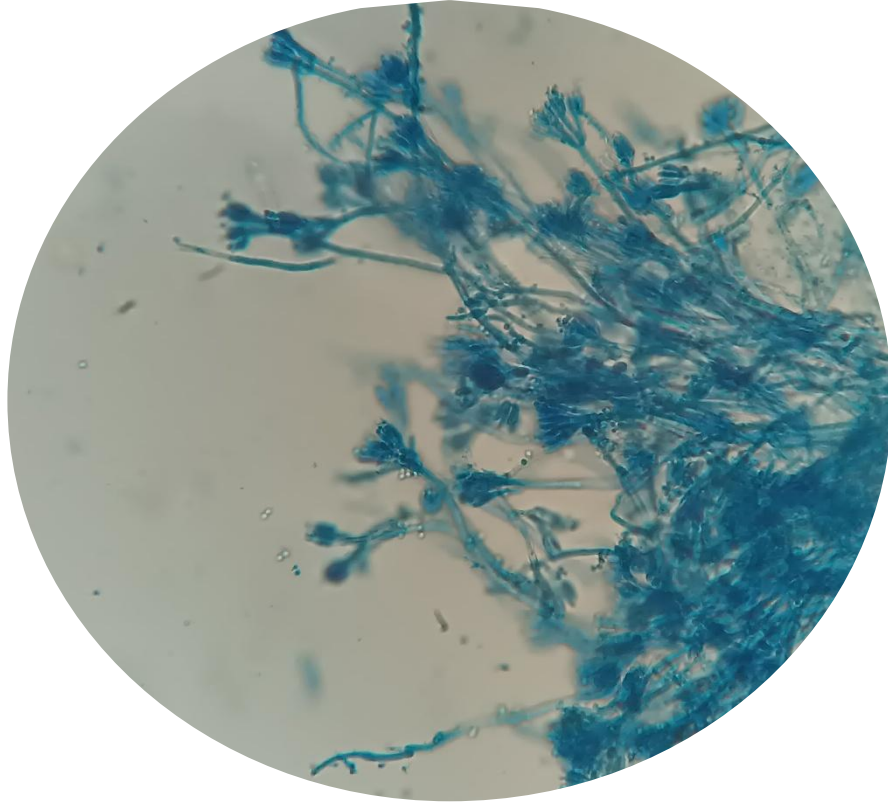


Figura 22A. Cepa fúngica a simple vista

