



**unl**

Universidad  
Nacional  
de Loja

## Universidad Nacional de Loja

**Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables**

**Carrera de Ingeniería Ambiental**

**Caracterización microbiana de aislados del suelo y de la  
microbiota intestinal de escarabajos peloteros de la Reserva**

**Madrigal del Podocarpus, Loja**

**Trabajo de Integración Curricular  
previa a la  
obtención del título de Ingeniera Ambiental**

**AUTOR:**

Katherine Lizbeth Bravo Landacay

**DIRECTOR:**

Ing. Daniela Román Cáceres, Mg.Sc.

Loja – Ecuador

2024



unl

Universidad  
Nacional  
de Loja

Sistema de Información Académico  
Administrativo y Financiero - SIAAF

## CERTIFICADO DE CULMINACIÓN Y APROBACIÓN DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Yo, **Roman Caceres Daniela Alejandra**, director del Trabajo de Integración Curricular denominado **Caracterización microbiana de aislados del suelo y de la microbiota intestinal de escarabajos peloteros de la Reserva Madrigal del Podocarpus, Loja**, perteneciente al estudiante **Katherine Lizbeth Bravo Landacay**, con cédula de identidad N° **1105899544**. Certifico que luego de haber dirigido el **Trabajo de Integración Curricular** se encuentra concluido, aprobado y está en condiciones para ser presentado ante las instancias correspondientes.

Es lo que puedo certificar en honor a la verdad, a fin de que, de así considerarlo pertinente, el/la señor/a docente de la asignatura de **Integración Curricular**, proceda al registro del mismo en el Sistema de Gestión Académico como parte de los requisitos de acreditación de la Unidad de Integración Curricular del mencionado estudiante.

Loja, 23 de Agosto de 2023



Firmado electrónicamente por:  
**DANIELA ALEJANDRA  
ROMAN CACERES**

F) -----  
**DIRECTOR DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN  
CURRICULAR**



Certificado TIC/TT.: UNL-2023-000586

## **Autoría**

Yo, **Katherine Lizbeth Bravo Landacay**, declaro ser autora del presente Trabajo de Integración Curricular y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi Trabajo de Integración Curricular en el Repositorio Institucional Digital – Biblioteca Virtual.



**Firma:**

**Cédula de identidad:** 1105899544

**Fecha:** 20 de febrero de 2024

**Correo electrónico:** katherinebravo@unl.edu.ec

**Teléfono:** 0939708631

**Carta de autorización por parte de la autora para la consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica del texto completo, del Trabajo de Integración Curricular**

Yo **Katherine Lizbeth Bravo Landacay**, declaro ser autora del Trabajo de Integración Curricular denominado: **Caracterización microbiana de aislados del suelo y de la microbiota intestinal de escarabajos peloteros de la Reserva Madrigal del Podocarpus, Loja**, como requisito para optar el título de **Ingeniera Ambiental**, autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, con fines académicos, muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del Trabajo de Integración Curricular que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, suscribo, en la ciudad de Loja a los veinte días del mes de febrero del dos mil veinticuatro.



**Firma:**

**Autora:** Katherine Lizbeth Bravo Landacay

**Cédula:** 1105899544

**Dirección:** Barrio la Campiña

**Correo electrónico:** katherine.bravo@unl.edu.ec

**Teléfono:** 0939708631

**DATOS COMPLEMENTARIOS:**

**Director del Trabajo de Integración Curricular:** Ing. Daniela Román Cáceres Mg.Sc

## **Dedicatoria**

El presente trabajo es dedicado a mis padres Paúl Bravo y Soledad Landacay, los cuales nunca me dejaron sola durante este largo camino de formación profesional, fue necesario sacrificar muchos momentos importantes y además dejar de lado ciertas comodidades para que pudiera seguir con mis estudios. A ustedes que día a día luchan por sacarnos adelante, que trabajan de domingo a domingo les dedico todo mi esfuerzo ya que son mi mayor motor para seguir adelante.

A mis hermanos Pablo, Rogelio y Josué que todos los días han estado junto a mí y me han brindado su comprensión y apoyo incondicional, a ustedes mis niños les dedico este trabajo y espero ser un orgullo para ustedes y que sigan siempre por el camino del bien y a mi lado.

A mis niños amados Liam y Sofia que son mi motor para salir adelante y mi ángel Luis Gabriel que siempre me cuida y me protege.

A mis compañeras y amigas que me han brindado su apoyo incondicional Adamary y Jackelin que siempre estuvieron en mis días más difíciles y días alegres, con su ayuda y apoyo siempre incondicional y por la paciencia prestada les dedico este trabajo.

*Katherine Lizbeth Bravo Landacay*

## **Agradecimiento**

Mis más sinceros agradecimientos a Dios y la Virgen del Cisne, que han sido la luz de mi camino, mi amparo y protección durante toda mi formación tanto personal como académica.

A mi directora de tesis la Ing. Daniela Román Cáceres, Mgs. Sc., que gracias a la paciencia y consejos siempre útiles fue posible lograr el desarrollo de esta investigación. Siempre fueron cada una de sus palabras de aliento e ideas cuando más lo necesitaba lo que día a día me motivaba, además del apoyo incondicional en mis horas de trabajo cuando todo parecía muy confuso y casi imposible, gracias por sus orientaciones.

A mis docentes, Blga. Aura Paura, PhD., Ing. Lisseth Carrión, Mgs. Sc., Ing. Santiago García, Mgs. Sc., que siempre me brindaron palabras sabias, conocimientos rigurosos y precisos. A ustedes mis queridos docentes los llevaré siempre conmigo en mi transitar profesional. Gracias por la paciencia, la dedicación, la perseverancia y la tolerancia que me brindaron.

A mis Padres y hermanos que siempre han sido el pilar fundamental que ha impulsado mis sueños y esperanzas, que me apoyaron en mis días y noches más difíciles durante mis horas de estudio. Han sido las mejores guías en toda mi formación. Orgullosa de tenerlos como familia y por estar siempre allí con su apoyo incondicional.

*Katherine Lizbeth Bravo Landacay*

## Índice de Contenidos

<b>Portada .....</b>	<b>i</b>
<b>Certificación.....</b>	<b>ii</b>
<b>Autoría.....</b>	<b>iii</b>
<b>Carta de autorización.....</b>	<b>iv</b>
<b>Dedicatoria.....</b>	<b>v</b>
<b>Agradecimiento.....</b>	<b>vi</b>
<b>Índice de Contenidos .....</b>	<b>vii</b>
<b>Índice de tablas .....</b>	<b>ix</b>
<b>Índice de anexos.....</b>	<b>ix</b>
<b>1. Título .....</b>	<b>1</b>
<b>2. Resumen .....</b>	<b>2</b>
Abstract .....	3
<b>3. Introducción.....</b>	<b>4</b>
<b>4. Marco Teórico.....</b>	<b>6</b>
4.1. Contaminación del suelo .....	6
4.2. Servicios ecosistémicos de escarabajos Coleoptera: Scarabaeidae .....	8
4.3. Comunidades bacterianas .....	9
4.3.1. <i>Caracterización bacteriana</i> .....	10
<b>5. Metodología.....</b>	<b>11</b>
5.1. Área de estudio.....	11
5.2. Diseño de investigación .....	12
5.3. Tamaño de la muestra.....	13
5.4. Metodología para caracterizar de manera morfológica y bioquímica a los aislados microbianos del suelo y de intestinos de escarabajos.....	13

5.5.	Metodología para identificar a nivel de género a los aislados microbianos del suelo y de intestinos de escarabajos provenientes de tres estados de perturbación en la Reserva Madrigal del Podocarpus.....	15
5.6.	Metodología para comparar las comunidades bacterias de suelo y de intestinos de escarabajos provenientes de tres estados de perturbación en la Reserva Madrigal del Podocarpus. ....	16
<b>6.</b>	<b>Resultados .....</b>	<b>17</b>
6.1.	Caracterizar de manera morfológica y bioquímica a los aislados microbianos del suelo y de intestinos de escarabajos provenientes de tres estados de perturbación en la Reserva Madrigal del Podocarpus.....	17
6.2.	Identificar a nivel de género a los aislados microbianos del suelo y de intestinos de escarabajos provenientes de tres estados de perturbación en la Reserva Madrigal del Podocarpus. ....	19
6.3.	Comparar las comunidades bacterias de suelo y de intestinos de escarabajos provenientes de tres estados de perturbación en la Reserva Madrigal del Podocarpus. ....	21
<b>7.</b>	<b>Discusión .....</b>	<b>23</b>
<b>8.</b>	<b>Conclusiones .....</b>	<b>27</b>
<b>9.</b>	<b>Recomendaciones .....</b>	<b>28</b>
<b>10.</b>	<b>Bibliografía .....</b>	<b>28</b>
<b>11.</b>	<b>Anexos .....</b>	<b>32</b>

### **Índice de tablas:**

<b>Tabla 1.</b> Descripción morfológica de uno de los aislados caracterizados de la Reserva Madrigal del Podocarpus. ....	17
<b>Tabla 2.</b> Descripción y caracterización metabólica de aislados de la Reserva Madrigal del Podocarpus. ....	18
<b>Tabla 3.</b> Descripción de géneros bacterianos identificados en la Reserva Madrigal del Podocarpus. ....	20
<b>Tabla 4.</b> Géneros identificados en la Reserva Madrigal del Podocarpus .....	22

### **Índice de figuras:**

<b>Figura 1.</b> Mapa de ubicación del área de estudio: a) Reserva Madrigal del Podocarpus con sus tres áreas (bosque conservado, pastizal y área afectada por un incendio forestal); b) provincia de Loja, cantón Loja. ....	12
---	----

### **Índice de anexos:**

<b>Anexo 1.</b> Descripción morfológica y metabólica de los aislados .....	32
<b>Anexo 2.</b> Registro fotográfico de la siembra de aislados en los 3 medios específicos, así como su tinción Gram tanto del suelo como del intestino de los escarabajos estercoleros .....	47
<b>Anexo 3.</b> Registro fotográfico de la siembra de aislados en 3 medios Manitol, Citrato, TSI, así como la aplicación de la prueba Catalasa tanto del suelo como del intestino de los escarabajos estercoleros.....	64
<b>Anexo 4.</b> Descripción morfológica y bioquímica de los géneros identificados en el intestino de los escarabajos y el suelo en cada cobertura vegetal.....	84
<b>Anexo 5.</b> Coordenadas de los puntos de toma de muestras caracterizadas del suelo y de los escarabajos estercoleros .....	89
<b>Anexo 6.</b> Certificado de traducción del resumen .....	89

## **1. Título**

Caracterización microbiana de aislados del suelo y de la microbiota intestinal de escarabajos peloteros de la Reserva Madrigal del Podocarpus, Loja

## 2. Resumen

El suelo es un ecosistema importante en el que diferentes especies bacterianas desempeñan un papel fundamental como bioindicadores de su comportamiento ecológico y evolutivo. En el presente estudio se caracterizó y se identificó tanto morfológicamente como metabólicamente comunidades bacterianas a nivel de género de la microbiota intestinal de escarabajos peloteros (Coleoptera: Scarabaeinae) y del suelo de tres estados de sucesión ecológica (bosque natural, pastizal y área quemada) de la Reserva El Madrigal del Podocarpus. La identificación morfológica de las colonias bacterianas se realizó a través de la observación de características macroscópicas en tres medios selectivos Agar MacConkey, Agar LB y Agar cetrimide, además de la identificación de las células bacterianas mediante Tinción Gram y observación microscópica. Así mismo, se aplicaron pruebas bioquímicas tales como la catalasa, manitol, citrato y Triple azúcar hierro (TSI) para la identificación de ciertas reacciones metabólicas de las bacterias. Las cepas bacterianas obtenidas en la caracterización de consorcios bacterianos de las muestras del intestino de los escarabajos y de las muestras de suelo, se asociaron en 15 diferentes posibles géneros bacterianos y se logró concluir que existe variación entre algunos de los géneros identificados en relación con los tres estados de sucesión ecológica. Sin embargo, se identificaron 4 géneros con presencia similar en las tres áreas muestreadas las cuales fueron *Pseudomonas*, *Staphylococcus*, *Bacillus* y *Escherichia* los cuales poseen potenciales en el crecimiento de las plantas y son incidentes en procesos de regeneración lo cual nos indicó el proceso activo de recuperación que se está dando en las áreas estudiadas.

**Palabras clave:** sucesiones ecológicas, aislamiento bacteriano, morfología.

## **Abstract**

Soil is an important ecosystem in which different bacterial species play a crucial role as bioindicators of its ecological and evolutionary behavior. This study is characterized and identified both morphologically and metabolically bacterial communities in the intestinal microbiota of dung beetles (*Coleoptera: Scarabainae*) and the soil from three ecological succession states (natural forest, grassland, and burned area) in El Madrigal del Podocarpus Reserve. The morphological identification of bacterial colonies was carried out by observing macroscopic characteristics on three selective media: MacConkey Agar, LB Agar, and cetrimide Agar. Additionally, bacterial cells were identified through Gram staining and microscopic observation. Biochemical tests such as catalase, mannitol, citrate, and Triple Sugar Iron (TSI) were applied for the identification of certain metabolic reactions of the bacteria. Bacterial strains obtained in the characterization of bacterial consortia from beetle intestine samples and soil samples were associated with 15 different possible bacterial genera. It was concluded that there is variation among some of the identified genera in relation to the three states of ecological succession. However, four genera with similar presence were identified in all three sampled areas: *Pseudomonas*, *Staphylococcus*, *Bacillus*, and *Escherichia*. These genres have potential for plant growth and are involved in regeneration processes, indicating an active recovery process in the studied areas.

**Keywords:** ecological successions, bacterial isolation, morphology.

### 3. Introducción

La degradación de los suelos por disturbios naturales o antrópicos a nivel mundial son un problema consecuente de los cambios de uso de suelo, tal es el caso de los incendios forestales, los cuales en los últimos años han tomado mayor fuerza debido al incremento de la actividad humana (Almorox et al., 2010). Estos se consideran como eventos que acarrear consecuencias negativas para el funcionamiento de los ecosistemas, degradando principalmente el suelo, ya que, al perderse la cubierta vegetal, los procesos de retención de agua se ven alterados causando su erosión y afectando a los macro y microorganismos que ahí habitan (Capulín et al., 2009).

En el Ecuador, el avance de la frontera agrícola y ganadera, junto con las quemadas incontroladas e incendios, son un problema para los suelos del país ya que a medida que incrementan dichas actividades estos pierden su fertilidad, capacidad productiva, biodiversidad y calidad (Lasso, 2009). Sin embargo, existe poco énfasis e interés en las consecuencias por la pérdida del suelo sobre las comunidades microbianas, siendo este el campo menos estudiado en el país y más aún en la región sur que paradójicamente es considerada de gran interés biológico por la diversidad, composición y funcionalidad de los organismos y ecosistemas allí presentes (Castillo et al., 2016).

Un claro ejemplo de la presencia de dichos disturbios son los que enfrenta la “Reserva Madrigal del Podocarpus” que se encuentra ubicada al sureste de la ciudad de Loja, donde hace algunos años, se presentaron incendios forestales que afectaron la vegetación en un total de 60 hectáreas aproximadamente, lo que ha incidido en la conversión de la cobertura vegetal (Aponte et al., 2018). En la reserva se registran áreas con diferentes estados de sucesión ecológica, los cuales son: el área de bosque natural, área quemada y el pastizal. La exposición de esta reserva a estos disturbios pone en riesgo las especies pioneras que resguarda por lo que es importante evaluar el proceso de regeneración que ha tenido el suelo, para ello en estudios previos se ha pretendido monitorizar aquellos taxones que actúen como bioindicadores (Audino et al., 2014).

Por ende, a nivel microbiológico y con enfoque en la diversidad microbiana del suelo, es necesario realizar estudios debido a que se ha demostrado que las comunidades bacterianas y sus diferentes relaciones intervienen en ciclos importantes para el funcionamiento de los ecosistemas (Castillo et al., 2016). Entre la microbiota están algunas bacterias responsables de la adaptación de ciertos insectos frente a disturbios tales como los escarabajos estercoleros ya que permiten el desarrollo de sus capacidades frente a los disturbios que se presentan en el

ambiente (Li et al., 2014). Debido a estas relaciones es posible llevar a cabo el aprovisionamiento de servicios ecosistémicos tales como la polinización, el control de plagas o la fertilidad del suelo. Además, los escarabajos estercoleros son considerados como un grupo funcional importante que, debido a las fuertes presiones antrópicas como incendios, se han visto afectados; pero actualmente, sirven como indicadores ecológicos porque permiten medir el impacto ambiental (Armijos et al., 2022).

Dichas relaciones son importantes ya que tanto los escarabajos como las comunidades bacterianas se consideran como los impulsores de varias funciones en beneficio del suelo; los escarabajos estercoleros al alimentarse del estiércol, aportan a la reinsertión de nutrientes al suelo, a la dispersión de semillas, y la disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero (Raine & Slade, 2019). Las bacterias por su parte también ayudan al cumplimiento de ciclos biogeoquímicos, por ejemplo: funcionan como una reserva de nutrientes que junto con la conservación de la estructura del suelo aportan al desarrollo de las plantas y facilitan el proceso de absorción de nutrientes; además, combaten la presencia de organismos perjudiciales y los niveles de estrés que puedan presentarse y perjudicar el funcionamiento correcto del suelo (Sansupa et al., 2021). Es en este sentido que se pretende llevar a cabo un estudio en la “Reserva Madrigal del Podocarpus”, donde hace algunos años como se mencionó, se presentaron incendios forestales, actividades agrícolas y ganaderas que han incidido tanto en la flora como en la fauna del lugar lo que ha resultado en la presencia de áreas con diferentes estados de sucesión ecológica (Aponte et al., 2018).

Por lo expuesto se vuelve importante llevar a cabo una investigación acerca de los roles que cumplen las comunidades bacterianas presentes en distintas coberturas vegetales y si existe algún aporte a los procesos de regeneración del suelo por medio de las diferentes funciones que estas desempeñan tales como el aporte de nutrientes, descomposición de hojarasca, aireación, etc. Además de que hasta el momento no existe un estudio claro sobre la diversidad bacteriana que caracteriza a los suelos del sur del Ecuador y mucho menos de la importancia de las relaciones con otros organismos (Guzmán, 2017).

En este sentido, la presente investigación pretende identificar, mediante métodos dependientes de cultivo, consorcios bacterianos presentes en los tres estados de sucesión ecológica y del intestino de los escarabajos, y así poder conocer y describir si existe alguna diferencia a nivel microbiológico en los diferentes tipos de suelo. Con base a lo descrito, se intenta responder a la siguiente pregunta de investigación: ¿existen distintas comunidades

bacterianas en los tres estados de perturbación del suelo, y en el intestino de los escarabajos que viven en ese gradiente de perturbación de la “Reserva Madrigal del Podocarpus”?. A lo cual se plantea que las comunidades bacterianas presentes en el suelo y en el tracto digestivo de los escarabajos estercoleros que habitan en un paisaje conservado guardan cierta relación entre sí, sin embargo, su diversidad difiere en un paisaje que ha sido alterado por los disturbios tales como incendios a mediana y gran escala; por lo que las comunidades bacterianas serán diferentes en los usos de suelo (bosque natural, pastizal y área quemada) de la “Reserva Madrigal del Podocarpus”. Cabe mencionar que este estudio forma parte del Proyecto de investigación “Uso de escarabajos biorecicladores (Coleoptera: Scarabaeinae) y consorcios bacterianos del suelo como estrategia para la regeneración de ecosistemas en tres áreas de Loja y Zamora Chinchipe”, el mismo que se está llevando a cabo por el personal académico adscrito al Museo LOUNAZ. Los resultados obtenidos servirán directamente para el cumplimiento de dicho proyecto.

La presente investigación se rige bajo el objetivo principal de caracterizar aislados microbianos del suelo y del intestino de los escarabajos estercoleros (Coleoptera: Scarabaeinae) para su asignación a nivel de género en los tres estados de suelo de la “Reserva Madrigal del Podocarpus”, mediante el cumplimiento y desarrollo de los objetivos específicos tales como: (i) Caracterizar de manera morfológica y bioquímica a los aislados microbianos del suelo y de intestinos de escarabajos provenientes de tres estados de perturbación en la “Reserva Madrigal del Podocarpus”; (ii) Identificar a nivel de género a los aislados microbianos del suelo y de los intestinos de los escarabajos; (iii) Comparar las comunidades bacterianas del suelo y de los intestinos de los escarabajos provenientes de los tres estados de perturbación en la Reserva.

## **4. Marco Teórico**

### **4.1. Contaminación del suelo**

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) (2016), describe al suelo como un cuerpo natural que ha sido resultado del actuar de ciertos factores tales como el tiempo, el clima, los organismos y la topografía; catalogándose de este modo como el componente esencial de la tierra. Estas definiciones nos aproximan bastante al porqué del énfasis en el desarrollo de la conservación y protección de los suelos y además de responder porque es catalogado como el componente fundamental para el ambiente (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MADS], 2016).

Actualmente la contaminación y degradación de suelos es un tema alarmante, siendo ya considerado como la tercera amenaza a la cual se enfrenta gran parte de los países tanto desarrollados como subdesarrollados, por lo que de manera global fue necesario desarrollar varias estimaciones acerca del grado de contaminación al cual se estaba enfrentando dicho recurso (suelo) (Rodríguez et al., 2019). Actualmente se están ejecutando acciones estimativas sobre el alcance de la contaminación y afectación al suelo, tal es el caso de China en donde se determinó que el 19% de los suelos con los que cuentan están contaminados por el uso de sustancias químicas orgánicas e inorgánicas de naturaleza peligrosa y microorganismos patógenos (Li et al., 2014). En este sentido, se ha vuelto indispensable la determinación de los principales efectos que son responsables de la degradación y contaminación del suelo, existen varias actividades que pueden ser tanto voluntarias como involuntarias como: los incendios forestales; eliminación inadecuada de desechos aplicación de agroquímicos o incluso vertederos no controlados, que son las causas más incidentes en la degradación de dicho recurso y además en la alteración del correcto funcionamiento de los ecosistemas (Rodríguez et al., 2019).

Los suelos no solamente deben ser considerados como componentes biofísicos sino también deben entrar en el contexto de ser considerados como un cuerpo natural que se encarga de la provisión de bienes y servicios ecosistémicos que son necesarios para que se lleve a cabo un adecuado desarrollo de la vida. Según el Ministerio del Ambiente (2014), en Ecuador los principales usos del suelo son los cultivos permanentes, cultivos transitorios, pastos naturales, páramo, montes y bosques, y las zonas antrópicas, las cuales presentan varios desafíos para la conservación de suelo ya que gran parte de estas actividades acarrear consigo pérdida de la fertilidad del suelo, quemas incontroladas, avance de frontera agrícola, procesos erosivos o la compactación del suelo, entre otras consecuencias negativas que están orillando a la alteración del funcionamiento de los ecosistemas y además a la afectación de la proporción de servicios ecosistémicos.

Cuando se habla de temas degradativos según el MADS (2016), estos pueden ser identificados por las alteraciones físicas, químicas o biológicas del suelo. El primer tipo de degradación (física) abarca procesos erosivos, compactación y sellado; la degradación química implica la pérdida de nutrientes del suelo, alteración de pH, salinización o solidificación; mientras que, la biológica principalmente se relaciona con la pérdida de materia orgánica y la biota del suelo. Además, es importante considerar que el grado de afectación en el que se

encuentre el suelo va a depender de sus características particulares y su capacidad de resiliencia frente a los impactos que se presenten.

Como se ha discutido previamente, no es adecuado que se aborden los diversos aspectos por los que atraviesa el suelo de manera general en términos de provisión de servicios ecosistémicos. sino más bien hacer un enfoque principal en análisis tanto físicos como químicos de las propiedades del suelo así como de los macro y microorganismos que son responsables del correcto funcionamiento de los ecosistemas, tales como los escarabajos estercoleros que han demostrado ser muy sensibles ante eventos de perturbación de origen antrópico tales como incendios, tala, minería, etc., respondiendo rápidamente a cualquier cambio en la cobertura vegetal o el uso del suelo por lo que han sido considerados como principales bioindicadores (Noriega, 2022).

#### **4.2.Servicios ecosistémicos de escarabajos Coleoptera: Scarabaeidae**

Este tipo de organismos actualmente son fundamentales para la provisión de servicios ecosistémicos, es decir, gracias a que los escarabajos estercoleros son responsables del proceso de descomposición de la materia orgánica se puede llevar a cabo el proceso de ciclado de nutrientes, además de brindar los servicios como limpieza de pasturas, proporción de fertilidad al suelo, reciclaje de nutrientes, dispersión de semillas, control de gases de efecto invernadero, etc., (Noriega et al., 2015). En este sentido se rescata la importancia de la conservación de dichas especies en el suelo.

Los escarabajos han sido capaces de demostrar que son los más viables como indicadores ambientales y además contribuyen en los procesos de restauración de los ecosistemas. Según Audino et al. (2014), el éxito que se alcanza en la rehabilitación de un área perturbada se corresponde con tres aspectos a saber: análisis de las plantas, de fauna y la funcionalidad de la biodiversidad, en donde los escarabajos peloteros son los principales bioindicadores debido a la sensibilidad ante perturbaciones, su extensa distribución, su taxonomía y su ecología que son bien conocidas.

Noriega et al. (2015), en su investigación evaluó si la estructura de los escarabajos, al actuar como bioindicadores, cambiaba en dos tipos de reservas naturales con diferentes tiempos de recuperación luego de un proceso de tala. En este estudio se determinó que tanto la abundancia como la riqueza se encontraban más bajas en estados de sucesión joven pero no cambiaba entre años. Aquí es importante acotar que existe la interacción de otros microorganismos que ayudan a los procesos regenerativos de las áreas afectadas. Los grupos

de escarabajos coleópteros desempeñan la función de simbiosis con las bacterias que se encuentran en su intestino la cual se limita muchas de las veces por el pH, especificidad del escarabajo o su etapa de vida, etc. (Colman et al., 2012). Dicha simbiosis funciona ya que mientras los escarabajos les proporcionan a las bacterias hospedaje y protección, éstas le proporcionan aminoácidos y vitaminas para su desarrollo cumpliendo actividades enzimáticas, lipofílicas, celulíticas, etc., (Estes et al., 2013).

### **4.3. Comunidades bacterianas**

Existe un amplio grupo bacteriano que son benéficos para los procesos que se llevan a cabo en el suelo, muchos de estos microorganismos ayudan a los procesos de ciclos bioquímicos, estructura edáfica, reserva de nutrientes, control de patógenos y generación de resistencia ante situaciones de estrés (Sansupa et al., 2021). Se menciona además que son importantes para el crecimiento y productividad de las plantas, por ejemplo, aquellas comunidades bacterianas que se encargan de fijar el nitrógeno que en suelos de pastizal adquieren anualmente un total de nitrógeno generado de 5-20% y en bosques templados y boreales un 80% (Van Der Heijden et al., 2008). Además existen estudios que demuestran la gran diversidad de bacterias presentes según el tipo de suelo y que tan importantes son estas comunidades para los procesos de conservación y restauración del mismo; como por ejemplo Kaiser et al. (2016) menciona en su trabajo que existen comunidades bacterianas que en abundancia son las mismas pero difieren en su diversidad en diferentes usos de suelo de bosques y pastizales, siendo las bacterias Gram negativas las bacterias dominantes, comprendiendo a: Actinobacteria, Alphaproteobacteria, Acidobacteria, Deltaproteobacteria, Bacteroidetes, Chloroflexi, Betaproteobacteria, Gammaproteobacteria, Gemmatimonadetes, Firmicutes y Nitrospirae.

Li et al. (2014), en su investigación desarrollada en torno a las comunidades bacterianas presentes en cuatro tipos de bosques tales como bosque mixto de coníferas y latifoliadas, bosque secundario natural, bosque siempreverde y bosque de coníferas caducifolio, muestran cómo llevar a cabo el análisis de las propiedades físicas y químicas que caracterizan al suelo, lo cual permitió determinar la abundancia de los filos bacterianos siendo esta diferente en los ecosistemas forestales, lo cual permite establecer que los parámetros edáficos que se analizaron y el tipo de bosque son factores que influyen en la estructura de las comunidades bacterianas presentes en un área que se encuentra en estado de sucesión ecológica.

Cesário et al. (2018), menciona en su investigación el gran impacto que tienen las actividades mineras en las características físicas, químicas y biológicas del suelo. En el estudio se evalúa la diversidad bacteriana, repertorio metabólico y comportamiento fisiológico en 5 áreas que tienen un grado de perturbación diferente, siendo las Proteobacterias la división más abundante de todos los tipos de suelo seguido de la presencia de otras comunidades bacterianas en los diferentes uso de suelo tales como Acidobacterias, Verrucomicrobia, Planctomicetos y Bacteroides, lo que orilló a la conclusión de que las comunidades bacterianas guardan ciertas características que difieren de acuerdo a las áreas en particular y principalmente al grado de afectación por el que atraviesen, sin embargo la gran diversidad presente indicó que estas comunidades están adaptadas a ambientes bajo estrés es decir que son capaces de desarrollarse en áreas perturbadas.

#### **4.3.1. Caracterización bacteriana**

Se conoce que alrededor del 0.1 al 10% de bacterias han sido descritas, ya que gran parte de los demás presentan cierta dificultad al momento de ser aislados e identificados mediante métodos tradicionales (Cruz et al., 2014). El asignar nombres a bacterias está basado en la taxonomía dependiendo de las afinidades o similitudes de estos microorganismos. Existen una gran variedad de caracteres taxonómicos en los que nos podemos basar para la caracterización bacteriana tales como su morfología, fisiología, bioquímica, ecología, biología molecular y la más exacta que es la identificación genética (Gobernado & López-Hontangas, 2003).

Dichos caracteres permiten recopilar información necesaria para llevar a cabo una correcta clasificación de estos microorganismos, basándonos en características observables que evidencian las bacterias. Es importante considerar dentro de la morfología caracteres fenotípicos como tamaño, aspectos, inclusiones, esporas, cápsulas, flagelos, tipo de tinción mientras que en los medios de cultivo se considera morfología, márgenes, elevación, superficie, textura, opacidad y pigmentación, por otro lado, también se realizan pruebas bioquímicas donde se considera metabolismo de nitrógeno, uso de hidratos de carbono, degradación de macromoléculas y tipo de enzimas) (Gobernado & López-Hontangas, 2003).

Es importante mencionar que los medios de cultivo contienen el material alimenticio y condiciones adecuadas en las que se pueden desarrollar los microorganismos, siendo el objetivo principal que se desarrolle de manera correcta la maquinaria enzimática de estos. A causa del

pequeño tamaño de las bacterias no pueden estudiarse como individuos aislados sino como poblaciones provenientes de la misma célula (Gómez & Batista, 2006).

Existen diferentes agares los cuales permiten el crecimiento de ciertas bacterias ya que se caracterizan de acuerdo a los nutrientes que poseen, provocando ciertas reacciones que ayudan a identificarlas (Casado et al., 2012). Las características y usos de algunos agares que se considerarán para este estudio, son los siguientes:

**Agar MacConkey:** Medio en el que crecen bacterias Gram negativas tanto aerobias como anaerobias facultativas que inhiben el crecimiento de Gram positivos, se caracteriza por ser un medio selectivo donde se desarrolla la familia de las Enterobacteriaceae por su contenido en sales biliares, y ser diferencial al contener en su composición lactosa y rojo de metilo (Casado et al., 2012).

**Agar LB:** Es un medio que contiene nutrientes necesarios para el desarrollo de gran parte de microorganismos, se caracteriza por ser uno de los medios más empleados para el desarrollo de *Escherichia coli*, constituido por tres componentes principales tales como cloruro de sodio que es un mineral y dos componentes orgánicos como la triptona y el extracto de levadura (Garboza et al., 2011).

**Agar cetrímide:** Es empleado para el aislamiento de *Pseudomona aeruginosa*, dicho medio se compone de amonio cuaternario, compuestos detergente catiónico que es el que inhibe el crecimiento de las bacterias con excepción de *P. aeruginosa*. Se caracteriza por ser un medio bastante selectivo, además de permitir que en este medio se pueda realizar la prueba oxidasa y la siembra por estría cruzada, incubados a temperaturas de 35 °C y por un tiempo de 24 a 48 horas (Casado et al., 2012).

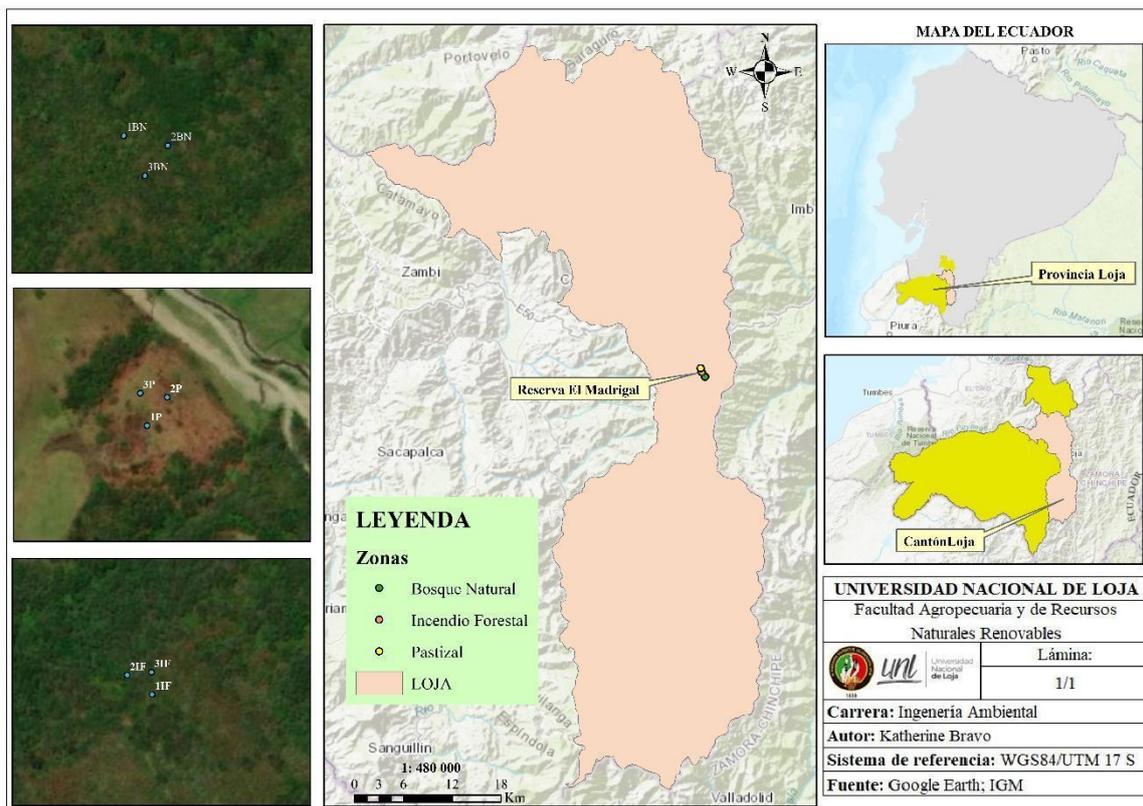
## 5. Metodología

### 5.1. Área de estudio

Las muestras utilizadas en esta investigación provienen de la “Reserva Madrigal del Podocarpus” que se encuentra ubicada dentro de la microcuenca San Simón a 5 km de la ciudad de Loja, abarca un área de aproximadamente 306 ha. Con una altura que va desde los 2225 m.s.n.m. a 3310 m.s.n.m., precipitaciones anuales de 500 a 1200 mm y caracterizándose por una temperatura que oscila entre los 12 a 14 °C (Baker, 2017). La recolección de muestras se llevó a cabo en el estudio de Jiménez (2023), donde se realizó un muestreo aleatorio simple, tanto para el suelo como para los escarabajos, instalando parcelas de 10x10 y subdividiéndolas

en parcelas de 1x1, de las cuales se seleccionó 3 de manera aleatoria para la toma de muestras en los tres paisajes. El paisaje de bosque natural se caracterizó por presentar abundante y diversa vegetación, suelo húmedo, color café con abundantes ramas, hojas y raíces; el paisaje de pastizal, presentó abundante vegetación de pastizal como gramíneas o monocotiledóneas, así como la presencia de árboles y ganado vacuno, un suelo húmedo color negro con la presencia de piedras y raíces; y, por último el paisaje de incendio forestal se caracterizó por la presencia de matorral o paja, vegetación escasa, un suelo húmedo color negro y abundante presencia de ramas, hojarasca y raíces (Jiménez, 2023).

Dichas áreas se presentan en la Figura 1. Las muestras recolectadas fueron aisladas y conservadas en el Centro de Biotecnología de la Universidad Nacional de Loja.



**Figura 1.** Mapa de ubicación del área de estudio: a) Reserva Madrigal del Podocarpus con sus tres áreas (bosque conservado, pastizal y área afectada por un incendio forestal); b) provincia de Loja, cantón Loja.

## 5.2. Diseño de investigación

El método de estudio en este caso es deductivo ya que lo que se pretende dar es una respuesta válida a la pregunta que se planteó; es decir, que mediante la explicación de los disturbios presentados en la reserva, se pueda plantear si estos son significativamente incidentes

en las comunidades bacterianas que habitan en el suelo y el tracto digestivo de los escarabajos estercoleros, de modo que, se pueda establecer si existe alguna relación entre los disturbios y los microorganismos presentes en los suelos afectados por estos.

La investigación tiene un enfoque cualitativo, se basó en las características metabólicas que muestran las bacterias aisladas de los tres tipos de uso de suelo de la Reserva Madrigal para lograr alcanzar la identificación de géneros presentes en cada tipo de suelo y que según estas características se logre conocer si existe alguna relación entre las comunidades bacterianas presentes y las coberturas vegetales de donde fueron extraídas.

Corresponde a una investigación con dos alcances descriptivo y comparativo, analizando las variables de interés sin intervenir en ellas, sino más bien observando y describiendo las características de las comunidades bacterianas y poder interpretar la asociación que tengan con el tipo de suelo en el que se encuentre. Las variables dependientes son: la diversidad de comunidades bacterianas del tracto digestivo de los escarabajos y de las comunidades presentes en el suelo mientras que, las variables independientes son: las diferentes coberturas vegetales en tres tipos de suelo en los que se lleva a cabo el estudio en este caso el bosque natural, pastizal y área quemada.

### **5.3.Tamaño de la muestra**

Se trabajó con el 100% de aislados puros obtenidos ya un estudio previo llevado a cabo por Jiménez (2023). Es decir, con las 72 cepas de bacterias aisladas tanto del tracto digestivo de los escarabajos (n=25) como del muestreo del suelo (n=47). Los aislados fueron obtenidos de las muestras de tres tipos de suelo (Bosque natural, pastizal y área quemada), hay que considerar que estas muestras fueron recolectadas de manera mensual en un lapso de 3 meses.

### **5.4.Metodología para caracterizar de manera morfológica y bioquímica a los aislados microbianos del suelo y de intestinos de escarabajos.**

- **Activación de las cepas bacterianas**

Los aislados se encontraban almacenados en el Centro de Biotecnología de la Universidad Nacional de Loja en un ultracongelador a -80 °C. El medio de cultivo que se

empleó para la activación de las cepas se encontraba en condiciones normales con temperaturas de 25°C y pH casi neutro y los nutrientes para el desarrollo de comunidades bacterianas.

El procedimiento de activación se llevó a cabo mediante la siembra directa en Agar Nutritivo (AN), se colocó 0.01 ml del aislado con la ayuda de una pipeta automática en una caja Petri, para luego aplicar la técnica de agotamiento por estría siguiendo los pasos especificados en el manual de Microbiología General de Tovar y Martínez (2017). Cada caja se etiquetó con el código del aislado, la fecha de siembra y el agar empleado. Una vez listas las cajas se llevaron a incubación durante un lapso de 24 a 48 horas a una temperatura de 30 °C. Transcurrido el tiempo establecido hubo crecimiento de cada aislado en las cajas con medio de cultivo.

- **Siembra de colonias bacterianas en medios de cultivo específicos.**

Para la siembra de las colonias se empleó la técnica de agotamiento en estrías (Tovar & Martínez, 2017), en medios sólidos. En este caso se emplearon diferentes medios de cultivo específicos tales como agar MacConkey, Luria Bertani (LB) y Cetrimide, se tomó una muestra de la colonia bacteriana presente AN con el asa previamente esterilizada en un mechero busen y se procedió a la siembra en cada uno de los medios específicos por agotamiento en estrías, posteriormente se las selló con cinta parafilm, etiquetó e incubó durante 48 horas a 30°C.

Luego del tiempo especificado se observó crecimiento en cada uno de los medios específicos por lo que se procedió a la descripción morfológica de cada aislado.

- **Caracterización morfológica**

Luego del proceso de propagación y siembra de las cepas bacterianas en los medios específicos se llevó a cabo un análisis de la morfología colonial y celular de las bacterias, esto a través de revisión bibliográfica y el empleo del método de Tinción Gram de modo que se observó ciertas características comunes que poseen las colonias bacterianas tales como su forma, borde, elevación, textura, superficie, etc., (Reynoso et al., 2015). En cuanto a la tinción las bacterias Gram positivas se tiñeron de color azul a violeta y las Gram negativas de color rosado o rojo siguiendo la metodología de Reynoso et al. (2015).

- **Caracterización bioquímica de células bacterianas en un medio de cultivo básico (AN).**

Las pruebas bioquímicas que se seleccionaron para el cumplimiento de este apartado fueron en base a los resultados aproximados obtenidos en el estudio realizado por Jiménez (2023), de los posibles géneros bacterianos que podrían estar presentes tanto en el tracto digestivo de los escarabajos estercoleros como de las que se encuentran en cada tipo de suelo. Esta información se basó también en la revisión bibliográfica acerca de qué prueba cumple con aquellos requerimientos para la identificación de los aislados a nivel de género. Para la aplicación de las pruebas bioquímicas, las cepas fueron sembradas en AN aplicando la técnica de agotamiento por estría (Tovar & Martínez, 2017), en cada una de las cajas Petri, las cuales fueron selladas y etiquetadas respectivamente. Se empleó AN de modo que el reactivo que se le aplique con cada prueba no presente alguna reacción que altere el análisis.

Se seleccionaron 4 pruebas bioquímicas las cuales fueron la de Catalasa que es de lectura inmediata y la prueba citrato, TSI y Manitol que fueron de lectura lenta de aproximadamente 24 a 48 horas.

Se inició con la preparación de los medios de las pruebas bioquímicas para lo cual nos basamos en la metodología que indica Olmos et al. (2010).

La inoculación de cada uno de los aislados para cada prueba bioquímica se la realizó en condiciones de asepsia, este procedimiento se llevó a cabo considerando la metodología realizada por Tovar & Martínez (2017), una vez inoculados los aislados en cada tubo de ensayo fueron incubados durante 24 a 48 horas a una temperatura de 30 °C. Cada uno de los tubos fue previamente etiquetado y sellado con cinta Parafilm. Una vez transcurrido el tiempo establecido se procedió con la descripción de la reacción de cada uno de los aislados según la prueba en la que se aplicó. Las características tanto morfológicas como bioquímicas se encuentran adjuntas en el Anexo 1 así como la tabla con las imágenes de la misma en el Anexo 2 y 3.

### **5.5. Metodología para identificar a nivel de género a los aislados microbianos del suelo y de intestinos de escarabajos provenientes de tres estados de perturbación en la Reserva Madrigal del Podocarpus.**

Para la asignación a nivel de género se consideró las características descritas tanto de morfología (borde, mucosidad, tonalidad, elevación, etc.) como de reacciones metabólicas tales como citrato positivo o negativo, catalasa (+) o (-), manitol (+) o (-) y en TSI con la

fermentación de azúcares. En las reacciones metabólicas se debe considerar que cada prueba aplicada indica la manera en que se lleva a cabo el metabolismo de las comunidades bacterianas allí presentes. Además de lo mencionado la información que se recopiló se comparó con las características descritas de géneros bacteriológicos en el Manual de Bergey de Bacteriología Sistemática segunda edición (Brenner et al., 2005), a fin de que se logre determinar los géneros de los aislados del intestino de los escarabajos como del suelo. Según lo descrito y lo analizado bibliográficamente los géneros encontrados fueron detallados en el Anexo 4.

### **5.6. Metodología para comparar las comunidades bacterias de suelo y de intestinos de escarabajos provenientes de tres estados de perturbación en la Reserva Madrigal del Podocarpus.**

Para llevar a cabo el cumplimiento del último objetivo se realizó una comparación únicamente descriptiva, en la cual una vez obtenidos los géneros de los aislados bacterianos identificados en los tres estados de perturbación de la reserva se identificó mediante revisión bibliográfica la incidencia de los géneros bacterianos en los diferentes usos de suelo y se conoció su relación con los escarabajos estercoleros considerando autores tales como Loredo et al., (2004), Mau et al., (2011), Souza et al., (2015), Villarreal et al., (2018) y Yacumal, (2015). De cierto modo el llevar a cabo esta comparación nos permitió saber si se está dando un proceso de regeneración adecuado de acuerdo con las bacterias que se encontraron presentes y con lo que indican los autores antes mencionados. La bibliografía empleada se basaba en estudios similares al que se realizó, es decir, que, en gran parte de los artículos estudiados, el área de estudio se centraba en un gradiente de perturbación además de la presencia de géneros similares tales como *Bacillus*, *Staphylococcus*, *Escherichia* y *Pseudomonas* mismos que fueron encontrados en la presente investigación y estos documentos. La información que se obtuvo fue la que permitió llevar a cabo dicha comparación es por eso que estudios que se hayan realizado únicamente en áreas conservadas o solo en áreas afectadas no eran un gran aporte para el cumplimiento del tercer objetivo sin embargo fueron consideradas para el desarrollo del apartado de discusión.

## 6. Resultados

### 6.1. Caracterizar de manera morfológica y bioquímica a los aislados microbianos del suelo y de intestinos de escarabajos provenientes de tres estados de perturbación en la Reserva Madrigal del Podocarpus.

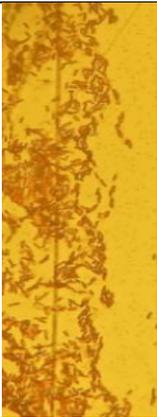
La caracterización morfológica de los aislados bacterianos del suelo y del intestino de los escarabajos, se llevó a cabo en los 4 medios de acuerdo a la forma de las células de los aislados, la aplicación de la tinción Gram y realizar la observación microscópica del 100% de cepas bacterianas activadas; en un 54.17% presentaron formas bacilares de diferentes tamaños, en un 27.78% cocos y un 22.22% cocobacilos, así mismo de acuerdo a su tinción fueron en un 59.72% Gram positivos y 40.27% Gram negativos.

Entre las características que evidenciaron las colonias en los medios de AN y LB se destacan mayormente bacterias con brillo, tonalidades blanquecinas, mucosidad moderada, consistencia suave, plana y borde lobular. Sin embargo, es importante destacar que en medios específicos tales como MacConkey y Cetrimide existió un crecimiento del 75% por parte de algunos aislados, pese a ello, existieron otros en los que el crecimiento fue nulo, debido a la especificidad de los mismos.

Es importante destacar que todos estos resultados están evidenciados en el Anexo 1 y su registro fotográfico en el Anexo 2. En la Tabla 1 se muestra la morfología y Tinción Gram aplicada a uno de los aislados, meramente para comprensión de los resultados que se obtuvieron con los 72 aislados.

**Tabla 1.** Descripción morfológica de uno de los aislados caracterizados de la Reserva Madrigal del Podocarpus.

Caracterización morfológica de Cepas Bacterianas del Suelo y del intestino de escarabajos en la Reserva Madrigal del Podocarpus					
Código	Porta Objetos	Agar Nutritivo	MacConkey	LB	Cetrimide

MBN-5R1- AN-C2					
	Bacilos-Gram negativo	Crecimiento abundante, brillo, blanquecino, mucosidad moderada, borde ondulado, elevación.	Crecimiento abundante, mucosidad moderada, plana, brillo, borde lobular, tonalidad naranja.	Crecimiento abundante, mucosidad moderada, elevación, sin brillo, borde ondulado, tonalidad blanquecina.	Crecimiento abundante, mucosidad ligera, elevación, brillo, borde ondulado, tonalidad blanquecina.

En cuanto a la parte metabólica, se realizaron las 4 pruebas bioquímicas Catalasa, Manitol, Citrato y TSI, las cuales de acuerdo al metabolismo obtenido se pudo apreciar que en los suelos los posibles géneros con mayor presencia en las tres áreas fueron: *Pseudomonas* con 21% y *Staphylococcus* con el mismo porcentaje. Por otro lado, los posibles géneros que se encontraron con presencia similar en la caracterización de los aislados del intestino de escarabajos peloteros fueron *Bacillus* con 28%, *Pseudomonas* con el 16% y finalmente *Escherichia* con un 12%. Además de esto, de manera general el 79.17% de aislados tanto del suelo como del intestino de los escarabajos también se caracterizó por llevar a cabo la fermentación de la glucosa; así mismo, el 87.5 % de estos de acuerdo con la prueba catalasa aplicada dieron resultado positivo, lo que indicó que tenían tendencia a la liberación de oxígeno.

Los resultados obtenidos, así como su registro fotográfico se encuentran adjuntos en el Anexo 1 y 3. En la Tabla 2 se detalla la caracterización metabólica de uno de los aislados.

**Tabla 2.** Descripción y caracterización metabólica de aislados de la Reserva Madrigal del Podocarpus.

Caracterización metabólica de Cepas Bacterianas del Suelo y del intestino de escarabajos en la Reserva Madrigal del Podocarpus				
Código	Prueba Catalasa	Prueba de Manitol	Prueba de Citrato	Prueba de TSI

MBN-5R1- AN-C2				
	Catalasa (+) <i>Micrococcus,</i> <i>Staphylococcus, Bacillus,</i> <i>Corynebacterium, Lysteria</i> <i>monocytogenes.</i>	Pico amarillo, fondo rosa, crecimiento bacteriano. Manitol (+) <i>Staphylococcus aureus.</i>	Crecimiento en la superficie y cambio de color a azul. Citrato (+) <i>Enterobacter, Klebsiella,</i> <i>Serratia, Citrobacter,</i> <i>Salmonella.</i>	Pico amarillo, fondo amarillo. Fermentador de glucosa, lactosa y sacarosa. <i>Pseudomona aeruginosa.</i>

## 6.2. Identificar a nivel de género a los aislados microbianos del suelo y de intestinos de escarabajos provenientes de tres estados de perturbación en la Reserva Madrigal del Podocarpus.

Con los resultados obtenidos de la caracterización y el metabolismo de los aislados se llevó a cabo la asignación a género de cada una de las bacterias presentes en los aislados. Para esto se comparó las características morfológicas y metabólicas de las bacterias, descritas anteriormente con aquello que describe Brenner et al. (2005), en el libro de Bacteriología Sistemática de Bergey segunda edición.

- Se identificaron un total de 15 géneros de los cuales 4 evidenciaron presencia similar en las tres áreas estudiadas de la Reserva Madrigal del Podocarpus tanto Bosque Natural, Pastizal y área quemada (ver tabla 3). El género de *Pseudomonas* y *Staphylococcus* representaron a los aislados del suelo mientras que en el intestino de los escarabajos se identificaron a *Escherichia*, *Pseudomonas* y *Bacillus* con presencia similar en el gradiente de perturbación.

La descripción de cada uno de los géneros y el lugar en donde se encuentra se adjunta en el Anexo 4. A continuación en la Tabla 3 se presentarán únicamente los 4 géneros que se encontraban en las tres áreas estudiadas tanto en suelo como en el intestino de los escarabajos.

**Tabla 3.** Descripción de géneros bacterianos identificados en la Reserva Madrigal del Podocarpus.

Géneros identificados de Cepas Bacterianas del suelo y del intestino de escarabajos de la Reserva Madrigal del Podocarpus	
Género	Descripción
<i>Pseudomonas</i>	<p>Forma de varillas rectas o un poco curvas, son Gram negativas, móviles por sus flagelos polares y pocas son inmóviles. Se caracterizan por tener un metabolismo estrictamente aerobio en donde el oxígeno actúa como aceptor terminal de electrones (Brener et al., 2005).</p> <p>Un aspecto clave para la identificación es la síntesis del citrato, ya que los aislados identificados con este género arrojaron un positivo en la aplicación de la prueba además de evidenciar crecimiento en el medio específico de cetrimide.</p>
<i>Staphylococcus</i>	<p>Gram positivos con forma de cocos los cuales pueden estar en pares o en cadenas, además de ser colonias que en medios tradicionales se muestran brillantes y cremosas y crecen con facilidad, son también inmóviles. En cuanto a su metabolismo son capaces de desdoblar el peróxido de hidrógeno por la enzima catalasa, y es lo que la diferencia de otros géneros tales como <i>Streptococcus</i> y <i>Enterococcus</i>. Llevan a cabo la fermentación de carbohidratos y la producción de ciertos pigmentos (Cervantes et al., 2014)</p> <p>En las pruebas realizadas la gran mayoría de cepas identificadas fueron cocos positivos, además de la observación del crecimiento nulo en agares selectivos tales como MacConkey y Cetrimide quienes solo permiten el crecimiento de Gram negativos, y con las pruebas bioquímicas detalladas anteriormente se llegó a dicho género.</p>
<i>Escherichia</i>	<p>Gram negativos con extremos redondeados generalmente con forma de varillas rectas. Este tipo de bacterias crecen en presencia o ausencia de oxígeno, generalmente en medio MacConkey, su metabolismo celular se basa en aerobias y anaerobias facultativos, son microorganismos capaces de llevar a cabo la fermentación de azúcares, pero con la liberación de gases. Además, se presentan solos o en parejas y pueden ser móviles o inmóviles (Brener et al., 2005).</p> <p>Los aislados a los cuales se les asignó dicho género se asemejan a la descripción antes mencionada.</p>
<i>Bacillus</i>	<p>Gram positivos con forma bacilar, algunas especies de este género por lo general son inmóviles y formadoras de endosporas lo cual les ha permitido soportar grandes temperaturas. Su metabolismo está basado en una respiración aerobia estricta, aunque algunas especies son anaerobios facultativos, además son catalasas positivas y existen algunas especies que por la presencia de dos enzimas son capaces de sintetizar el ácido L-glutámico. Así mismo existen especies que llevan a cabo la fermentación de la glucosa y el piruvato en condiciones no aireadas (Villarreal et al., 2018).</p> <p>En este estudio se identificó con este género aquellos aislados que guardaban cierta relación con lo descrito sin embargo se debe mencionar que gran parte de los aislados identificados fueron <i>Bacillus</i> no fermentadores. En este sentido mencionar que se encontró información acerca de que bacterias como <i>Lactobacillus plantarum</i> suelen usar el citrato como su fuente en medios de cultivo para fermentaciones secundarias (Magni et al., 2010).</p>

### **6.3.Comparar las comunidades bacterias de suelo y de intestinos de escarabajos provenientes de tres estados de perturbación en la Reserva Madrigal del Podocarpus.**

Finalmente, una vez descrito el género de cada uno de los aislados, tanto del suelo como del intestino de los escarabajos, se logró identificar cuáles de estos se encontraban en las tres áreas de estudio, de modo que se logró comparar su presencia de acuerdo al sitio encontrado y su similitud con los que se presentaron en el intestino de los escarabajos extraídos del mismo sitio.

El género *Pseudomonas* fue encontrado en el suelo en un 21% de los 47 aislados caracterizados, así como también en un 16% de los 25 aislados en el intestino de los escarabajos. Este género en las tres áreas de estudio presenta características morfológicas tales como: consistencia suave, tonalidad blanquecina, borde lobular, mucosidad moderada, brillo y elevación con crecimiento en los 4 medios. Por otra parte, en cuanto a su metabolismo fueron bacterias sin la emisión de ácidos, pero con el uso de citrato como fuente de carbono, así como fermentador de la glucosa.

El género *Staphylococcus* se encontró con un 21% del resto de aislados caracterizados en los tres tipos de suelo, sin embargo, en el intestino de los escarabajos únicamente se presentó en el área quemada con un total de 8% presentando características morfológicas similares tanto los del suelo como los del intestino de escarabajos tales como consistencia suave, tonalidad blanquecina, borde lobular, mucosidad abundante, brillo y plana con forma de cocos y una tinción Gram positiva. Los aislados bacterianos crecieron en los medios LB y AN mientras que en MacConkey y en Cetrimide su crecimiento fue nulo, por otro lado, las pruebas bioquímicas presentaron la presencia de la enzima catalasa, sin liberación de ácidos ni el uso del citrato como fuente de carbono, sin embargo, si llevaron a cabo la fermentación de glucosa, lactosa y sacarosa.

El género *Escherichia* presentó en la caracterización de aislados del suelo una presencia del 6% únicamente en las áreas de pastizal y área quemada sin embargo en la caracterización de los aislados de los escarabajos estercoleros se presentaron en un 12% y en las tres áreas de estudio. Este género bacteriano guardo relación de cuanto la parte morfológica y bioquímica tanto de los aislados caracterizados en el suelo como de aquellos que se encontraron en el intestino de escarabajos mostrando así un crecimiento del 80% en los medios como LB Y AN mientras que en MacConkey su crecimiento oscilaba entre los 25% y en Cetrimide su crecimiento fue nulo, con forma bacilares de distintos tamaños y con una tinción gram negativa,

caracterizándose por un metabolismo basado en la presencia de la enzima catalasa y la fermentación de la glucosa sin el uso de citrato como su única fuente de carbono.

El género *Bacillus* se presentó en la caracterización del suelo con un total del 2% encontrándose únicamente en el área de incendio forestal, sin embargo, en la caracterización de los aislados de los escarabajos estercoleros se mostró la presencia de este género en los 3 estados de perturbación del suelo con un porcentaje de 28%. En ambos sitios caracterizados este género mostró ciertos rasgos de crecimiento y reacciones metabólicas similares, por ejemplo, su crecimiento fue del 90% en los medios como LB Y AN mientras que en MacConkey su crecimiento fue nulo y en Cetrimide de un 10%, con forma bacilares de distintos tamaños y con una tinción Gram negativa, caracterizándose por un metabolismo basado en la presencia de la enzima catalasa y la fermentación de la glucosa sin el uso de citrato como su única fuente de carbono.

A continuación, en la Tabla 4 se muestran los géneros identificados tanto del suelo como del intestino de escarabajos estercoleros.

**Tabla 4.** Géneros identificados en la Reserva Madrigal del Podocarpus

Géneros microbianos identificados del suelo y de intestinos de escarabajos, provenientes de tres estados de perturbación en la Reserva Madrigal del Podocarpus			
Género Bacteriano Asociado	Conservado/ Bosque natural	Pastizal	Área quemada
<i>Pseudomona</i>	x	x	x
<i>Salmonella</i>	x		x
<i>Staphylococcus</i>	x	x	x
<i>Streptococcus</i>	x		
<i>Corynebacterium</i>	x		x
<i>Listeria</i>	x		x
<i>Enterobacter</i>		x	x
<i>Klebsiella</i>		x	x
<i>Micrococcus</i>		x	
<i>Clostridium</i>		x	
<i>Chromobacterium</i>			x
<i>Escherichia</i>	x	x	x
<i>Bacillus</i>	x	x	x
<i>Acinetobacter</i>			x
<i>Citrobacter</i>	x	x	

## 7. Discusión

La caracterización tanto morfológica como metabólica, permitió determinar que, existieron aislados que en gran parte presentaron un patrón de crecimiento de comunidades bacterianas similar en el gradiente de perturbación de la Reserva tales como brillo, tonalidades blanquecinas, mucosidad moderada, consistencia suave, plana, borde lobular, emisión de colores en colonias desarrolladas en Agar MacConkey y Cetrimide y la fermentación de la glucosa por 79% de los aislados. Yacumal (2015)., quien llevó a cabo una caracterización morfológica en un gradiente de perturbación en bosque, pastizal y área de caña, similar al desarrollo de la presente investigación, obtuvo mayor número de cepas con características morfológicas tales como borde lobular, tonalidad blanquecino-amarillenta y algunos aislados con emisión de colores, mucosidad ligera y elevación, lo que corrobora el comportamiento de los aislados caracterizados, por otro lado en el estudio que realizó Mendoza (2014), se mostró que el 87% de bacterias caracterizadas metabólicamente de un suelo alterado por agricultura y uso de fertilizantes tenían la capacidad de llevar a cabo la fermentación de glucosa en TSI considerándose gran parte de las bacterias caracterizadas como enterobacterias.

La forma celular que predominó en el área de estudio fue bacilar, tanto en suelo como en el tracto digestivo de los escarabajos estercoleros; además, del predominio de Gram positivos en cuanto a la tinción realizada. Lo cual tiene relación con lo que menciona Galvis et al. (2009) en su estudio donde se expresa claramente la diferencia que podría existir al monitorear escarabajos en estado larvario y escarabajos en estado adulto ya que se expone que serán Gram (-) en estado de larva y Gram (+) en estado adulto, como los especímenes colectados en el estudio de Jiménez (2023). Por otro lado para justificar la presencia de Gram (+) en cuanto a los aislados del suelo según el estudio de Mau et al. (2011) quienes llevaron a cabo la caracterización de aislados de un suelo tropical es decir sin ninguna alteración, en gran parte de estos fueron Gram (-) seguidas de bacterias Gram (+) lo que es contrario a los resultados obtenidos en esta investigación, pero se justifica ya que gran parte de aislados Gram (+) se encuentran en el área de pastizal y el área quemada que son áreas que atravesaron disturbios ambientales mientras que en el área de bosque natural la presencia fue predominante por parte de bacterias Gram (-).

Se identificó un total de 15 posibles géneros de los 72 aislados caracterizados en su morfología y metabolismo, provenientes de la Reserva Madrigal del Podocarpus a través del uso de métodos dependientes de cultivo. Tanto en Bosque Natural como en pastizal se

identificaron 9 posibles géneros presentes, dentro de estos los que se encontraron en las dos áreas están *Pseudomonas*, *Staphylococcus*, *Escherichia*, *Bacillus* y *Citrobacter* los cuales según la bibliografía en suelos boscosos son considerados capaces de llevar a cabo relaciones simbióticas y favorecer estructuras de resistencia de las plantas frente a condiciones de estrés encontrándose en lugares tropicales, suelos salinos y pastizales como lo menciona Loredo et al. (2004). Por otro lado en el área quemada se identificaron 11 posibles géneros presentes de los cuales 7 coinciden con los de Bosque Natural y 6 con los que están en el área de pastizal, los géneros identificados no difieren de manera significativa entre el gradiente de perturbación estudiado, sino que, al encontrarse algunos de ellos tanto en el área quemada como en bosque natural como es el caso de *Pseudomonas* según Loredo et al. (2004) se podría considerar un proceso regenerativo de la vegetación ya que este tipo de bacterias producen ciertas sustancias que se encargan de la regularización del crecimiento de las plantas, incluso han sido denominadas rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal, ya que producen un incremento de disponibilidad de fósforo y nitrógeno de la manera más asimilable para las plantas de modo que beneficia su crecimiento estimulando la actividad vegetativa (Carrillo & Ramírez, 2022). Torres et al. (2004) menciona que luego de un incendio forestal las poblaciones bacterianas incrementan un total de 10 veces su población inicial, lo cual podría justificar la presencia del mayor número de géneros bacterianos identificados en el área quemada a diferencia de las otras dos áreas. Sin embargo existen estudios tales como el desarrollado por Gómez et al. (2014) quien menciona que se genera una ligera disminución de 34% y 22% en torno a la riqueza de especies antes y después de un incendio, en este se menciona que este tipo de disturbio incide en la composición de las especies la cual no vuelve a ser semejante a la composición previa al incendio, incluso se puede dar la aparición de especies exclusivas, corroborando la identificación del género *Chromobacterium* el cual se presentó únicamente en esta área quemada. En este sentido se puede observar una aparente discrepancia entre los estudios, sin embargo, en la presente investigación se considerará ambas partes ya que existen factores que han sido expuestos por estos autores que están presentes en el área quemada.

Uno de los aislados presenta un comportamiento característico en cuanto a la emisión de color en el AN ya que al transcurrir algunos días de su siembra tendió a emitir un color violeta, dicho aislado fue identificado con el género *Chromobacterium* únicamente en el área quemada, con ciertas características morfológicas y metabólicas un poco diferentes al resto de aislados. Herrera et al. (2005) menciona en su estudio que este tipo de bacteria generalmente se

encuentran en el suelo y el agua de regiones tropicales y subtropicales, es un agente de baja virulencia que produce un pigmento de color violeta y se desarrolla fácilmente en Agar MacConkey o agar chocolate lo cual coincide con el comportamiento del aislado identificado y al cual se le asignó dicho género.

De los posibles géneros identificados 4 mostraron presencia similar en el Bosque Natural, Pastizal y área quemada tanto de los aislados del suelo como del intestino de los escarabajos. *Pseudomonas* que fue uno de los que tuvo mayor número de géneros en la caracterización de los aislados del suelo, seguido de su presencia en el intestino de los escarabajos, mostrando un total de 6 aislados con este género presentes en Bosque Natural a diferencia de pastizal y el área quemada. Dicho género ha sido considerado como promotor de crecimiento vegetal brindando estructura y disminuyendo niveles de estrés en las plantas lo que justificaría su mayor presencia en Bosque Natural (Loredo et al., 2004). El número de géneros de *Pseudomonas* en el área de pastizal y área quemada, se encuentra condicionado por las características del sitio, es decir al presentar un incendio forestal u otros disturbios como temas relacionados a la ganadería o agricultura, generalmente se disminuye las reservas de nutrientes presentes en el suelo alterándose así la biomasa microbiana la cual tiende a desaparecer dependiendo de la intensidad, duración y tipo de perturbación como lo corroboran Miesel et al., (2012), Shakesby, (2011) y Verma & Jayakumar, (2012). La presencia de este género en el tracto digestivo de escarabajos se justificaría con lo que menciona Estes et al. (2013), quien indica que este género tiene cierta asociación a diferentes etapas de vida que tienen los insectos y que además les proporciona cierta capacidad para reciclar compuestos nitrogenados y llevar a cabo la degradación de lípidos y polisacáridos. Así mismo existen estudios tales como los que realizó Huang et al. (2012) el cual encontró mayor número de *Pseudomonas* en el intestino de larvas de escarabajos sin embargo hay que considerar que en el presente estudio los escarabajos recolectados estaban en una etapa adulta.

Por otro lado, el género *Bacillus* también se encontró presente en las tres áreas del gradiente de perturbación, mayormente en Pastizal. La bibliografía indica que este género es ampliamente distribuido en el ambiente, que incluso son capaces de acondicionarse a situaciones extremas como lo menciona Tejera et al. (2011) en su estudio; lo que justifica su presencia en las áreas perturbadas. El encontrarse dicho género en el suelo tanto en Bosque Natural, Pastizal y área quemada nos indica la estimulación positiva que está teniendo esta asociación que lleva con las plantas lo que hace que se considere como un potencial inoculante

microbiano como lo menciona Souza et al., (2015) y Villarreal et al., (2018). Por otro lado existen estudios tales como el desarrollado por Sauka & Benintende (2020) que mencionan que encontrar *Bacillus* en el tracto digestivo de los escarabajos no es lo que realmente llama la atención ya que por lo general suelen encontrarse en el tracto digestivo de los insectos, sin embargo el hecho de que sean considerados como cosmopolitas nos permiten conocer que este género considerado como agente de control biológico realmente es obtenido por algunos insectos a través de la alimentación ya que suele encontrarse de manera abundante en el medio vegetal lo que hace que las plantas desarrollen este nivel de protección frente a las plagas. Así podría justificarse la presencia de este género en el intestino de los escarabajos ya que sería un nexo entre las larvas que se alimentan de las hojas y de aquellas que se encuentran en el suelo.

Otros de los géneros presentes fueron *Staphylococcus* y *Escherichia* donde la importancia de haber identificado su presencia tanto en el intestino de los escarabajos estercoleros como en el suelo de Bosque Natural, Pastizal y área quemada es bastante interesante, por una parte los escarabajos de orden coleóptera mantienen una vida subsocial ya que estos habitan en colonias de individuos con generaciones que se van sobreponiendo, lo que hace que se puedan promover asociaciones simbióticas con microorganismos bacterianos (Acuña, 2009), por lo que al encontrarse en el suelo, en el intestino de los escarabajos y ser géneros que se encuentran mayormente distribuidos en el ambiente según Gallego et al. (2001) se podría suponer una buena asociación entre macro y microorganismos en beneficio de las áreas como pastizal y el área quemada. Además, el género *Escherichia* tiene la capacidad de unirse a la superficie del tejido vegetal lo cual según Torres et al. (2016) es importante para el establecimiento de las plantas. Así mismo el género *Staphylococcus* debido a su elevada capacidad para metabolizar ciertos compuestos contaminantes se encuentra en áreas afectadas por diferentes disturbios tales como incendios forestales o las prácticas agrícolas y ganaderas, es en este sentido que es posible considerar dicho género para llevar a cabo procesos de recuperación de los suelos (Gallego et al., 2001). Además, la presencia en el intestino de los escarabajos de *Staphylococcus* es bastante llamativa ya que estudios tales como Lee et al. (2013) y Shukla et al. (2018) quienes mencionan que la presencia de este género bacteriano le proporciona cierta capacidad para producir ciertos efectos antimicrobianos, además de permitir llevar a cabo de manera más rápida la cicatrización de heridas en los escarabajos lo cual resulta beneficioso.

Por lo descrito se puede dar a conocer que los métodos que fueron empleados para la identificación a nivel de género de los 72 aislados fueron satisfactorios sin embargo hoy en día el llevar a cabo un estudio de la comunidades microbianas, diversidad o metabolismo se vuelve un poco más difícil, Cruz et al. (2014) en su estudio menciona que actualmente la comunidades bacterianas tienen cierto grado de dificultad dada la complejidad y dinamismo que las caracteriza, existen algunos microorganismos que son difíciles de cultivar aplicando métodos tradicionales debido a las condiciones ambientales, los requerimientos, los nutrientes o la fisiología de los mismos. Es en este sentido que plantea la aplicación de técnicas moleculares en donde ya se lleven a cabo análisis de secuencias genéticas incluso análisis de genomas completos, ya que el establecer una relación entre la diversidad bacteriana y la función va más allá de la caracterización únicamente taxonómica. Díaz & Wachter, (2003) mencionan que a través de la ejecución de análisis de genes se puede medir la distancia evolutiva entre los organismos e incluso se podría llegar a conocer la relaciones filogenéticas-evolutivas que podría presentarse y de cierto modo lograr establecer la relación entre microorganismos y suelo.

## **8. Conclusiones**

En este trabajo se identificaron 15 posibles géneros a través de la caracterización tanto morfológica como bioquímica haciendo uso de medios dependientes de cultivo y revisión bibliográfica, de los cuales, 4 géneros se encontraron presentes de manera similar en Bosque Natural, Pastizal y área quemada y uno de ellos con presencia única en el área quemada debido a la emisión de color violeta que lo caracterizaba y diferenciaba del resto de aislados.

Algunas comunidades bacterianas difieren entre sí según el lugar en el que se encontraron, y por lo que indica la bibliografía los diferentes disturbios que ha registrado la Reserva podrían ser responsables de dicho comportamiento. Los 4 géneros similares presentes en las tres áreas indicaron un posible proceso de regeneración vegetal por ejemplo *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Staphylococcus* y *Escherichia* que tienen potenciales de regeneración y de aporte a la estructura y conservación de las plantas, lo que nos indica un proceso activo de recuperación en las áreas afectadas como pastizal y área quemada.

Con la información que se obtuvo en esta investigación, se vuelve importante considerar los aportes de las comunidades bacterianas a los procesos de regeneración y recuperación de suelos afectados por diferentes disturbios. Por lo que en este sentido es importante considerar

estudios a nivel subsuperficial que tengan un enfoque en los macroorganismos y sus potencialidades de modo que se reconozca la función que desempeñan en los ecosistemas.

## **9. Recomendaciones**

Considerar para el proceso de caracterización morfológica y bioquímica los protocolos claros y detallados tales como los que plantea Reynoso et al. 2015 y Tovar y Martínez (2017), que fueron los que se manejaron en la presente investigación y mediante los cuales se obtuvo los resultados expuestos.

Al ser una investigación continua se necesita de la disponibilidad casi total de tiempo para la correcta ejecución de la obtención de resultados.

Se recomienda la aplicación de procesos de secuenciación de ADN ya que a través de la aplicación de pruebas moleculares se podría dar mayor profundidad al accionar de las comunidades bacterianas presentes tanto en el suelo como en el tracto digestivo de escarabajos estercoleros.

## **10. Bibliografía**

- Almorox, J., López, F., & Rafaelli, S. (2010). La degradación de los suelos por erosión hídrica. Editum. Gaia.
- Aponte, L., Paccha, A., & Chuncho, P. (2018). Evaluación del control de plantas pioneras para la restauración de ecosistemas andinos incendiados.
- Audino, L., Louzada, J., & Comita, L. (2014). Dung beetles as indicators of tropical forest restoration success: Is it possible to recover species and functional diversity? *Biological Conservation*, 169, 248–257. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2013.11.023>
- Baker, S. (2017). Investigation of natural regeneration of vascular plants in the Madrigal Reserve of the Podocarpus. [https://digitalcollections.sit.edu/isp\\_collection](https://digitalcollections.sit.edu/isp_collection)
- Barber, N., Chantos- Davidson, K., Amel, R., Sherwood, J., & Swingley, W. (2017). Soil microbial community composition in tallgrass prairie restorations converge with remnants across a 27-year chronosequence. *Environmental Microbiology*, 19(8), 3118–3131. <https://doi.org/10.1111/1462-2920.13785>
- Brener, D., Krieg, N., & Staley, J. (2005). *Bergey's manual of Systematic Bacteriology*. Springer (Vol. 2).
- Calvo, J., Cantón, R., Cuenca, F., Mirelis, B., & Navarro, F. (2011). Procedimientos en Microbiología Clínica. Seimc, 54.

- Capulín, J., Caballero, M., & Zarate, R. (2009). Changes in Soil and Vegetation in a Pinus Forest Affected by Fire. *Terra Latinoamericana*, 28, 79–87.
- Carrillo, R., & Ramírez, P. (2022). *Pseudomonas* spp. benéficas en la agricultura. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 13.
- Casado, C., Torrico, G., & Medina, M. (2012). Medios de cultivo en un laboratorio de microbiología.
- Castillo, A., Rodríguez, Cueva, A., & Orellana, M. (2016). Puesta a Punto de una Técnica Molecular para el Estudio de Hongos y Bacterias Totales de Suelo en Ecosistemas Tropicales del Sur de Ecuador.
- Cervantes, E., García, R., & María, P. (2014). Características generales del *Staphylococcus aureus*. In *Rev Latinoam Patol Clin Med Lab* (Vol. 61, Issue 1). [www.medigraphic.com/patologiaclinica](http://www.medigraphic.com/patologiaclinica)[www.medigraphic.org.mx](http://www.medigraphic.org.mx)
- Cesário, C., Takeshi, L., Mendes, E., Pine, W., Marcondes, J. A., Carareto, L. M., & Gertrudes, E. (2018). Bacterial communities in mining soils and surrounding areas under regeneration process in a former ore mine. *Brazilian Journal of Microbiology*, 49(3), 489–502. <https://doi.org/10.1016/j.bjm.2017.12.006>
- Científica. (2020). Medios de Diagnóstico Microbiológico. [www.mdmcientifica.com](http://www.mdmcientifica.com)
- Colman, D., Toolson, E., & Takacs, C. (2012). Do diet and taxonomy influence insect gut bacterial communities? *Molecular Ecology*, 21(20), 5124–5137. <https://doi.org/10.1111/j.1365-294X.2012.05752.x>
- Cordero, M. (2022). Efecto de un incendio forestal sobre la diversidad de escarabajos copronecrófagos (coleoptera: scarabaeinae) en la Reserva Madrigal del Podocarpus. Loja (p.12). [Tesis previo a la obtención del título en ing. en Manejo en Conservación del Medio Ambiente].
- Cruz, M., Zamudio, M., Corona, A., González, J., & Rojas, R. (2014). Importancia y Estudios de las comunidades microbianas en los Recursos y Productos Pesqueros. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*.
- Curiel, Y., Heres, A., Ojeda, G., Paz, A., Pizano, C., García, D., & Lasso, E. (2017). Soil heterotrophic CO<sub>2</sub> emissions from tropical high-elevation ecosystems (Páramos) and their sensitivity to temperature and moisture fluctuations. *Soil Biology and Biochemistry*, 110, 8–11. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2017.02.016>
- Díaz, G., & Wachter, C. (2003). Métodos para el estudio de comunidades microbianas en alimentos fermentados. *Revista Latinoamericana*, 45, 30–40.

- Estes, A., Hearn, D., Snell, E., Feindler, M., Feeser, K., Abebe, T., Dunning, J., & Moczek, A. (2013). Brood ball-mediated transmission of microbiome members in the dung beetle, *Onthophagus taurus* (Coleoptera: Scarabaeidae). *PLoS ONE*, 8(11). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0079061>
- Galvis, J., Quiñonez, R., & Jiménez, P. (2009). Aislamiento de microorganismos del Tracto Digestivo de Larvas de Coleópteros y Lepidópteros. *Facultad de Ciencias Básicas Universidad Militar Nueva Granada*, 5(1), 106–113.
- Gallego, V., Martín, S., García, M., & Ventosa, A. (2001). Diversidad Microbiana en los Suelos de la Cuenca del Guadamar Contaminados por Lodos Piríticos. *Ciencia y Restauración Del Río Guadamar*, 262–265.
- Garboza, F., Frontado, R., Noguera, N., Ávila, H., Ojeda, L., Ramírez, N., Triana, J., & Triana, F. (2011). Uso de medios alternativos a base de hidrolizado de caseína y extracto de *Aspergillus niger* y su efecto sobre la expresión genética de una cepa de *Escherichia coli*. *Sociedad Venezolana de Microbiología*, 138–143. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=199422818010>
- Ghannem, S., Touaylia, S., & Boumaiza, M. (2018). Beetles (Insecta: Coleoptera) as bioindicators of the assessment of environmental pollution. In *Human and Ecological Risk Assessment* (Vol. 24, Issue 2, pp. 456–464). Taylor and Francis Inc. <https://doi.org/10.1080/10807039.2017.1385387>
- Gobernado, M., & López-Hontangas, J. (2003). Presente y Futuro de la Microbiología Clínica (Identificación bacteriana). In *Enferm Infecc Microbiol Clin* (Vol. 21, Issue 2).
- Gómez, G., & Batista, C. (2006). Optimización de medios de cultivo para microorganismos, una valiosa estrategia para la producción de biopreparados de interés agrícola. *Cultivos Tropicales*, 17–24. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193215825002>
- Gómez, V., Molina, O., Terrón, A., Gómez, M., Tena, C., & Garza, F. (2014). Efectos de los Incendios Forestales en la Riqueza Y composición de macromicetos. *Revista Mexicana de Microbiología*, 39, 21–30.
- Guzmán, S. (2017). Los microbios y la ecología. *Ciencia*.
- Herrera, M., Catarinella, G., Mora, D., Obando, C., & Moya, T. (2005). *Chromobacterium violaceum* Sensibilidad Antimicrobiana. *Revista Médica Del Hospital Nacional de Niños Dr. Carlos Sáenz Herrera*, 40.
- Jiménez, J. (2023). Caracterización por medios dependientes de cultivo de comunidades bacterianas de escarabajos estercoleros (Coleoptera: Scarabaeinae) y de suelos conservados y alterados por

- incendios de la Reserva El Madrigal del Podocarpus, Loja. [Tesis previo a la obtención del título en ing. Ambiental].
- Kaiser, K., Wemheuer, B., Korolkow, V., Wemheuer, F., Nacke, H., Schöning, I., Schrumpf, M., & Daniel, R. (2016). Driving forces of soil bacterial community structure, diversity, and function in temperate grasslands and forests. *Scientific Reports*, 6. <https://doi.org/10.1038/srep33696>
- Lasso, R. (2009). Zonas de Altura y Páramos Espacios de Vida y Desarrollo. 130.
- Lee, J., Han, S., Ji, A., Park, J., Hong, I., Ki, M., Lee, E., Kim, A., Lee, E., Hwang, J., Lee, J., Lee, D., & Jeong, K. (2013). Antimicrobial effects of coprisin on wounds infected with *Staphylococcus aureus* in rats. *Wound Repair and Regeneration*, 21(6), 876–882. <https://doi.org/10.1111/wrr.12112>
- Li, H., Ye, D., Wang, X., Settles, M., Wang, J., Hao, Z., Zhou, L., Dong, P., Jiang, Y., & Ma, Z. (2014). Soil bacterial communities of different natural forest types in Northeast China. *Plant and Soil*, 383(1–2), 203–216. <https://doi.org/10.1007/s11104-014-2165-y>
- Llambí, L., Soto, A., Célleri, R., Bievre, B., Ochoa, B., & Borja, P. (2012). Ecología, Hidrología y Suelos del Páramo. <https://www.researchgate.net/publication/263280481>
- Loredo, C., López, L., & Espinosa, D. (2004). BACTERIAS PROMOTORAS DEL CRECIMIENTO VEGETAL ASOCIADAS CON GRAMÍNEAS. *TERRA Latinoamericana*, 22, 225–239.
- MacFaddin. (2003). Pruebas bioquímicas individuales. In *Pruebas Bioquímicas para la Identificación de Bacterias de Importancia Clínica* (pp. 30–97).
- Magni, C., García, N., Martín, M., de Mendoza, D., & López, P. (2010). Sistemas de utilización del citrato en bacterias ácido lácticas.
- Mau, S., Vega, K., & Araya, M. (2011). Aislamiento de bacterias del suelo y su potencial utilización en sistemas de tratamiento de aguas residuales. *Revista de Ciencias Ambientales*, 42(2), 45. <https://doi.org/10.15359/rca.42-2.4>
- Mendoza, L. (2014). Determinación del potencial promotor del crecimiento vegetal de las enterobacterias aisladas de la rizósfera del cultivo de maíz (*Zea mays* L.). *Scientia Agropecuaria*, 5, 177–185. [www.sci-agropecu.unitru.edu.pe](http://www.sci-agropecu.unitru.edu.pe)
- Miesel, J., Goebel, P., Corace, R., Hix, D., Kolka, R., Palik, B., & Mladenoff, D. (2012). Fire effects on soils in Lake States forests: A compilation of published research to facilitate long-term investigations. In *Forests* (Vol. 3, Issue 4, pp. 1034–1070). <https://doi.org/10.3390/f3041034>

- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). (2016). Política para la gestión sostenible del suelo (IDEAM).
- Ministerio del Ambiente, A. y T. E. (MAE). (2014). GIDDACC.
- Noriega, J. (2022). Escarabajos coprófagos: recicladores de excremento. Fulica. [https://www.researchgate.net/profile/Jorge-Noriega-4/publication/358248525\\_Y\\_para\\_que\\_sirven\\_los\\_escarabajos\\_coprofagos/links/61f843be007fb504472938eb/Y-para-que-sirven-los-escarabajos-coprofagos.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Jorge-Noriega-4/publication/358248525_Y_para_que_sirven_los_escarabajos_coprofagos/links/61f843be007fb504472938eb/Y-para-que-sirven-los-escarabajos-coprofagos.pdf)
- Noriega, J., Camero, E., Arias, J., Carlos, L., Mauricio, J., Acevedo, A., Esparza, A., Murcia, B., García, H., & Solís, C. (2015). Grado de cobertura del muestreo de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) en Colombia. *Biological Tropical*, 63(1), 97–125.
- Olmos, A., García, C., Saéz, J., & Valdezate, S. (2010). Procedimiento en Microbiología Clínica.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2016). Estado mundial del Recurso Suelo: resumen técnico. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- Raine, E., & Slade, E. (2019). Dung beetle-mammal associations: Methods, research trends and future directions. In *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* (Vol. 286, Issue 1897). Royal Society Publishing. <https://doi.org/10.1098/rspb.2018.2002>
- Ramirez, J., Medina, Y., & Uscanga, I. (2018). MANUAL DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA.
- Reynoso, M., Magnoli, C., Barros, G., & Demo, M. (2015). Manual de microbiología general. <https://doi.org/10.2307/j.ctvkjb56f>
- Rodríguez, N., McLaughlin, M., & Pennock, D. (2019). LA CONTAMINACIÓN DEL SUELO: UNA REALIDAD OCULTA.
- Sansupa, C., Purahong, W., Wubet, T., Tiansawat, P., Pathom-Aree, W., Teaumroong, N., Chantawannakul, P., Buscot, F., Elliott, S., & Disayathanoowat, T. (2021). Soil bacterial communities and their associated functions for forest restoration on a limestone mine in northern Thailand. *PLoS ONE*, 16(4 April). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0248806>
- Sauka, D., & Benintende, G. (2020). BACTERIAS ENTOMOPATÓGENAS.
- Shakesby, R. (2011). Post-wildfire soil erosion in the Mediterranean: Review and future research directions. In *Earth-Science Reviews* (Vol. 105, Issues 3–4, pp. 71–100). <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2011.01.001>

- Shukla, S., Plata, C., Reichelt, M., Steiger, S., Heckel, D., Kaltenpoth, M., Vilcinskis, A., & Vogel, H. (2018). Microbiome-assisted carrion preservation aids larval development in a burying beetle. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 115(44), 11274–11279.
- Souza, R., Ambrosini, A., & Passaglia, L. (2015). Plant growth-promoting bacteria as inoculants in agricultural soils. In *Genetics and Molecular Biology* (Vol. 38, Issue 4, pp. 401–419). *Brazilian Journal of Genetics*. <https://doi.org/10.1590/S1415-475738420150053>
- Tejera, B., Rojas, M., & Heydrich, M. (2011). Potencialidades del género *Bacillus* en la promoción del crecimiento vegetal y el control de hongos fitopatógenos. *CENIC*, 131–138.
- Torres, D., Quiroz, R., & Juscamaita, J. (2004). Efecto de una quema controlada sobre la población microbiana en suelos con pasturas en la SAIS Tupac Amaru Junín, Perú. *Ecología Aplicada*, 3(2), 139–147. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=34130220>
- Torres, V., Manjarrez, C., Acosta, C., Guerrero, V., Parra, R., Noriega, L., & Ávila, G. (2015). Interacciones entre *Escherichia coli* O157:H7 y Plantas Comestibles. ¿Se han Desarrollado Mecanismos de Internalización Bacteriana? *Revista Mexicana de Fitopatología*. <https://doi.org/10.18781/r.mex.fit.1507-4>
- Toro, D. (2006). LA BIODIVERSIDAD MICROBIANA DEL SUELO, UN MUNDO POR DESCUBRIR. [http://lunazul.ucaldas.edu.co/index2.php?option=com\\_content&task=view&id=89&Itemid...](http://lunazul.ucaldas.edu.co/index2.php?option=com_content&task=view&id=89&Itemid...)
- Tovar, J., & Martínez, F. (2017). *Microbiología General Manual de Laboratorio* (Issue 6).
- Van Der Heijden, M., Bardgett, R., & Van Straalen, N. (2008). The unseen majority: Soil microbes as drivers of plant diversity and productivity in terrestrial ecosystems. In *Ecology Letters* (Vol. 11, Issue 3, pp. 296–310). <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2007.01139.x>
- Verma, S., & Jayakumar, S. (2012). Impact of forest fire on physical, chemical and biological properties of soil: A review. In *Proceedings of the International Academy of Ecology and Environmental Sciences* (Vol. 2, Issue 3). [www.iaees.org](http://www.iaees.org)
- Villarreal, M., Villa, E., Cira, L., Estrada, M., Parra, F., & de los Santos, S. (2018). El género *Bacillus* como agente de control biológico y sus implicaciones en la bioseguridad agrícola. *Revista Mexicana de Fitopatología, Mexican Journal of Phytopathology*, 36(1). <https://doi.org/10.18781/r.mex.fit.1706-5>
- Yacumal, V. (2015). Aislamiento y caracterización de poblaciones bacterianas solubilizadoras de fosfatos en tres agroecosistemas del Valle del Cauca

## 11. Anexos

### Anexo 1. Descripción morfológica y metabólica de los aislados

<b>Matriz de resumen de los aislados microbianos del suelo y de intestinos de escarabajos provenientes de tres estados de perturbación en la Reserva Madrigal del Podocarpus</b>							
<b>Características</b>	<b>Morfología en Agar Nutritivo</b>	<b>Morfología en macCkonkey</b>	<b>Morfología en Luria Bertani</b>	<b>Morfología en Centrimide</b>	<b>Tinción Gram</b>	<b>Pruebas bioquímicas</b>	<b>Metabolismo</b>
<b>Código</b>	<b>Identificación morfológica de Cepas Bacterianas del Suelo Paisaje Conservado-Bosque Natural</b>						
MBN-2-TSA-C1	Crecimiento abundante, consistencia suave, blanquecino, borde lobular, mucosidad ligera, brillo, elevado.	Tuvo un crecimiento ligero, mucosidad ligera, plana, sin brillo, borde lobular, tonalidad naranja.	Tuvo un crecimiento abundante, mucosidad moderada, plana, sin brillo, borde lobular, tonalidad blanca.	Crecimiento nulo	Cocobacilo-Gram negativo	Catalasa (+) Manitol (-) Citrato (-) TSI (Fermentador de glucosa)	Microorganismo no libera ácidos y tampoco emplea citrato como fuente de carbono.
MBN-2R1-TSA-C1	Crecimiento abundante, consistencia suave, blanquecino, borde lobular, mucosidad abundante, brillo, elevado.	Crecimiento abundante, mucosidad moderada, plana, brillo, borde lobular, tonalidad naranja.	Crecimiento abundante, mucosidad moderada, plana, sin brillo, borde lobular, tonalidad blanquecina.	Crecimiento ligero, mucosidad moderada, con elevación, brillo, borde lobular con una tonalidad naranja a su alrededor, tonalidad de la colonia blanca.	Bacilo-Gram negativo	Catalasa (+) Manitol (-) Citrato (+) TSI (Fermentador de glucosa)	Microorganismo no libera ácidos y emplea el citrato como fuente de carbono.
MBN-2R1-TSA-C2	Crecimiento abundante, consistencia suave, blanquecino, borde lobular, mucosidad abundante, brillo, elevado.	Crecimiento abundante, mucosidad moderada, plana, sin brillo, borde lobular, tonalidad naranja.	Crecimiento abundante, mucosidad moderada, elevación, brillo, borde lobular, tonalidad blanca.	Crecimiento abundante, mucosidad moderada, elevación, brillo, borde liso, tonalidad blanquecino amarillenta.	Cocos-Gram negativo	Catalasa (+) Manitol (+) Citrato (+) TSI (Fermentador de glucosa, lactosa y sacarosa)	Microorganismo libera ácidos y emplea el citrato como fuente de carbono.
MBN-2R2-AN-C2	Crecimiento abundante, consistencia suave, blanquecino, borde lobular, mucosidad moderada, brillo, elevado.	Crecimiento moderado, mucosidad moderada, elevación, brillo, borde ondulado, tonalidad rosa.	Crecimiento abundante, mucosidad moderada, plana, brillo, borde lobular, tonalidad blanquecina.	Crecimiento nulo.	Cocobacilos-Gram positivo	Catalasa (+) Manitol (+) Citrato (+) TSI (fermentación de glucosa con la producción de ácido sulfhídrico)	Microorganismo libera ácidos y emplea el citrato como fuente de carbono.

MBN-3-TSA-C1	Crecimiento abundante, consistencia suave, blanquecino, borde lobular, mucosidad abundante, brillo, elevado.	Crecimiento ligero, plana, translucido, mucosidad ligera, borde lobular.	Crecimiento abundante, mucosidad moderada, plana, brillo, borde lobular, tonalidad blanquecina	Crecimiento abundante en los alrededores, mucosidad moderada, elevación en la parte central, sin brillo, borde ondulado, tonalidad blanquecina.	Bacilos-Gram positivo	Catalasa (+) Manitol (-) Cittrato (-) TSI (incapaz de la fermentación de glucosa)	Microorganismo no libera ácidos y no emplea el citrato como fuente de carbono
MBN-3-TSA-C2	Crecimiento ligero, consistencia suave, blanquecino-amarillento, borde lobular, mucosidad abundante, brillo, plana.	Crecimiento nulo.	Crecimiento abundante, mucosidad moderada, plana, brillo, borde lobular, tonalidad blanquecina.	Crecimiento nulo.	Cocos-Gram positivo	Catalasa (+) Manitol (-) Cittrato (-) TSI (Fermentador de glucosa, lactosa y sacarosa)	Microorganismo no libera ácidos y no emplea el citrato como fuente de carbono
MBN-3R1-TSAC1	Crecimiento abundante, consistencia suave, blanquecino, borde lobular, mucosidad abundante, brillo, elevado	Crecimiento abundante, mucosidad moderada, elevación, brillo, borde ondulado, tonalidad naranja.	Crecimiento abundante, mucosidad moderada, plana, brillo, borde lobular, tonalidad blanquecina.	Crecimiento mderado en los alrededores, seca, elevación, sin brillo, borde lobular, tonalidad blanquecina, con sus alredeores de color naranja.	Bacilos-Gram positivo	Catalasa (+) Manitol (-) Cittrato (-) TSI (incapaz de la fermentación de glucosa)	Microorganismo no libera ácidos, pero emplea el citrato como fuente de carbono
MBN-3R2-AN-C1	Crecimiento abundante, mucosidad ligera, plana, brillo, borde liso, tonalidad transparentosa.	Crecimiento nulo.	Crecimiento abundante, mucosidad moderada, plana, brillo, borde lobular, tonalidad blanquecina.	Crecimiento nulo.	Cocobacilos-Gram positivo	Catalasa (+) Manitol (-) Cittrato (-) TSI (Fermentador de glucosa)	Microorganismo no libera ácidos, y no emplea el citrato como fuente de carbono
MBN-4R1-TSAC2	Crecimiento abundante, consistencia suave, blanquecino, borde lobular, mucosidad abundante, brillo, plana.	Crecimiento nulo.	Crecimiento abundante, mucosidad moderada, plana, brillo, borde lobular, tonalidad blanquecina.	Crecimiento nulo	Bacilos-Gram positivo	Catalasa (+) Manitol (+) Cittrato (-) TSI (Incapaz de fermentar glucosa)	Microorganismo libera ácidos, y no emplea el citrato como fuente de carbono
MBN-4R2-AN	Crecimiento abundante, consistencia suave, blanquecino, borde liso, mucosidad moderada, sin brillo, plana.	Crecimiento nulo.	Crecimiento abundante, mucosidad abundante, plana, brillo, borde liso, tonalidad blanquecina.	Crecimiento nulo	Bacilos-Gram positivo	Catalasa (+) Manitol (-) Cittrato (-) TSI (Fermentador de glucosa)	Microorganismo no libera ácidos, y no emplea el citrato como fuente de carbono
MBN-4-TSAC3	Crecimiento abundante, consistencia suave, transparentoso, borde lobular, mucosidad abundante, brillo, plana.	Crecimiento abundante, mucosidad ligera, plana, brillo, borde lobular, tonalidad amarillo-naranja.	Crecimiento abundante, mucosidad abundante, plana, poco brillo, borde lobular, tonalidad blanquecina.	Crecimiento abundante en los alrededores, mucosidad ligera, elevación, sin brillo, borde ondulado, tonalidad blanquecina	Bacilo-Gram positivo	Catalasa (+) Manitol (-) Cittrato (-) TSI (Incapaz de fermentar glucosa)	Microorganismo no libera ácidos, y no emplea el citrato como fuente de carbono
MBN-5-AN-C2	Crecimiento abundante, consistencia suave, transparentoso, borde lobular, mucosidad abundante, brillo, plana.	Crecimiento nulo.	Crecimiento abundante, mucosidad abundante, plana, sin brillo, borde liso, tonalidad blanquecina.	Crecimiento nulo.	Cocobacilos-Gram positivos	Catalasa (+) Manitol (-) Cittrato (-) TSI (Fermentador de glucosa)	Microorganismo no libera ácidos, y no emplea el citrato como fuente de carbono

MBN-5R1-AN-C1	Crecimiento abundante, consistencia suave, blanquecino, borde lobular, mucosidad abundante, brillo, con elevación.	Crecimiento nulo.	Crecimiento abundante, mucosidad abundante, plana, poco brillo, borde lobular, tonalidad blanquecino-amarillenta.	Crecimiento ligero en los alrededores, seca, elevación, sin brillo, borde ondulado, tonalidad blanquecina con alrededores un poco naranjas.	Cocobacilos-Gram positivo	Catalasa (+) Manitol (-) Citrate (+) TSI (Fermentador de glucosa)	Microorganismo no libera ácidos, y emplea el citrato como fuente de carbono
MBN-5R1-AN-C2	Crecimiento abundante, brillo, blanquecino, mucosidad moderada, borde ondulado, elevación.	Crecimiento abundante, mucosidad moderada, plana, brillo, borde lobular, tonalidad naranja.	Crecimiento abundante, mucosidad moderada, elevación, sin brillo, borde ondulado, tonalidad blanquecina.	Crecimiento abundante, mucosidad ligera, elevación, brillo, borde ondulado, tonalidad blanquecina.	Bacilos-Gram negativo	Catalasa (+) Manitol (+) Citrate (+) TSI (Fermentador de glucosa, lactosa y sacarosa)	Microorganismo libera ácidos, y emplea el citrato como fuente de carbono
MBN-5R1-AN-C3	Brillo, crecimiento abundante, transparente, mucosidad ligera, borde ondulado, elevación.	Crecimiento abundante, elevación, translucido, mucosidad moderada, borde lobular.	Crema, borde liso, brillo, mucosidad moderada, plana, crecimiento abundante, tonalidad casi amarilla.	Crecimiento nulo	Cocos-Gram positivos	Catalasa (+) Manitol (+). Citrate (+) TSI (Fermentador de glucosa)	Es un microorganismo fermentador de glucosa, que emplea el citrato como su única fuente de carbono.

### Identificación morfológica de Cepas Bacterianas del Suelo Paisaje Pastizal

MP-2-TSA-CICNI	Blanquecino-amarillo, crecimiento ligero, mucosidad ligera, sin brillo, borde lobulado, plana.	Crecimiento nulo.	Mucosidad abundante, blanquecino, borde lobular, consistencia suave, brillo, poca elevación.	Transparente, borde lobular, mucosidad ligera, plana, consistencia suave, brillo.	Bacilos-Gram negativos.	Catalasa (+) Manitol (-) Citrate (-) TSI (fermentador de glucosa, lactosa y sacarosa)	Microorganismo fermentador, con presencia de la enzima catalasa, no emplea citrato como su fuente de carbono y no libera ácidos.
MP-2-AN-C3	Consistencia suave, blanquecino-amarillento, borde lobular, mucosidad moderada, brillo, elevado.	Brillo, mucosidad ligera, borde ondulado, con elevación, tonalidad naranja.	Sin brillo, mucosidad ligera, blanquecino, borde liso, sin elevación.	Brillo, mucosidad abundante, blanquecino, consistencia suave, borde liso, elevación.	Coco bacilo-Gram negativo	Catalasa (-) Manitol (+) Citrate (+) TSI (Fermentador de glucosa)	Microorganismo fermentador de glucosa, producción de ácidos, con el empleo de su única fuente de carbono al citrato.
MP-2-AN-C2	Brillo, mucosidad moderada, blanquecino, borde liso, plana, crecimiento abundante.	Transparente, mucosidad ligera, sin brillo, plana, borde liso, crecimiento moderado.	Plana, mucosidad abundante, blanquecina, borde liso, poco brillo, crecimiento moderado.	Crecimiento nulo.	Coco-Gram negativo	Catalasa (+) Manitol (+) Citrate (+) TSI (Fermentador de glucosa)	Microorganismo fermentador de glucosa, con el uso de citrato como fuente de carbono, al igual que la

							producción de ácido.
MP-2R1-TSA-CICNI	Brillo, borde lobular, mucosidad moderada, blanquecino, consistencia suave, crecimiento moderado, plana.	Tonalidad rosada, brillo, borde lobular, crecimiento ligero a los alrededores, mucosidad moderada, elevación.	Brillo, mucosidad abundante, borde lobular, elevación, blanquecino-amarillo, crecimiento moderado.	Brillo, blanquecino-amarillo, borde liso, mucosidad ligera, consistencia suave, crecimiento moderado.	Coco-Gram negativo	Catalasa (+) Manitol (-) Citrate (+) TSI (Fermentador de glucosa)	Microorganismo fermentador de glucosa, con el uso de citrato como fuente de carbono, sin la producción de ácidos.
MP-3R1-TSA-C1	Brillo, consistencia suave, mucosidad abundante, blanquecino-amarillo, crecimiento abundante, elevado, borde ondulado.	Crecimiento nulo.	Borde lobular, consistencia suave, mucosidad moderada, crecimiento abundante, blanquecino-amarillo.	Crecimiento nulo.	Coco-Gram positivo	Catalasa (+) Manitol (-) Citrate (+) TSI (Fermentador de glucosa)	Microorganismo fermentador de glucosa, con el uso de citrato como fuente de carbono, sin la producción de ácidos.
MP-3R1-AN-C2	Brillo, mucosidad abundante, blanquecino, consistencia suave, borde lobular, plana, crecimiento moderado.	Consistencia suave, transparente, brillante, mucosidad moderada, borde lobulado, elevado, crecimiento abundante.	Crecimiento moderado, brillo, borde lobular, consistencia suave, blanco amarillento, crecimiento abundante, plana.	Crecimiento alrededor con elevación, blanquecino, mucosidad moderada, consistencia suave, borde ondulado.	Cocobacilo-Gram positivo	Catalasa (+) Manitol (-). Citrate (+) TSI (Fermentador de glucosa)	Microorganismo fermentador de glucosa, con el uso de citrato como fuente de carbono, sin la producción de ácidos.
MP-3R2-AN-C1	Brillo, blanquecino, consistencia suave, borde liso, plana, mucosidad moderada, crecimiento abundante.	Crecimiento abundante, transparentes, borde dentado, mucosidad ligera, brillo, elevado	Blanquecino-amarillento, borde dentado, elevado, mucosidad ligera, crecimiento abundante.	Colonias transparentes, brillo, consistencia suave, mucosidad abundante, borde lobular, elevado, crecimiento abundante.	Cocos-Gram positivo	Catalasa (-) Manitol (-) Citrate (-) TSI (Fermentador de glucosa)	Microorganismo no productor de ácidos, sin la presencia de la enzima catalasa, y sin el uso de citrato además de ser fermentador de glucosa.
MP-4-TSA-C1	Brillo, mucosidad moderada, blanquecino, borde ondulado, consistencia suave, crecimiento abundante.	Brillo, mucosidad moderada, coloración rosa bajo, borde lobular, consistencia suave, elevado, crecimiento ligero.	Mucosidad abundante, blanquecino, brillo, borde liso, consistencia suave, crecimiento abundante.	Crecimiento nulo.	Coco-Gram negativo	Catalasa (-) Manitol (-) Citrate (-) TSI (Fermentador de glucosa, sacarosa y lactosa)	Microorganismo no productor de ácidos, sin la presencia de la enzima catalasa, y sin el uso de citrato además de ser fermentador de glucosa.

MP-4-AN-C2	Consistencia seca, blanquecino-amarillento, elevado, brillo, crecimiento abundante, mucosidad ligera, borde lobular.	Crecimiento nulo.	Blanquecino, borde lobular, consistencia suave, mucosidad abundante, plana, brillo, crecimiento abundante.	Colonias transparentes, consistencia dura, borde ondulado, elevado, mucosidad ligera, crecimiento moderado.	Bacilo-Gram positivo	Catalasa (+) Manitol (-) Cittrato (-) TSI (Fermentador de glucosa)	Microorganismo sin emisión de ácidos y sin el uso del citrato como fuente de carbono.
MP-4R1-TSA-C1	Blanquecino, elevado, borde lobulado, consistencia suave, mucosidad moderada, elevado, crecimiento moderado.	Brillo, tonalidad rosa, borde lobular, elevado, mucosidad moderada, consistencia suave, crecimiento moderado, elevado.	Lisa, consistencia suave, mucosidad abundante, brillo, blanquecino, borde lobular, crecimiento moderado.	Brillo, blanco, plano, consistencia suave, mucosidad moderada, borde dentado, crecimiento abundante.	Bacilo-Gram positivo	Catalasa (-) Manitol (-). Cittrato (+) TSI (Fermentador de glucosa)	Microorganismo sin producción de ácidos, uso de citrato como fuente de carbono, fermentador de glucosa.
MP-4R2-AN	Blanquecino, mucosidad moderada, plana, sin brillo, borde lobular, crecimiento abundante.	Brillo, borde dentado, mucosidad ligera, transparente, plano, crecimiento abundante.	Sin brillo, mucosidad abundante, blanquecino, plano, borde liso, crecimiento abundante.	Transparente, brillo, mucosidad ligera, elevado, crecimiento ligero, borde ondulado.	Coco-Gram negativo	Catalasa (+) Manitol (-) Cittrato (-) TSI (Fermentador de glucosa)	Microorganismo sin liberación de ácido y sin el uso de citrato como fuente de carbono, pero si es capaz de fermentar glucosa.
MP-5-AN-C2	Mucosidad abundante, blanquecino, brillo, borde lobular, suave, consistencia suave, crecimiento abundante, plana.	Colonias naranjas, brillo, consistencia suave, mucosidad moderada, borde lobular, elevado, crecimiento abundante.	Brillo, mucosidad moderada, blanquecino, borde lobular, consistencia suave, crecimiento abundante, plana.	Brillo, blanquecino, borde lobular, elevado, consistencia suave, mucosidad abundante, crecimiento moderado.	Bacilo-Gram positivo	Catalasa (+) Manitol (-) Cittrato (+) TSI (Fermentador de glucosa)	Microorganismo donde su fuente de carbono es el citrato, sin producción de ácidos y fermentador de glucosa.
MP-5R1-TSA	Mucosidad moderada, blanquecino, consistencia suave, brillo, plana, borde liso, crecimiento moderado.	Elevada, borde lobular, brillo, tonalidad naranja, mucosidad moderada, crecimiento ligero.	Sin brillo, borde lobular, mucosidad moderada, blanquecino-amarillo, plana, crecimiento abundante.	Crecimiento nulo.	Bacilo-Gram positivo	Catalasa (+) Manitol (-) Cittrato (+) TSI (Fermentador de glucosa)	Microorganismo donde su fuente de carbono es el citrato, sin producción de ácidos y fermentador de glucosa.
MP-5R2-AN-C1	Sin brillo, mucosidad abundante, blanquecino, borde liso, consistencia suave, crecimiento abundante.	Brillo, tonalidad rosa, mucosidad ligera, elevada, borde lobular, consistencia suave, crecimiento ligero a los lados.	Crecimiento nulo.	Crecimiento nulo.	Coco-Gram positivo	Catalasa (+) Manitol (+) Cittrato (+) TSI (Fermentador de glucosa, lactosa y sacarosa)	Microorganismo fermentador de glucosa, lactosa y sacarosa, además del uso del citrato como fuente de carbono y producción de ácidos.

MP-5-TSA	Creimoso, sin brillo, borde lobular, consistencia seca, blanquecino.	Crecimiento al borde, tonalidad rosa, borde regular, con elevación, consistencia suave, cremoso.	Creimoso, blanquecino, borde irregular, consistencia seca, poco brillo.	Sin brillo, seco, rugoso, blanquecino, poco crecimiento.	Bacilos-Gram positivos	Catalasa (-) Manitol (-) Citrato (+) TSI (Fermentador de glucosa)	Microorganismo fermentador de glucosa, además del uso del citrato como fuente de carbono y sin la producción de ácidos.
MP-5-TSA-C1	Blanquecino-amarillo, crecimiento ligero, mucosidad ligera, sin brillo, borde lobulado, plana.	Crecimiento nulo.	Mucosidad abundante, blanquecino, borde lobular, consistencia suave, brillo, poca elevación.	Transparente, borde lobular, mucosidad ligera, plana, consistencia suave, brillo.		Catalasa (+) Manitol (-) Citrato (+) TSI (Fermentador de glucosa)	Microorganismo que no produce ácidos, usa el citrato como fuente de carbono y fermenta glucosa.
<b>Identificación morfológica de Cepas Bacterianas del Suelo Paisaje Alterado por incendio forestal</b>							
MIF-2-AN-C1	Sin brillo, consistencia seca, amarillento, borde lobular, plana, mucosidad moderada, crecimiento abundante.	Crecimiento nulo.	Brillo, borde liso, blanquecino-amarillento, consistencia suave, mucosidad moderada, crecimiento abundante, plana.	Crecimiento nulo.	Bacilo-Gram positivo	Catalasa (+) Manitol (+) Citrato (-) TSI (Fermentador de glucosa)	Microorganismo productor de ácidos, sin el uso de citrato como fuente de carbono.
MIF-2-AN-C2	Transparente, brillo, borde filamentosos, elevado, mucosidad moderada, crecimiento abundante.	Tonalidad rosa, elevado, borde dentado, consistencia suave, mucosidad ligera, brillo, crecimiento abundante	Mucosidad moderada, elevado, blanquecino, borde dentado, crecimiento abundante.	Crecimiento nulo.	Coco-Gram negativo	Catalasa (+) Manitol (+) Citrato (+) TSI (Fermentador de glucosa)	Microorganismo productor de ácidos, emplea el citrato como su fuente de carbono
MIF-2-TSA-C4	Crecimiento abundante, consistencia suave, blanquecino, borde lobular, mucosidad abundante, brillo, con elevación.	Brillo, tonalidad naranja, elevadas, rugoso, mucosidad moderada, borde ondulado.	Tonalidad blanquecina, borde liso, brillo, mucosidad moderada, plana, crecimiento abundante.	Crecimiento nulo.	Cocobacilos-Gram negativos	Catalasa (+) Manitol (-) Citrato (-) TSI (Fermentador de glucosa)	Microorganismo sin liberación de ácidos y sin el empleo del citrato como su fuente de carbono
MIF-2R1-TSA-C2	Crecimiento abundante, consistencia suave, blanquecino, borde liso, mucosidad abundante, sin brillo, con elevación.	Crecimiento nulo.	Tonalidad blanquecina, borde lobular, brillo, mucosidad moderada, plana, crecimiento abundante.	Crecimiento nulo.	Bacilo-Gram positivo	Catalasa (+) Manitol (+) Citrato (+) TSI (Fermentador de glucosa)	Microorganismo con liberación de ácidos y el empleo del citrato como su fuente de carbono
MIF-2R2-AN-C1	Brillo, borde lobular, blanquecino-amarillento, plana, mucosidad moderada, consistencia suave, crecimiento ligero.	Crecimiento nulo.	Transparente, borde lobular, plana, mucosidad ligera, consistencia suave, crecimiento moderado.	Crecimiento ligero, blanquecino, elevado, borde lobular, brillo, mucosidad ligera, consistencia suave.	Bacilo Gram Positiva	Catalasa (+) Manitol (-) Citrato (-) TSI (Fermentador de glucosa)	Microorganismo no productor de ácidos ni del metabolismo de citrato.

MIF-2R2-AN-C2	Poco brillo, blanquecino, consistencia seca, plana, mucosidad ligera, crecimiento abundante.	Color rojizo, brillo, elevado, borde lobular, crecimiento ligero, mucosidad ligera.	Sin brillo, blanquecino, crecimiento abundante, borde liso, plana, mucosidad moderada.	Crecimiento nulo.	Coco-Gram negativo	Catalasa (+) Manitol (+) Citrato (-) TSI (Fermentador de glucosa, sacarosa y lactosa)	Microorganismo productor de ácidos, pero incapaz de metabolizar el citrato para emplearlo como fuente de energía.
MIF-3-TSA-C1	Crecimiento abundante, consistencia suave, blanquecino-amarillento, borde lobular, mucosidad ligera, sin brillo, con elevación.	Crecimiento nulo.	Tonalidad blanquecino-amarillenta, borde liso, poco brillo, mucosidad moderada, plana, crecimiento abundante.	Crecimiento ligero en los alrededores, seca, elevación, sin brillo, borde ondulado, tonalidad blanquecina con alrededores un poco naranjas.	Bacilos-Gram negativo	Catalasa (+) Manitol (+) Citrato (-) TSI (Fermentador de glucosa)	Microorganismo con liberación de ácidos y sin el empleo del citrato como su fuente de carbono
MIF-3-AN-C2	Consistencia seca, mucosidad ligera, sin brillo, borde liso, plana, blanquecino, crecimiento abundante.	Brillo, elevado, mucosidad ligera, colonia transparente-blanco, borde lobular, crecimiento abundante.	Consistencia seca y dura, borde liso, plana, brillo, crecimiento abundante, mucosidad ligera.	Blanquecino, borde filamentoso, brillo, elevado, mucosidad ligera, crecimiento ligero.	Coco-Gram positivo	Catalasa (+) Manitol (+) Citrato (+) TSI (Fermentador de glucosa)	Macroorganismo productor de ácidos y metabolización del citrato.
MIF-3R1-AN-C2	Consistencia seca y dura, sin brillo, blanco-amarillento, elevado, borde filamentoso, crecimiento abundante.	Brillo, tonalidad naranja, crecimiento abundante, consistencia suave, mucosidad moderada, elevado.	Brillo, mucosidad moderada, consistencia suave, borde lobular, plana, blanquecino-amarillento, crecimiento moderado.	Crecimiento ligero, color blanquecino, consistencia seca, borde liso, plana, mucosidad ligera.	Coco-Gram positivos	Catalasa (+) Manitol (+) Citrato (+) TSI (Fermentador de glucosa, sacarosa y lactosa)	Microorganismo libera ácidos y metaboliza el citrato para emplearlo como su única fuente de carbono.
MIF-3R1-AN-C3	Brillo, mucosidad moderada, consistencia suave, blanquecino, borde liso, plana, crecimiento abundante.	Transparente, mucosidad ligera, consistencia suave, poco brillo, borde lobular, crecimiento abundante.	Transparente, mucosidad ligera, consistencia suave, poco brillo, borde lobular, crecimiento abundante.	Brillo, transparente, rugoso, borde liso, plana, crecimiento abundante, mucosidad moderada.	Diplococo-Gram negativo	Catalasa (+) Manitol (+) Citrato (+) TSI (Fermentador de glucosa, sacarosa y lactosa)	Microorganismo libera ácidos y metaboliza el citrato para emplearlo como su única fuente de carbono.
MIF-4-AN-C1	Brillo, blanquecino, consistencia suave, borde ondulado, crecimiento abundante, mucosidad moderada.	Crecimiento nulo.	Sin brillo, consistencia seca, blanquecino, mucosidad ligera, crecimiento moderado, plana, borde lobular.	Crecimiento nulo.	Coco-bacilo gran positivo	Catalasa (+) Manitol (+) Citrato (-) TSI (no fermentador de azúcares)	Microorganismo libera ácidos y no metaboliza el citrato para emplearlo como su única fuente de carbono.
MIF-4-TSA-C1	Consistencia seca, mucosidad ligera, blanquecino, plana, borde liso, crecimiento abundante.	Crecimiento nulo.	Poco brillo, mucosidad moderada, consistencia suave, borde liso, blanquecino-amarillento, crecimiento abundante.	Transparente, consistencia suave, mucosidad ligera, plana, borde liso, crecimiento abundante.	Coco-Gram negativo	Catalasa (+) Manitol (+) Citrato (+)	Microorganismo libera ácidos y metaboliza el citrato para

						TSI (Fermentador de glucosa)	emplearlo como su única fuente de carbono.
MIF-4R1-AN-C2	Brillo, blanquecino-amarillento, mucosidad abundante, consistencia suave, elevado, borde lobular, crecimiento abundante.	Crecimiento nulo.	Brillo, amarillentas, borde filamentosos, mucosidad moderada, consistencia suave, elevado, crecimiento moderado.	Blanquecinas, crecimiento ligero, elevadas, brillo, consistencia suave, mucosidad moderada, borde lobular.	Bacilos-Gram negativos	Catalasa (+) Manitol (-) Citrate (+) TSI (Fermentador de glucosa)	Microorganismo no libera ácidos y metaboliza el citrato para emplearlo como su única fuente de carbono.
MIF-4R1-TSAC1	Crecimiento abundante, consistencia suave, blanquecino, borde lobular, mucosidad ligera, sin brillo, con elevación.	Crecimiento nulo.	Crecimiento abundante, poco brillo, plana, mucosidad moderada, borde, ondulado, tonalidad blanquecina casi amarillenta.	Crecimiento ligero en los alrededores, seca, elevación, sin brillo, borde ondulado, tonalidad blanquecina con alrededores un poco naranjas.	Bacilos-Gram positivo	Catalasa (+) Manitol (-) Citrate (-) TSI (Incapaz de fermentar glucosa)	Microorganismo sin liberación de ácidos y sin el empleo del citrato como su fuente de carbono
MIF-5-AN	Crecimiento abundante, consistencia suave, blanquecino-amarillenta, borde lobular, mucosidad abundante, brillo, con elevación.	Crecimiento nulo.	Crecimiento abundante, poco brillo, plana, mucosidad moderada, borde, ondulado, tonalidad blanquecina casi amarillenta.	Crecimiento nulo.	Cocos-Gram negativo	Catalasa (+) Manitol (-) Citrate (+) TSI (Incapaz de fermentar glucosa)	Microorganismo sin liberación de ácidos y el empleo del citrato como su fuente de carbono
MIF-5R1-AN-C2	Blanquecino, borde dentado, brillo, mucosidad moderada, consistencia suave, crecimiento abundante, elevado.	Tonalidad rosa, elevado, borde lobular, consistencia suave, mucosidad moderada, con brillo, crecimiento ligero.	Blanquecino, mucosidad ligera, consistencia seca, borde lobular, plana, sin brillo, crecimiento abundante.	Blanco, mucosidad moderada, brillo, elevado, borde lobular, consistencia suave, crecimiento ligero.	Coco-Gram positivo	Catalasa (-) Manitol (+) Citrate (-) TSI (Fermentador de glucosa, sacarosa y lactosa)	Microorganismo libera ácidos y no metaboliza el citrato para emplearlo como su única fuente de carbono.

### Identificación morfológica de Cepas Bacterianas del Intestino de los escarabajos en Paisaje Conservado-Bosque Natural

Código	Morfología en Agar Nutritivo	Morfología en macConkey	Morfología en Luria Bertani	Morfología en Centrimide	Tinción Gram	Pruebas bioquímicas	Metabolismo
--------	------------------------------	-------------------------	-----------------------------	--------------------------	--------------	---------------------	-------------

MBN-P3-7535-PURO-AN-SCARA B-Mix-TSA-Co11	Crecimiento ligero, consistencia suave, blanquecino, borde lobular, mucosidad ligera, brillo, elevado.	Crecimiento nulo	Crecimiento ligero, mucosidad moderada, plana, sin brillo, borde lobular, tonalidad blanquecina.	Crecimiento casi nulo, mucosidad moderada, sin brillo, borde lobular, tonalidad blanquecina.	Bacilo Gram-positivo	Catalasa (+) Manitol (-) Citrate (-) TSI (Incapaz de fermentar glucosa u otros)	Macroorganismo con presencia de la enzima catalasa, no emplea citrato como su fuente de carbono y no libera ácidos.
MBN-P3-7535-C	Crecimiento abundante, consistencia suave, blanquecino, borde lobular, mucosidad abundante, sin brillo, plana.	Crecimiento nulo	Crecimiento abundante, consistencia suave, transparentoso, borde liso, mucosidad ligera, sin brillo, plana.	Crecimiento nulo.	Coco-bacilo Gram positivo	Catalasa (+) Manitol (-) Citrate (-) TSI (Fermentador de glucosa)	Microorganismo con la presencia de la enzima catalasa, no libera ácidos y tampoco emplea el citrato como su fuente de carbono.
MBN-P3-7536-PURO-C1-NA-SCARA B-MIX-TSA-Co11	Crecimiento abundante, consistencia suave, blanquecino, borde lobular, mucosidad abundante, sin brillo, plana.	Crecimiento nulo	Crecimiento abundante, consistencia suave, blanquecino, borde liso, mucosidad abundante, sin brillo, plana.	Crecimiento casi nulo, consistencia suave, blanquecino, borde lobular, mucosidad ligera, sin brillo, elevada.	Bacilo Gram negativo	Catalasa (+) Manitol (-) Citrate (-) TSI (Incapaz de fermentar glucosa u otros)	Macroorganismo con presencia de la enzima catalasa, no emplea citrato como su fuente de carbono y no libera ácidos.
MBN-P3-7539-PURO-AN-SCARA B-MIX-TSA-Co2	Crecimiento abundante, consistencia suave, blanquecino, borde lobular, mucosidad abundante, sin brillo, plana.	Crecimiento nulo	Crecimiento abundante, mucosidad moderada, plana, sin brillo, borde lobular, tonalidad blanquecina-amarillenta.	Crecimiento casi nulo, consistencia suave, blanquecino, borde lobular, mucosidad ligera, sin brillo, elevada.	Bacilo Gram positivo	Catalasa (+) Manitol (-) Citrate (+) TSI (Fermentador de glucosa)	Macroorganismo con presencia de la enzima catalasa, emplea citrato como su fuente de carbono y no libera ácidos.
MBN-P3-7536-PURO-C2-NA-	Crecimiento moderado, consistencia suave, blanquecino-amarillento, borde lobular, mucosidad abundante, brillo, elevada.	Crecimiento nulo	Crecimiento abundante, consistencia suave, blanquecino, borde lobular, mucosidad abundante, sin brillo, elevada.	Crecimiento nulo	Cocos Gram negativo	Catalasa (-) Manitol (-) Citrate (-) TSI (Fermentador de glucosa)	Microorganismo sin la enzima catalasa, sin la liberación de ácidos, y sin el uso del citrato como su

SCARA B							única fuente de carbono.
MBN-P3-7536-DIREC TO-PURO-C3-NA-SCARA B	Crecimiento moderado, consistencia suave, blanquecino, borde lobular, mucosidad abundante, sin brillo, plana	Crecimiento nulo	Crecimiento abundante, consistencia suave, blanquecino, borde liso, mucosidad abundante, sin brillo, plana.	Crecimiento ligero, consistencia suave, blanquecino, borde lobular, mucosidad abundante, sin brillo, elevada.	Bacilo Gram positivo	Catalasa (+) Manitol (-) Citrato (-) TSI (Fermentador de glucosa)	Microorganismo con la enzima catalasa, sin la liberación de ácidos, y sin el uso del citrato como su única fuente de carbono.
MBN-P3-7536-PURO-C1-NA-SCARA B-Mixto	Crecimiento moderado, consistencia suave, blanquecino, borde lobular, mucosidad abundante, sin brillo, plana	Crecimiento ligero, mucosidad moderada, elevada, brillo, borde lobular, tonalidad rosa.	Crecimiento moderado, consistencia suave, blanquecino, borde liso, mucosidad abundante, sin brillo, plana.	Crecimiento nulo	Bacilo Gram positivo	Catalasa (+) Manitol (-) Citrato (-) TSI (Incapaz de fermentar glucosa u otros)	Microorganismo con la enzima catalasa, sin la liberación de ácidos, y sin el uso del citrato como su única fuente de carbono.
<b>Identificación morfológica de Cepas Bacterianas del Intestino de los escarabajos en Pastizal</b>							
MP-P2-7537-PURO-C1-NA-SCARA B-MIXTO	Crecimiento moderado, consistencia suave, blanquecino, borde lobular, mucosidad moderada, brillo, elevado.	Crecimiento nulo	Crecimiento abundante, consistencia suave, blanquecino, borde liso, mucosidad abundante, brillo, plana.	Crecimiento nulo	Bacilo Gram-negativo	Catalasa (+) Manitol (-) Citrato (+) TSI (Fermentador de glucosa)	Microorganismo fermentador de glucosa, con el uso de citrato como fuente de carbono, sin la liberación de ácidos. .
MP-P2-7537-PURO-C1-NA-SCARA B-MIX-TSA-Co12	Crecimiento abundante, consistencia suave, blanquecino-amarillento, borde lobular, mucosidad abundante, sin brillo, plana.	Crecimiento nulo.	Crecimiento abundante, consistencia suave, blanquecino, borde lobular, mucosidad abundante, sin brillo, plana.	Crecimiento nulo.	Bacilo Gram negativo	Catalasa (+) Manitol (+) Citrato (+) TSI (Fermentador de glucosa)	Microorganismo con la enzima catalasa, la liberación de ácidos y el uso del citrato como su única fuente de carbono.
MP-P3-7538-PURO-C5-NA-	Crecimiento abundante, consistencia suave, transparentoso-blanquecino, borde lobular, mucosidad ligera, sin brillo, plana.	Crecimiento nulo	Crecimiento abundante, consistencia suave, blanquecino-amarillento, borde lobular,	Crecimiento casi nulo, consistencia suave, blanquecino, borde lobular,	Bacilo Gram positivo	Catalasa (+) Manitol (-) Citrato (+)	Microorganismo con la enzima catalasa, pero sin la liberación de

SCARA B			mucosidad abundante, sin brillo, plana.	mucosidad ligera, sin brillo, elevada		TSI (Fermentador de glucosa)	ácidos y el uso del citrato como su única fuente de carbono.
MP-P3-7538	Crecimiento moderado, consistencia suave, transparentoso, borde liso, mucosidad abundante, sin brillo, plana.	Crecimiento nulo	Crecimiento abundante, mucosidad moderada, plana, sin brillo, borde liso, tonalidad blanquecina.	Crecimiento casi nulo, consistencia suave, blanquecino, borde lobular, mucosidad ligera, sin brillo, elevada.	Bacilo Gram positivo	Catalasa (+) Manitol (+) Citrato (-) TSI (Incapaz de fermentar glucosa u otros)	Microorganismo con la enzima catalasa y la liberación de ácidos, pero sin el uso del citrato como su única fuente de carbono.
MP-P2-7537-PURO-C1-NA-SCARA B-Mixto-TSA-col1	Crecimiento moderado, consistencia suave, blanquecino-amarillento, borde lobular, mucosidad abundante, sin brillo, plana.	Crecimiento abundante, mucosidad moderada, elevación, brillo, borde ondulado, tonalidad rosa.	Crecimiento abundante, consistencia suave, blanquecino, borde lobular, mucosidad abundante, sin brillo, plana.	Crecimiento casi nulo, consistencia suave, blanquecino, borde lobular, mucosidad ligera, sin brillo, elevada	Coco-Bacilo Gram negativo	Catalasa (+) Manitol (-) Citrato (-) TSI (Fermentador de glucosa)	Microorganismo con la enzima catalasa, sin la liberación de ácidos, y sin el uso del citrato como su única fuente de carbono.
MP-P3-7538-PURO-C4NA-SCARA B-Mixto-TSA-Col2	Crecimiento abundante, consistencia suave, blanquecino, borde liso, mucosidad abundante, brillo, plana.	Crecimiento nulo	Crecimiento abundante, consistencia suave, blanquecino, borde lobular, mucosidad moderada, brillo, plana.	Crecimiento nulo	Bacilo Gram negativo	Catalasa (+) Manitol (+) Citrato (+) TSI (Fermentador de glucosa)	Microorganismo con la enzima catalasa, la liberación de ácidos, y el uso del citrato como su única fuente de carbono.
MP-P3-7538-PURO-C4-NA-SCARA B-Mixto-TSA-Col3	Crecimiento ligero, consistencia suave, blanquecino, borde lobular, mucosidad abundante, brillo, elevada	Crecimiento nulo	Crecimiento moderado, consistencia suave, blanquecino, borde liso, mucosidad abundante, sin brillo, plana.	Crecimiento ligero, consistencia suave, blanquecino-amarillento, borde lobular, mucosidad moderada, sin brillo, elevada.	Coco-Bacilo Gram positivos	Catalasa (+) Manitol (-) Citrato (-) TSI (Fermentador de glucosa)	Microorganismo con la enzima catalasa, sin la liberación de ácidos, y sin el uso del citrato como su única fuente de carbono.
<b>Identificación morfológica de Cepas Bacterianas del Intestino de los escarabajos en Incendio Forestal</b>							

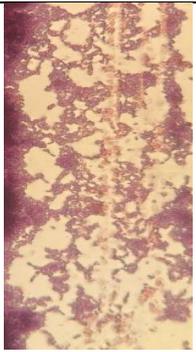
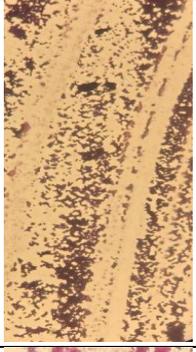
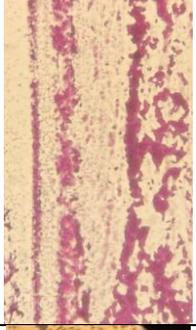
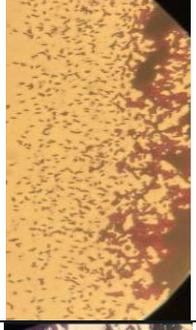
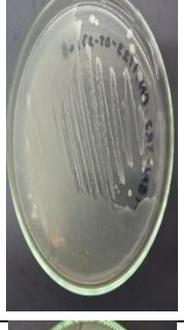
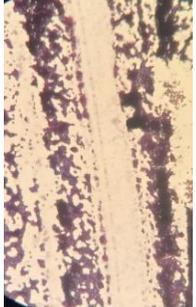
MIF-P3-7540	Crecimiento abundante, consistencia suave, blanquecino, borde lobular, mucosidad abundante, sin brillo, plano.	Crecimiento moderado, mucosidad ligera, brillo, borde lobular, tonalidad rosa.	Crecimiento abundante, mucosidad moderada, plana, sin brillo, borde lobular, tonalidad blanquecina.	Crecimiento casi nulo, mucosidad ligera, brillo, borde lobular, tonalidad blanquecina, elevada.	Bacilo Gram-positivo	Catalasa (+) Manitol (-) Citrato (+) TSI (Fermentador de glucosa)	Microorganismo que no libera ácidos, presencia de la enzima catalasa, y hace uso del citrato como su única fuente de carbono.
MIF-P3-7539-DICHO T-C1-NA-SCARA B-MIX-TSA-COL2	Crecimiento moderado, consistencia suave, blanquecino, borde lobular, mucosidad abundante, sin brillo, elevado.	Crecimiento nulo	Crecimiento abundante, consistencia suave, blanquecino, borde liso, mucosidad abundante, sin brillo, plana.	Crecimiento casi nulo, mucosidad ligera, brillo, borde lobular, tonalidad blanquecina, elevada.	Bacilo Gram-positivo	Catalasa (+) Manitol (-) Citrato (+) TSI (Incapaz de fermentar glucosa u otros)	Microorganismo con la presencia de la enzima catalasa, y con el uso de citrato como su única fuente de carbono, además de no liberar ácidos.
MIF-P3-7539-5R1-NA-SCARA B	Crecimiento abundante, mucosidad moderada, plana, sin brillo, borde lobular, tonalidad naranja	Crecimiento nulo.	Crecimiento abundante, mucosidad ligera, plana, sin brillo, borde lobular, tonalidad naranja	Crecimiento casi nulo, mucosidad ligera, plana, sin brillo, borde lobular, tonalidad naranja	Bacilo Gram negativo	Catalasa (+) Manitol (-) Citrato (-) TSI (Fermentador de glucosa)	Microorganismo con la enzima catalasa, sin la liberación de ácidos y sin el uso del citrato como su única fuente de carbono.
MIF-P3-7539-DICHO T-C3-NA-SCARA B-MIX-TSA-Col1	Crecimiento abundante, consistencia suave, transparentoso, borde lobular, mucosidad abundante, sin brillo, plana.	Crecimiento nulo.	Crecimiento abundante, consistencia suave, blanquecino, borde lobular, mucosidad abundante, sin brillo, plana.	Crecimiento casi nulo, consistencia suave, blanquecino, borde lobular, mucosidad ligera, sin brillo, elevada	Bacilo-Gram positivo	Catalasa (+) Manitol (+) Citrato (+) TSI (Fermentador de glucosa)	Microorganismo con la enzima catalasa, la liberación de ácidos y el uso del citrato como su única fuente de carbono.
MIF-P3-7540-	Crecimiento abundante, consistencia suave, blanquecino,	Crecimiento nulo	Crecimiento abundante, consistencia suave, blanquecino,	Crecimiento nulo	Bacilo Gram positivo	Catalasa (+) Manitol (-) Citrato (-)	Microorganismo con la enzima catalasa, sin la

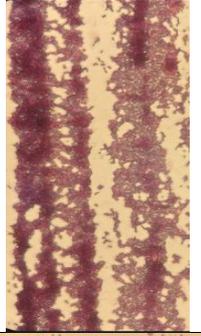
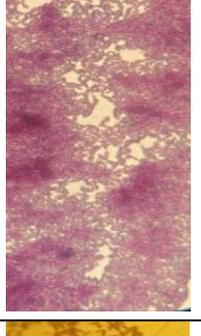
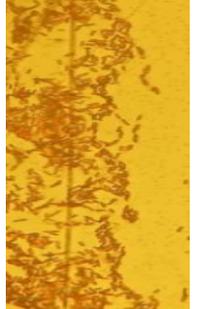
PURO-C1-NA-SCARA B-MIX-TSA-Co11	borde lobular, mucosidad moderada, brillo, elevado		borde liso, mucosidad moderada, sin brillo, plana.			TSI (Fermentador de glucosa)	liberación de ácidos y sin el uso del citrato como su única fuente de carbono.
MIF-P3-7539-DICHO T-C1-NA-SCARA B-MIX-TSA-Co11	Crecimiento moderado, consistencia suave, blanquecino, borde lobular, mucosidad moderada, brillo, elevado.	Crecimiento abundante, mucosidad moderada, plana, brillo, borde liso, tonalidad rosa.	Crecimiento abundante, consistencia suave, blanquecino, borde liso, mucosidad moderada, sin brillo, plana.	Crecimiento abundante, consistencia suave, transparentoso-blanquecino, borde liso, mucosidad moderada, sin brillo, plana	Bacilo-Gram positivo	Catalasa (+) Manitol (+) Citrato (-) TSI (Fermentador de glucosa, lactosa y sacarosa)	Microorganismo con la enzima catalasa y la liberación de ácidos, pero sin el uso del citrato como su única fuente de carbono.
MIF-P3-7539	Crecimiento abundante, mucosidad moderada, plana, sin brillo, borde lobular, tonalidad blanquecina.	Crecimiento nulo	Crecimiento abundante, mucosidad moderada, plana, sin brillo, borde liso, tonalidad blanquecina.	Crecimiento nulo.	Bacilo-Gram positivo	Catalasa (+) Manitol (-) Citrato (-) TSI (Fermentador de glucosa)	Microorganismo con la enzima catalasa, sin la liberación de ácidos, y sin el uso del citrato como su única fuente de carbono.
MIF-P3-7539-DICHO T-C3-TSA-SCARA B-MIX-TSA-Co12	Crecimiento moderado, mucosidad moderada, elevada, sin brillo, borde lobular, tonalidad blanquecina.	Crecimiento nulo	Crecimiento abundante, mucosidad moderada, plana, sin brillo, borde liso, tonalidad blanquecina.	Crecimiento nulo.	Bacilo Gram negativo	Catalasa (+) Manitol (+) Citrato (-) TSI (Incapaz de fermentar glucosa u otros)	Microorganismo con la enzima catalasa y la liberación de ácidos, pero sin el uso del citrato como fuente de carbono.
MIF-P3-7539-PURO-C4NA-	Crecimiento moderado, consistencia suave, blanquecino, borde lobular, mucosidad abundante, sin brillo, elevada.	Crecimiento nulo	Crecimiento abundante, consistencia suave, blanquecino, borde lobular, mucosidad abundante, sin brillo, plana.	Crecimiento nulo.	Bacilo Gram positivo	Catalasa (+) Manitol (-) Citrato (-) TSI (Fermentador de glucosa)	Microorganismo con la enzima catalasa, sin la liberación de ácidos, y sin el uso del citrato como su

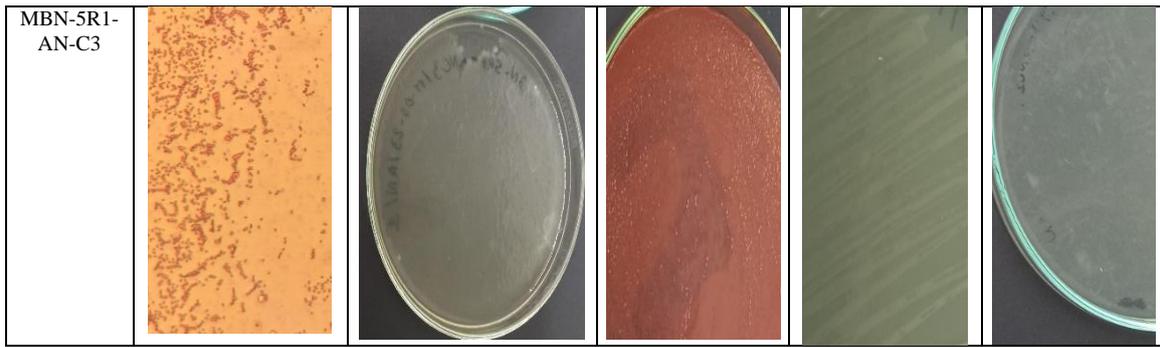
SCRAB -Mixto							única fuente de carbono.
MIF- P3- 7539- PURO- C4-NA- SCARA B- Mixto- TSA- Col1	Crecimiento ligero, consistencia suave, blanquecino, borde liso, mucosidad abundante, brillo, plana.	Crecimiento nulo.	Crecimiento ligero, consistencia suave, blanquecino-amarillento, borde lobular, mucosidad abundante, sin brillo, plana.	Crecimiento nulo	Bacilo Gram negativo	Catalasa (+) Manitol (-) Citrato (-) TSI (Fermentador de glucosa)	Microorganismo con la enzima catalasa, sin la liberación de ácidos, y sin el uso del citrato como su única fuente de carbono.
MIF- P3- 7539- PURO	Crecimiento ligero, consistencia suave, blanquecino, borde lobular, mucosidad abundante, brillo, elevada	Crecimiento ligero, mucosidad moderada, elevada, brillo, borde lobular, tonalidad rosa.	Crecimiento moderado, consistencia suave, blanquecino, borde liso, mucosidad abundante, sin brillo, plana.	Crecimiento ligero, consistencia suave, blanquecino-amarillento, borde lobular, mucosidad moderada, sin brillo, elevada.	Bacilo Gram negativo	Catalasa (+) Manitol (+) Citrato (-) TSI (Fermentador de glucosa)	Microorganismo con la enzima catalasa y la liberación de ácidos, pero sin el uso del citrato como su única fuente de carbono.

**Anexo 2.** Registro fotográfico de la siembra de aislados en los 3 medios específicos, así como su tinción Gram tanto del suelo como del intestino de los escarabajos estercoleros

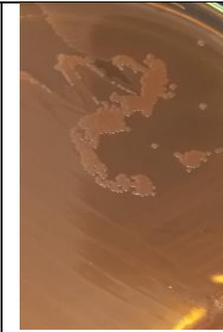
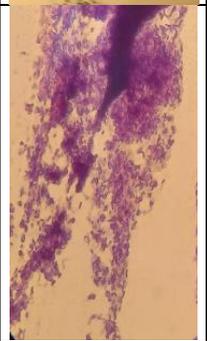
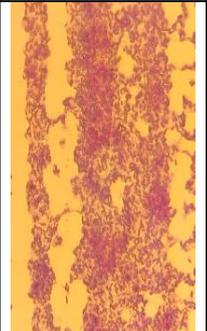
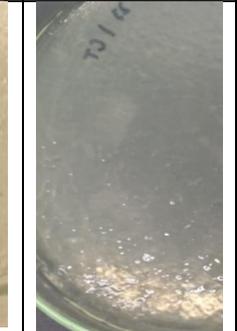
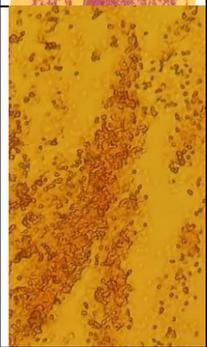
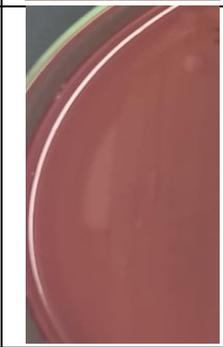
Identificación morfológica de Cepas Bacterianas del Suelo Paisaje Conservado-Bosque Natural					
Código	Tinción	Agar Nutritivo	MacCkonkey	LB	Centrimide
MBN-2-TSA-C1 34					
MBN-2R1-TSA-C1 32					
MBN-2R1-TSA-C2 42					
MBN-2R2-AN-C2 46					

MBN-3-TSA-C1  38					
MBN-3-TSA-C2  35					
MBN-3R1-TSAC1  37					
MBN-3R2-AN-C1  33					
MBN-4R1-TSAC2  47					

<p>MBN-4R2-AN 54</p>					
<p>MBN-4-TSAC3 48</p>					
<p>MBN-5-AN-C2 51</p>					
<p>MBN-5R1-AN-C1 52</p>					
<p>MBN-5R1-AN-C2 39</p>					



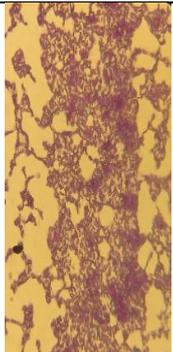
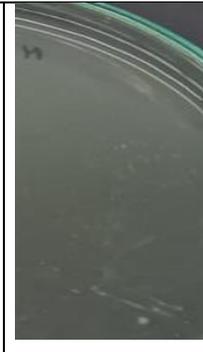
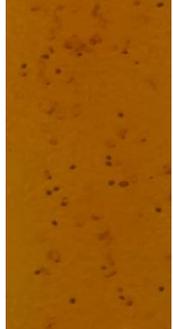
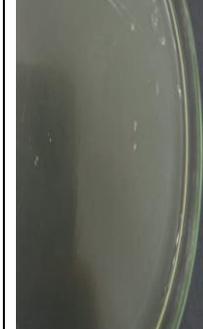
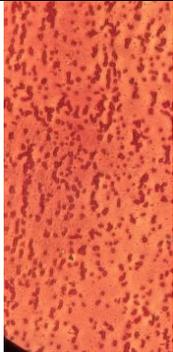
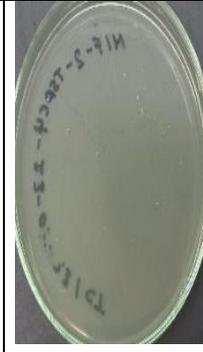
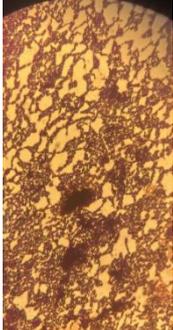
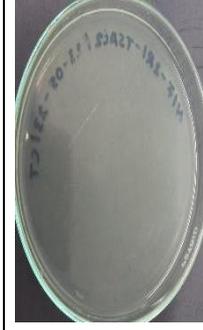
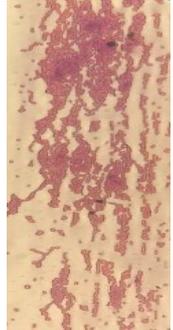
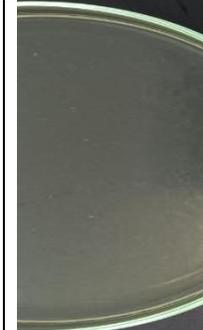
Identificación morfológica de Cepas Bacterianas del Suelo Paisaje Pastizal					
Código	Tinción	Agar Nutritivo	MacCkonkey	LB	Cetrimide
MP-2-TSA-CICNI					
MP-2-AN-C3					
MP-2-AN-C2 SE REPITE					

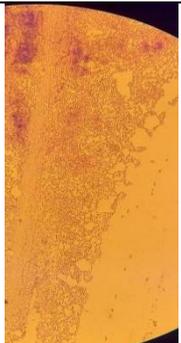
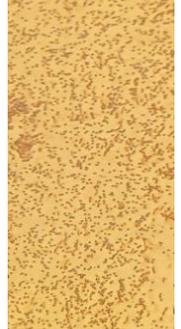
MP-2R1-TSA-CICNI					
MP-3R1-TSA-C1					
MP-3R1-AN-C2					
MP-3R2-AN-C1					
MP-4-TSA-C1					

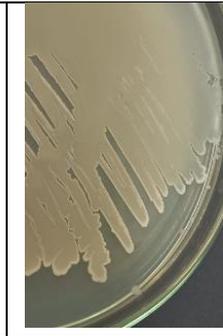
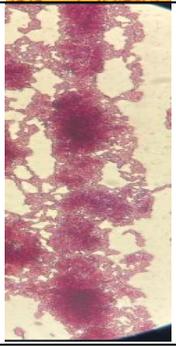
MP-4-AN-C2					
MP-4R1-TSA-C1					
MP-4R2-AN					
MP-5-AN-C2					
MP-5R1-TSA					

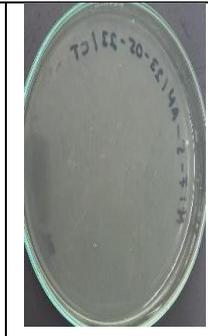
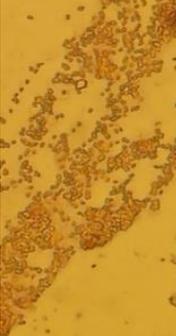
MP-5R2-AN-C1					
MP-5-TSA					
MP-5-TSA-C1					

Identificación morfológica de Cepas Bacterianas del Suelo Paisaje Alterado por incendio forestal					
Código	Tinción	Agar Nutritivo	MacCkonkey	LB	Cetrimide
MIF-2-AN-C1					

<p>MIF-2-AN-C3</p>					
<p>MIF-2-AN-C2</p>					
<p>MIF-2-TSA-C4 53</p>					
<p>MIF-2R1-TSA-C2 43</p>					
<p>MIF-2R1-AN-C3 SE REPITE</p>					

<p>MIF-2R2-AN-C1</p>					
<p>MIF-2R2-AN-C2</p>					
<p>MIF-3-TSA-C1 49</p>					
<p>MIF-3-AN-C2</p>					
<p>MIF-3R1-AN-C2</p>					

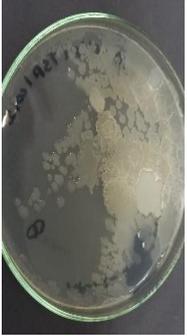
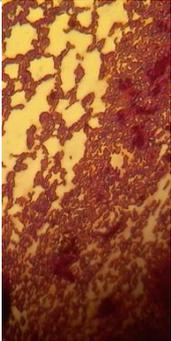
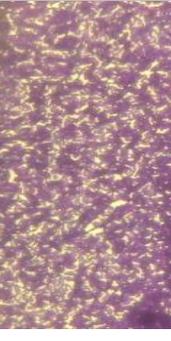
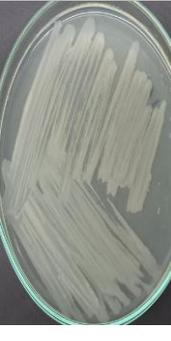
MIF-3R1-AN-C3					
MIF-4-AN-C1					
MIF-4-TSA-C1					
MIF-4R1-AN-C2					
MIF-4R1-TSAC1 44					

<p>MIF-5-AN</p> <p>36</p>					
<p>MIF-5R1-AN-C2</p>					
<p>MIF-5R2-AN-C1</p> <p>40</p>					
<p>MIF-5R1-TSACI</p>					
<p>MIF-P3</p>					

Identificación morfológica de Cepas Bacterianas del tracto digestivo de escarabajos estercoleros Paisaje Conservado-Bosque Natural					
Código	Tinción	Agar Nutritivo	MacConkey	LB	Cetrimide
MBN-P3-7535-PURO-AN-SCARAB-Mix-TSA-Col1 1					
MBN-P3-7535-C 5					
MBN-P3-7536-PURO-C1-NA-SCARAB-MIX-TSA-Col1 7					
MBN-P3-7539-PURO-AN-SCARAB-MIX-TSA-Col2 16					

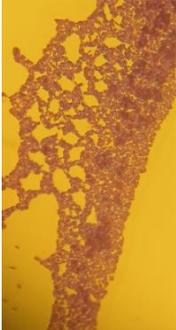
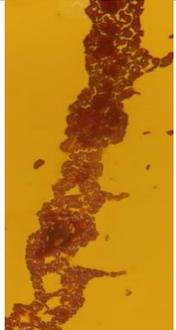
MBN-P3-7536-PURO-C2-NA-SCARAB 18					
MBN-P3-7536-DIRECTO-PURO-C3-NA-SCARAB 22					
MBN-P3-7536-PURO-C1-NA-SCARAB-Mixto 23					

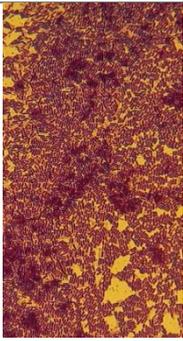
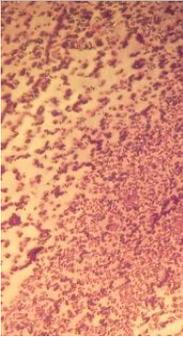
Identificación morfológica de Cepas Bacterianas del tracto digestivo de escarabajos estercoleros Paisaje Pastizal					
Código	Tinción	Agar Nutritivo	MacConkey	LB	Centrimide
MP-P2-7537-PURO-C1-NA-SCARAB-MIXTO 2					

<p>MP-P2-7537-PURO-C1-NA-SCARAB-MIX-TSA-Col2</p> <p>8</p>					
<p>MP-P3-7538-PURO-C5-NA-SCARAB</p> <p>10</p>					
<p>MP-P3-7538</p> <p>15</p>					
<p>MP-P2-7537-PURO-C1-NA-SCARAB-Mixto-TSA-coll1</p> <p>19</p>					

MP-P3-7538-PURO-C4NA-SCARAB-Mixto-TSA-Col2 20					
MP-P3-7538-PURO-C4NA-SCARAB-Mixto-TSA-Col3 24					

Identificación morfológica de Cepas Bacterianas del tracto digestivo de escarabajos estercoleros Paisaje Alterado por incendio forestal					
Código	Tinción	Agar Nutritivo	MacCkonkey	LB	Centrimide
MIF-P3-7540 3					
MIF-P3-7539-DICHOT-C1-NA-SCARAB-MIX-TSA-COL2 4					

<p>MIF-P3-7539-5R1-NA-SCARAB</p> <p>6</p>					
<p>MIF-P3-7539-DICHOT-C3-NA-SCARAB-MIX-TSA-Coll</p> <p>9</p>					
<p>MIF-P3-7540-PURO-C1-NA-SCARAB-MIX-TSA-Coll</p> <p>11</p>					
<p>MIF-P3-7539-DICHOT-C1-NA-SCARAB-MIX-TSA-Coll</p> <p>12</p>					

<p>MIF-P3-7539 13</p>					
<p>MIF-P3-7539-DICHOT-C3-TSA-SCARAB-MIX-TSA-Col2 14</p>					
<p>MIF-P3-7539-PURO-C4NA-SCARAB-Mixto 17</p>					
<p>MIF-P3-7539-PURO-C4-NA-SCARAB-Mixto-TSA-Col1 21</p>					



**Anexo 3.** Registro fotográfico de la siembra de aislados en 3 medios Manitol, Citrato, TSI, así como la aplicación de la prueba Catalasa tanto del suelo como del intestino de los escarabajos estercoleros

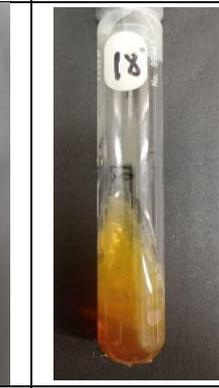
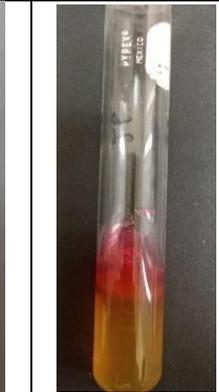
Identificación morfológica de Cepas Bacterianas del Suelo Paisaje Conservado-Bosque Natural				
Código	Prueba Catalasa	Prueba de Manitol	Prueba de Citrato	Prueba de TSI
MBN-2- TSA-C1  34				
MBN- 2R1-TSA- C1 32				

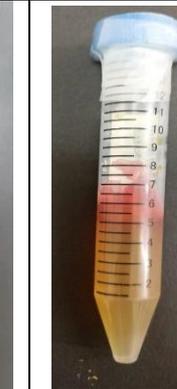
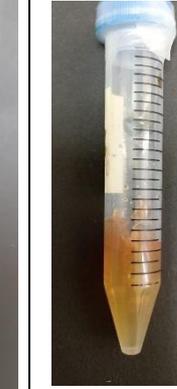
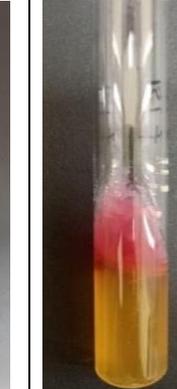
<p>MBN-2R1-TSA-C2 42</p>				
<p>MBN-2R2-AN-C2 46</p>				
<p>MBN-3-TSA-C1 38</p>				
<p>MBN-3-TSA-C2 35</p>				

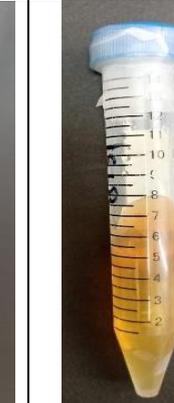
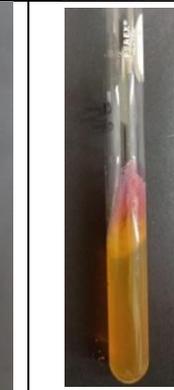
<p>MBN-3R1-TSA-C1 37</p>				
<p>MBN-3R2-AN-C1 33</p>				
<p>MBN-4R1-TSA-C2 47</p>				
<p>MBN-4R2-AN 54</p>				

<p>MBN-4- TSAC3 48</p>				
<p>MBN-5- AN-C2 51</p>				
<p>MBN- 5R1-AN- C1 52</p>				
<p>MBN- 5R1-AN- C2 39</p>				

MBN-5R1-AN-C3  1				
------------------------	---	---	--	---

Identificación morfológica de Cepas Bacterianas del Suelo Paisaje Pastizal				
Código	Prueba Catalasa	Prueba de Manitol	Prueba de Citrato	Prueba de TSI
MP-2-TSA-CICNI  21				
MP-2-AN-C3  13				
MP-2-AN-C2  26				

<p>MP-2R1-TSA-CICNI</p> <p>18</p>				
<p>MP-3R1-TSA-C1</p> <p>24</p>				
<p>MP-3R1-AN-C2</p> <p>28</p>				
<p>MP-3R2-AN-C1</p> <p>7</p>				

<p>MP-4-TSA-C1</p> <p>19</p>	 <p>19 CT</p>			
<p>MP-4-AN-C2</p> <p>15</p>	 <p>15 CT</p>			
<p>MP-4R1-TSA-C1</p> <p>8</p>	 <p>8 CT</p>			
<p>MP-4R2-AN</p> <p>20</p>	 <p>20 CT</p>			

<p>MP-5-AN-C2</p> <p>16</p>	 <p>16 CT</p>			
<p>MP-5R1-TSA</p> <p>27</p>	 <p>27 CT</p>			
<p>MP-5R2-AN-C1</p> <p>6</p>	 <p>6 CT</p>			
<p>MP-5-TSA</p> <p>5</p>	 <p>5 CT</p>			

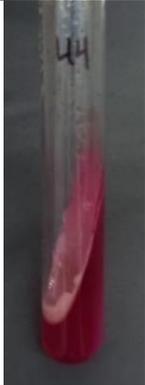
MP-5-TSA-C1  25				
-----------------------	---	---	--	---

Identificación morfológica de Cepas Bacterianas del Suelo Paisaje Alterado por incendio forestal				
Código	Prueba Catalasa	Prueba de Manitol	Prueba de Citrato	Prueba de TSI
MIF-2-AN-C1  10				
MIF-2-AN-C3  9				

<p>MIF-2-AN-C2</p> <p>22</p>				
<p>MIF-2-TSA-C4</p> <p>53</p>				
<p>MIF-2R1-TSA-C2</p> <p>43</p>				
<p>MIF-2R1-AN-C3</p> <p>31</p>				

<p>MIF-2R2-AN-C1</p> <p>11</p>				
<p>MIF-2R2-AN-C2</p> <p>23</p>				
<p>MIF-3-TSA-C1</p> <p>49</p>				
<p>MIF-3-AN-C2</p> <p>17</p> <p>MIF-3-AN-C2</p>				

<p>MIF-3R1-AN-C2</p> <p>14</p>				
<p>MIF-3R1-AN-C3</p> <p>4</p>				
<p>MIF-4-TSA-C1</p> <p>12</p>				
<p>MIF-4R1-AN-C2</p> <p>30</p>				

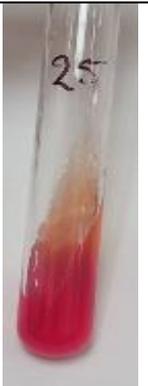
<p>MIF-4R1-TSAC1</p> <p>44</p>				
<p>MIF-4-AN-C1</p> <p>29</p>				
<p>MIF-5-AN</p> <p>36</p>				
<p>MIF-5R1-AN-C2</p> <p>3</p>				

MIF-5R2- ANCI 40				
MIF-5R1- TSACI 2				
MIF-P3				

Identificación morfológica de Cepas Bacterianas del tracto digestivo de escarabajos estercoleros Paisaje Conservado-Bosque Natural				
Código	Prueba Catalasa	Prueba de Manitol	Prueba de Citrato	Prueba de TSI

<p>MBN-P3-7535-PURO-AN-SCARAB-Mix-TSA-Col1</p> <p>1</p>				
<p>MBN-P3-7535-C</p> <p>5</p>				
<p>MBN-P3-7536-PURO-C1-NA-SCARAB-MIX-TSA-Col1</p> <p>7</p>				
<p>MBN-P3-7539-PURO-AN-SCARAB-MIX-TSA-Col2</p> <p>16</p>				

<p>MBN-P3-7536-PURO-C2-NA-SCARAB</p> <p>18</p>				
<p>MBN-P3-7536-DIRECTO-PURO-C3-NA-SCARAB</p> <p>22</p>				
<p>MBN-P3-7536-PURO-C1-NA-SCARAB-Mixto</p> <p>23</p>				
<p>MP-P3-7538-PURO-C4-NA-SCARAB-Mixto-TSA-Col3</p> <p>24</p>				

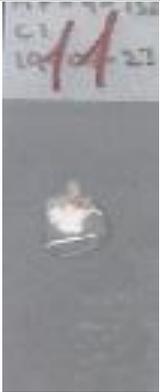
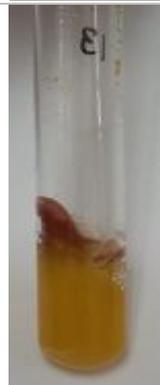
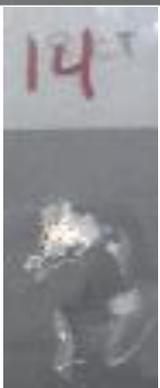
MIF-P3-7539-PURO 25				
------------------------	---	---	--	---

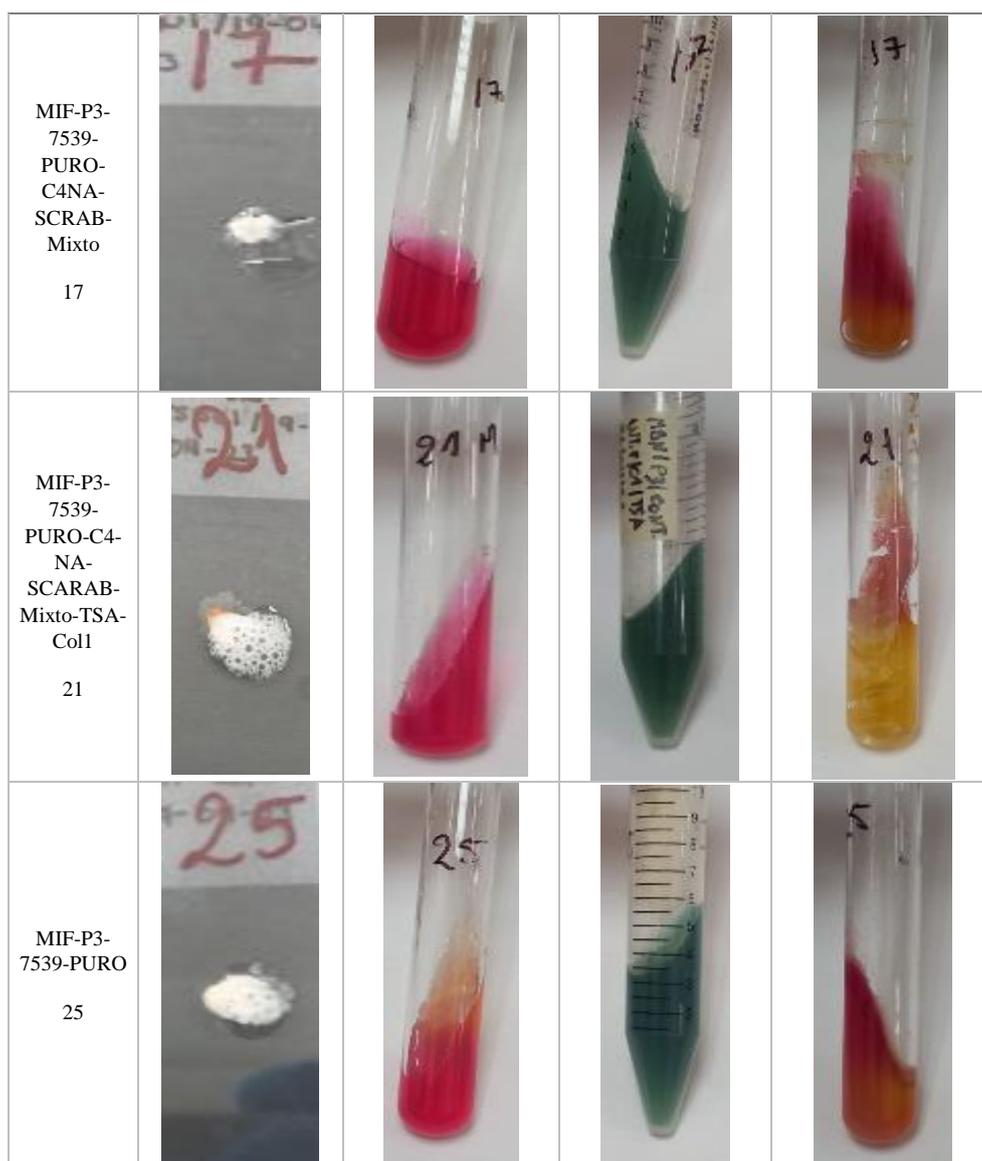
Identificación morfológica de Cepas Bacterianas del tracto digestivo de escarabajos estercoleros Paisaje Pastizal				
Código	Prueba Catalasa	Prueba de Manitol	Prueba de Citrato	Prueba de TSI
MP-P2-7537-PURO-C1-NA-SCARAB-MIXTO 2				
MP-P2-7537-PURO-C1-NA-SCARAB-MIX-TSA-Col2 8				
MP-P3-7538-PURO-C5-NA-SCARAB 10				

MP-P3-7538 15				
MP-P2-7537-PURO-C1-NA-SCARAB-Mixto-TSA-col1 19				
MP-P3-7538-PURO-C4NA-SCARAB-Mixto-TSA-Col2 20				
MP-P3-7538-PURO-C4-NA-SCARAB-Mixto-TSA-Col3 24				

Identificación morfológica de Cepas Bacterianas del tracto digestivo de escarabajos estercoleros Paisaje Alterado por incendio forestal				
Código	Prueba Catalasa	Prueba de Manitol	Prueba de Citrato	Prueba de TSI

<p>MIF-P3-7540 3</p>				
<p>MIF-P3-7539-DICHOT-C1-NA-SCARAB-MIX-TSA-COL2 4</p>				
<p>MIF-P3-7539-5R1-NA-SCARAB 6</p>				
<p>MIF-P3-7539-DICHOT-C3-NA-SCARAB-MIX-TSA-Col1 9</p>				

<p>MIF-P3-7540-PURO-C1-NA-SCARAB-MIX-TSA-Col1</p> <p>11</p>				
<p>MIF-P3-7539-DICHOT-C1-NA-SCARAB-MIX-TSA-Col1</p> <p>12</p>				
<p>MIF-P3-7539</p> <p>13</p>				
<p>MIF-P3-7539-DICHOT-C3-TSA-SCARAB-MIX-TSA-Col2</p> <p>14</p>				



**Anexo 4.** Descripción morfológica y bioquímica de los géneros identificados en el intestino de los escarabajos y el suelo en cada cobertura vegetal

Géneros identificados de Cepas Bacterianas del suelo en Paisaje Conservado-Bosque Natural	
Género	Descripción
<i>Pseudomonas</i>	Forma de varillas rectas o un poco curvas, son Gram negativas, móviles por sus flagelos polares y pocas son inmóviles. Se caracterizan por tener un metabolismo estrictamente aerobio en donde el oxígeno actúa como aceptor terminal de electrones (Brener et al., 2005). Un aspecto clave para la identificación es la síntesis del citrato, ya que los aislados identificados con este género arrojaron un positivo en la aplicación de la prueba además de evidenciar crecimiento en el medio específico de cetrímide.
<i>Salmonella</i>	Gram negativos, con forma de bastoncillos que suelen ser en su mayoría móviles y que por lo general suelen empelar el citrato como su única fuente de carbono, son fermentadoras de la glucosa produciendo gas, pero no lactosa por una encima especializada que posee (Brener et al., 2005). En la identificación de las cepas a las cuales se les asigno dicho género arrojaron crecimiento en agar MacConkey y en LB a excepción del agar cetrímide. La presencia de enzima catalasa, el uso del citrato y la fermentación de la glucosa, pero la prueba de manitol fue negativa por lo que se determinó que el microorganismo identificado no liberaba ácidos.

<b><i>Staphylococcus</i></b>	Gram positivos con forma de cocos los cuales pueden estar en pares o en cadenas, además de ser colonias que en medios tradicionales se muestran brillantes y cremosas y crecen con facilidad, son también inmóviles. En cuanto a su metabolismo son capaces de desdoblar el peróxido de hidrogeno por la enzima catalasa, y es lo que las diferencia de otros géneros tales como <i>Streptococcus</i> y <i>Enterococcus</i> . Llevan a cabo la fermentación de carbohidratos y la producción de ciertos pigmentos (Cervantes et al., 2014) En las pruebas realizadas la gran mayoría de cepas identificadas fueron cocos positivos, además de la observación del crecimiento nulo en agares selectivos tales como MacConkey y Centrimide quienes solo permiten el crecimiento de Gram negativos, y con las pruebas bioquímicas detalladas anteriormente se llegó a dicho género.
<b><i>Streptococcus</i></b>	Se describen como cocos Gram positivos los cuales se disponen en parejas o en cadenas, son generalmente inmóviles. Su metabolismo se basa en llevar a cabo la fermentación de glucosa con la producción de ácido láctico en algunas especies de dicho género, son catalasas negativas y anaerobios facultativos (Alcaide, 2013). En las pruebas realizadas, estas colonias crecieron con facilidad en medios tradicionales y también se mostró crecimiento en MacConkey, además de esto se consideró el resultado de la prueba catalasa ya que al ser cocos positivos pueden confundirse con el género de <i>Staphylococcus</i> . El resto de pruebas aplicadas junto con la falta de la enzima catalasa permitió concluir en la asignación de este género.
<b><i>Corynebacterium</i></b>	Gram positivas sin movimiento, por lo general tienen forma de bacilos un poco curvados, pueden ser aerobias como anaerobias. En cuanto a su crecimiento en los medios, por lo general adquiere una tonalidad blanco amarillento, con los bordes dentados o también continuos, en cuanto al metabolismo estos microorganismos llevan a cabo la fermentación de carbohidratos y ácidos lácticos, además de la presencia de la enzima catalasa en ellas (Botero et al., 2015). En las pruebas aplicadas para su asignación se consideraron aquellos aislados con las características similares, se observó la falta de crecimiento en agares selectivos como MacConkey y Cetrinide además de la presencia de la enzima catalasa y la forma de estas de acuerdo con la tinción Gram aplicada.
<b><i>Listeria</i></b>	Bacilos Gram positivos los cuales son inmóviles y se encuentran ya sea de manera individual o en forma de cadenas, por lo general crecen en medios tradicionales. En cuanto a su metabolismo son anaerobios facultativos que llevan a cabo el proceso de fermentación de glucosa y maltosa, además de ser catalasas positivas en cuanto al citrato también existen algunas cepas que lo usan como su única fuente de nitrógeno (Benadof, 2008) En cuanto a los aislados identificados, cada uno de ellos evidenció comportamientos similares además de la forma y la tinción que mostraba se observó el metabolismo, es decir que sean microorganismos capaces de llevar a cabo el proceso fermentativo.
<b>Géneros identificados de Cepas Bacterianas del suelo en Paisaje de Pastizal</b>	
<b><i>Pseudomonas</i></b>	Forma de varillas rectas o un poco curvas, son Gram negativas, móviles por sus flagelos polares y pocas son inmóviles. Se caracterizan por tener un metabolismo estrictamente aerobio en donde el oxígeno actúa como aceptor terminal de electrones (Brener et al., 2005). Un aspecto clave para la identificación es la síntesis del citrato, ya que los aislados identificados con este género arrojaron un positivo en la aplicación de la prueba además de evidenciar crecimiento en el medio específico de cetrinide.
<b><i>Enterobacter</i></b>	Con forma de bastoncillos los cuales generalmente son móviles, suelen ser Gram negativos y sus colonias se desarrollan con facilidad en medios ordinarios. En cuanto a su metabolismo se encargan de llevar a cabo la fermentación de glucosa sin la producción de gases, además de que en el caldo de citrato de Simmons su reacción es alcalina, algunas cepas suelen producir ácidos partir de manitol o glucosa entre otras (Brener et al., 2005). En las pruebas aplicadas las cepas identificadas con este género no poseían la enzima catalasa, pero en cuanto a la prueba manitol y citrato dieron un resultado positivo y en la prueba de TSI en efecto fermento glucosa con la generación de gases.
<b><i>Klebsiella</i></b>	Por lo general se presentan con forma de varillas y suelen estar parejas o de manera individual, se caracterizan por ser Gram negativos con un metabolismo tanto respiratorio como fermentativo, suelen ser colonias con una morfología brillante, consistencia pegajosa y con un poco de elevación. Llevan a cabo la fermentación de la glucosa produciendo tanto ácido como gas, algunas cepas no suelen poseer la enzima catalasa, pero la gran mayoría emplea el citrato como su única fuente de carbono (Brener et al., 2005). Para su identificación se sabía que las cepas pertenecientes a este género crecían de mejor manera en agar nutritivo y en agar MacConkey con un aspecto mucoso y en algunos casos un poco pegajoso, en cuanto a las pruebas se obtuvieron mejores resultados al momento de incubar las cepas con una prueba de catalasa (-), manitol (-), citrato (+) y TSI con fermentación de glucosa, similar a lo descrito.
<b><i>Staphylococcus</i></b>	Gram positivos con forma de cocos los cuales pueden estar en pares o en cadenas, además de ser colonias que en medios tradicionales se muestran brillantes y cremosas y crecen con facilidad, son también inmóviles. En cuanto a su metabolismo son capaces de desdoblar el peróxido de hidrogeno por la enzima catalasa, y es lo que las diferencia de otros géneros tales como <i>Streptococcus</i> y <i>Enterococcus</i> . Llevan a cabo la fermentación de carbohidratos y la producción de ciertos pigmentos (Cervantes et al., 2014) En las pruebas realizadas la gran mayoría de cepas identificadas fueron cocos positivos, además de la observación del crecimiento nulo en agares selectivos tales como MacConkey y Centrimide quienes solo permiten el crecimiento de Gram negativos, y con las pruebas bioquímicas detalladas anteriormente se llegó a dicho género.

<b><i>Micrococcus</i></b>	Gram positiva, generalmente con forma de coco la cual se encuentra en grupo o tétradas. Dentro de su morfología suelen caracterizarse por la manifestación de ciertos pigmentos carotenoides, tomando colores como el amarillo, rojo o naranja. Su metalismo se caracteriza por ser aerobios estrictos sin la producción de ácidos y con la presencia de la enzima catalasa (Atencio et al., 2009). Según los aislados que se lograron identificar con este género mostraron en las pruebas reacciones similares a las descritas anteriormente, es decir poseían la enzima catalasa y además tenían una forma esférica y según la tinción realizada resultaba Gram positiva, además de que en la prueba de manitol resultaba negativa por lo que era evidente la no emisión de ácidos.
<b><i>Clostridium</i></b>	Gram positivos con forma de bacilos los cuales se suelen disponer en parejas o también en cadenas cortas. Su metabolismo se caracteriza por ser anaerobio además de llevar a cabo la fermentación de ciertos azúcares. Son microorganismos que se desarrollan fácilmente en medios ricos en carbohidratos, además de la necesidad llevar a cabo la fermentación de grandes cantidades de hidrógeno y dióxido de carbono para mantener el ambiente anaeróbico (Morris & Fernández-Miyakawa, 2009). Los aislados a los que se les asignó dichos géneros presentaron características similares a las descritas con anterioridad.
<b>Géneros identificados de Cepas Bacterianas del suelo en Paisaje de Incendio Forestal</b>	
<b><i>Staphylococcus</i></b>	Gram positivos con forma de cocos los cuales pueden estar en pares o en cadenas, además de ser colonias que en medios tradicionales se muestran brillantes y cremosas y crecen con facilidad, son también inmóviles. En cuanto a su metabolismo son capaces de desdoblar el peróxido de hidrógeno por la enzima catalasa, y es lo que las diferencia de otros géneros tales como <i>Streptococcus</i> y <i>Enterococcus</i> . Llevan a cabo la fermentación de carbohidratos y la producción de ciertos pigmentos (Cervantes et al., 2014) En las pruebas realizadas la gran mayoría de cepas identificadas fueron cocos positivos, además de la observación del crecimiento nulo en agares selectivos tales como MacConkey y Centrimide quienes solo permuten el crecimiento de Gram negativos, y con las pruebas bioquímicas detalladas anteriormente se llegó a dicho género.
<b><i>Chromobacterium</i></b>	Considerado como un coco bacilo Gram negativo que se encuentra ligeramente curvado, característicos por la movilidad producto de sus flagelos polares o periféricos. Dentro de su metabolismo se caracteriza por ser aeróbico facultativo y catalasa positiva en pruebas bioquímicas, crece fácilmente en agar MacConkey y la producción de un pigmento violeta. Además, en cuanto a la prueba del TSI se mostró que es un microorganismo que lleva a cabo la fermentación de glucosa, lactosa y fructosa, pero sin la liberación de gases (Herrera et al., 2005). Los aislados a los cuales se les asignó dicho género se asemejan a la descripción antes mencionada.
<b><i>Escherichia</i></b>	Gram negativos con extremos redondeados generalmente con forma de varillas rectas. Este tipo de bacterias crecen en presencia o ausencia de oxígeno, generalmente en medio MacConkey, su metabolismo celular se basa en aerobias y anaerobias facultativos, son microorganismos capaces de llevar a cabo la fermentación de azúcares, pero con la liberación de gases. Además, se presentan solos o en parejas y pueden ser móviles o inmóviles (Brener et al., 2005). Los aislados a los cuales se les asignó dicho género se asemejan a la descripción antes mencionada.
<b><i>Salmonella</i></b>	Gram negativos, con forma de bastoncillos que suelen ser en su mayoría móviles y que por lo general suelen empujar el citrato como su única fuente de carbono, son fermentadoras de la glucosa produciendo gas, pero no lactosa por una encima especializada que posee (Brener et al., 2005). En la identificación de las cepas a las cuales se les asignó dicho género arrojaron crecimiento en agar MacConkey y en LB a excepción del agar cetrimide. La presencia de enzima catalasa, el uso del citrato y la fermentación de la glucosa, pero la prueba de manitol fue negativa por lo que se determinó que el microorganismo identificado no liberaba ácidos.
<b><i>Bacillus</i></b>	Gram positivos con forma bacilar, algunas especies de este género por lo general son inmóviles y formadoras de endosporas lo cual les ha permitido soportar grandes temperaturas. Su metabolismo está basado en una respiración aerobia estricta, aunque algunas especies son anaerobios facultativos, además son catalasas positivas y existen algunas especies que por la presencia de dos enzimas son capaces de sintetizar el ácido L-glutámico. Así mismo existen especies que llevan a cabo la fermentación de la glucosa y el piruvato en condiciones no aireadas (Villarreal et al., 2018). En este estudio se identificó con este género aquellos aislados que guardaban cierta relación con lo descrito sin embargo se debe mencionar que gran parte de los aislados identificados fueron <i>Bacillus</i> no fermentadores. En este sentido mencionar que se encontró información acerca de que bacterias como <i>Lactobacillus plantarum</i> suelen usar el citrato como su fuente en medios de cultivo para fermentaciones secundarias (Magni et al., 2010).
<b><i>Acinetobacter</i></b>	Considerados como bacilos o cocobacilos Gram negativos, se suelen encontrar en parejas y son aerobios estrictos e inmóviles, son catalasas positivas las cuales usan el acetato o lactato como sus fuentes de carbono. Estas cepas no se producen en Indol y existen algunas cepas de <i>Acinetobacter</i> en donde los carbohidratos no producen ácidos, además de que algunas usan la glucosa como fuente de carbono mientras que otras son incapaces de crecer en un medio con glucosa y por lo general contienen una aldosa para la fermentación de la glucosa (Brener et al., 2005). En los resultados las características descritas se asemejaron a los aislados identificados con este género.
<b><i>Klebsiella</i></b>	Por lo general se presentan con forma de varillas y suelen estar parejas o de manera individual, se caracterizan por ser Gram negativos con un metabolismo tanto respiratorio como fermentativo, suelen ser colonias con una morfología brillante, consistencia pegajosa y con un poco de elevación. Llevan a cabo la fermentación de la glucosa produciendo tanto ácido como gas, algunas cepas no suelen poseer la enzima catalasa, pero la gran mayoría emplea el citrato como su única fuente de carbono (Brener et al., 2005).

	Para su identificación se sabía que las cepas pertenecientes a este género crecían de mejor manera en agar nutritivo y en agar MacConkey con un aspecto mucoso y en algunos casos un poco pegajoso, en cuanto a las pruebas se obtuvieron mejores resultados al momento de incubar las cepas con una prueba de catalasa (-), manitol (-), citrato (+) y TSI con fermentación de glucosa, similar a lo descrito.
<b><i>Pseudomonas</i></b>	Forma de varillas rectas o un poco curvas, son Gram negativas, móviles por sus flagelos polares y pocas son inmóviles. Se caracterizan por tener un metabolismo estrictamente aerobio en donde el oxígeno actúa como aceptor terminal de electrones (Brener et al., 2005). Un aspecto clave para la identificación es la síntesis del citrato, ya que los aislados identificados con este género arrojaron un positivo en la aplicación de la prueba además de evidenciar crecimiento en el medio específico de cetrimide.
<b><i>Enterobacter</i></b>	Con forma de bastoncillos los cuales generalmente son móviles, suelen ser Gram negativos y sus colonias se desarrollan con facilidad en medios ordinarios. En cuanto a su metabolismo se encargan de llevar a cabo la fermentación de glucosa sin la producción de gases, además de que en el caldo de citrato de Simmons su reacción es alcalina, algunas cepas suelen producir ácidos partir de manitol o glucosa entre otras (Brener et al., 2005). En las pruebas aplicadas las cepas identificadas con este género no poseían la enzima catalasa, pero en cuanto a la prueba manitol y citrato dieron un resultado positivo y en la prueba de TSI en efecto fermento glucosa con la generación de gases.
<b><i>Listeria</i></b>	Bacilos Gram positivos los cuales son inmóviles y se encuentran ya sea de manera individual o en forma de cadenas, por lo general crecen en medio tradicionales. En cuanto a su metabolismo son anaerobios facultativos que llevan a cabo el proceso de fermentación de glucosa y maltosa, además de ser catalasas positivas en cuanto al citrato también existen algunas cepas que lo usan como su única fuente de nitrógeno (Benadof, 2008) En cuanto a los aislados identificados, cada uno de ellos evidencio comportamientos similares además de la forma y la tinción que mostraba se observó el metabolismo, es decir que sean microorganismos capaces de llevar a cabo el proceso fermentativo.

<b>Géneros identificados de Cepas Bacterianas del intestino de escarabajos en Paisaje Conservado-Bosque Natural</b>	
<b>Género</b>	<b>Descripción</b>
<b><i>Pseudomonas</i></b>	Forma de varillas rectas o un poco curvas, son Gram negativas, móviles por sus flagelos polares y pocas son inmóviles. Se caracterizan por tener un metabolismo estrictamente aerobio en donde el oxígeno actúa como aceptor terminal de electrones (Brener et al., 2005). Un aspecto clave para la identificación es la síntesis del citrato, ya que los aislados identificados con este género arrojaron un positivo en la aplicación de la prueba además de evidenciar crecimiento en el medio específico de cetrimide.
<b><i>Escherichia</i></b>	Gram negativos con extremos redondeados generalmente con forma de varillas rectas. Este tipo de bacterias crecen en presencia o ausencia de oxígeno, generalmente en medio MacConkey, su metabolismo celular se basa en aerobias y anaerobias facultativos, son microorganismos capaces de llevar a cabo la fermentación de azúcares, pero con la liberación de gases. Además, se presentan solos o en parejas y pueden ser móviles o inmóviles (Brener et al., 2005). Los aislados a los cuales se les asigno dicho genero se asemejan a la descripción antes menciona.
<b><i>Staphylococcus</i></b>	Gram positivos con forma de cocos los cuales pueden estar en pares o en cadenas, además de ser colonias que en medios tradicionales se muestran brillantes y cremosas y crecen con facilidad, son también inmóviles. En cuanto a su metabolismo son capaces de desdoblarse el peróxido de hidrogeno por la enzima catalasa, y es lo que las diferencia de otros géneros tales como <i>Streptococcus</i> y <i>Enterococcus</i> . Llevan a cabo la fermentación de carbohidratos y la producción de ciertos pigmentos (Cervantes et al., 2014) En las pruebas realizadas la gran mayoría de cepas identificadas fueron cocos positivos, además de la observación del crecimiento nulo en agares selectivos tales como MacConkey y Cetrimide quienes solo permuten el crecimiento de Gram negativos, y con las pruebas bioquímicas detalladas anteriormente se llegó a dicho género.
<b><i>Citrobacter</i></b>	Gram negativos, los cuales pueden estar de manera individual o en parejas, se caracterizan porque en su mayoría son móviles y un metabolismo fermentativo. En los medios en las que son sembradas son traslúcidas, mucoides y un poco convexas con la presencia de la enzima catalasa. Son responsables de la producción de ácido y gas además del empleo del citrato como su única fuente de carbono. La gran parte de las cepas fermentan rápidamente la lactosa (Brener et al., 2005). En las cepas que fueron identificadas se evidencio un comportamiento similar, es decir tanto el metabolismo como la morfología eran semejantes.
<b><i>Salmonella</i></b>	Gram negativos, con forma de bastoncillos que suelen ser en su mayoría móviles y que por lo general suelen emplear el citrato como su única fuente de carbono y son fermentadoras de la glucosa produciendo gas, pero no lactosa por una enzima especializada que posee. En la identificación de las cepas a las cuales se les asigno dicho genero arrojaron crecimiento en agar MacConkey y en LB a excepción del agar cetrimide. La presencia de enzima catalasa, el uso del citrato y la fermentación de la glucosa, pero la prueba de manitol fue negativa por lo que se determinó que el microorganismo identificado no liberaba ácidos.
<b><i>Listeria</i></b>	Bacilos Gram positivos los cuales son inmóviles y se encuentran ya sea de manera individual o en forma de cadenas, por lo general crecen en medio tradicionales. En cuanto a su metabolismo son anaerobios facultativos que llevan a cabo el proceso de fermentación de glucosa y maltosa, además de ser catalasas

	<p>positivas en cuanto al citrato también existen algunas cepas que lo usan como su única fuente de nitrógeno (Benadof, 2008)</p> <p>En cuanto a los aislados identificados, cada uno de ellos evidencio comportamientos similares además de la forma y la tinción que mostraba se observó el metabolismo, es decir que sean microorganismos capaces de llevar a cabo el proceso fermentativo.</p>
<b>Bacillus</b>	<p>Gram positivos con forma bacilar, algunas especies de este género por lo general son inmóviles y formadoras de endosporas lo cual les ha permitido soportar grandes temperaturas. Su metabolismo está basado en una respiración aerobia estricta, aunque algunas especies son anaerobios facultativos, además son catalasas positivas y existen algunas especies que por la presencia de dos enzimas son capaces de sintetizar el ácido L-glutámico. Así mismo existen especies que llevan a cabo la fermentación de la glucosa y el piruvato en condiciones no aireadas (Villarreal et al., 2018).</p> <p>En este estudio se identificó con este género aquellos aislados que guardaban cierta relación con lo descrito sin embargo se debe mencionar que gran parte de los aislados identificados fueron <i>Bacillus</i> no fermentadores. En este sentido mencionar que se encontró información acerca de que bacterias como <i>Lactobacillus plantarum</i> suelen usar el citrato como su fuente en medios de cultivo para fermentaciones secundarias (Magni et al., 2010).</p>
<b>Géneros identificados de Cepas Bacterianas del intestino de escarabajos del suelo en Paisaje de Pastizal</b>	
<b>Escherichia</b>	<p>Gram negativos con extremos redondeados generalmente con forma de varillas rectas. Este tipo de bacterias crecen en presencia o ausencia de oxígeno, generalmente en medio MacConkey, su metabolismo celular se basa en aerobias y anaerobias facultativos, son microorganismos capaces de llevar a cabo la fermentación de azúcares, pero con la liberación de gases. Además, se presentan solos o en parejas y pueden ser móviles o inmóviles (Brener et al., 2005).</p> <p>Los aislados a los cuales se les asigno dicho genero se asemejan a la descripción antes menciona.</p>
<b>Bacillus</b>	<p>Gram positivos con forma bacilar, algunas especies de este género por lo general son inmóviles y formadoras de endosporas lo cual les ha permitido soportar grandes temperaturas. Su metabolismo está basado en una respiración aerobia estricta, aunque algunas especies son anaerobios facultativos, además son catalasas positivas y existen algunas especies que por la presencia de dos enzimas son capaces de sintetizar el ácido L-glutámico. Así mismo existen especies que llevan a cabo la fermentación de la glucosa y el piruvato en condiciones no aireadas (Villarreal et al., 2018).</p> <p>En este estudio se identificó con este género aquellos aislados que guardaban cierta relación con lo descrito sin embargo se debe mencionar que gran parte de los aislados identificados fueron <i>Bacillus</i> no fermentadores. En este sentido mencionar que se encontró información acerca de que bacterias como <i>Lactobacillus plantarum</i> suelen usar el citrato como su fuente en medios de cultivo para fermentaciones secundarias (Magni et al., 2010).</p>
<b>Enterobacter</b>	<p>Con forma de bastoncillos los cuales generalmente son móviles, suelen ser Gram negativos y sus colonias se desarrollan con facilidad en medios ordinarios. En cuanto a su metabolismo se encargan de llevar a cabo la fermentación de glucosa sin la producción de gases, además de que en el caldo de citrato de Simmons su reacción es alcalina, algunas cepas suelen producir ácidos partir de manitol o glucosa entre otras (Brener et al., 2005).</p> <p>En las pruebas aplicadas las cepas identificadas con este género no poseían la enzima catalasa, pero en cuanto a la prueba manitol y citrato dieron un resultado positivo y en la prueba de TSI en efecto fermento glucosa con la generación de gases.</p>
<b>Pseudomonas</b>	<p>Forma de varillas rectas o un poco curvas, son Gram negativas, móviles por sus flagelos polares y pocas son inmóviles. Se caracterizan por tener un metabolismo estrictamente aerobio en donde el oxígeno actúa como aceptor terminal de electrones (Brener et al., 2005).</p> <p>Un aspecto clave para la identificación es la síntesis del citrato, ya que los aislados identificados con este género arrojaron un positivo en la aplicación de la prueba además de evidenciar crecimiento en el medio específico de cetrimide.</p>
<b>Citrobacter</b>	<p>Gram negativos, los cuales pueden estar de manera individual o en parejas, se caracterizan porque en su mayoría son móviles y un metabolismo fermentativo. En los medios en las que son sembradas son traslucidas, mucoides y un poco convexas con la presencia de la enzima catalasa. Son responsable de la producción de ácido y gas además del empleo del citrato como su única fuente de carbono. La gran parte de las cepas fermentan rápidamente la lactosa (Brener et al., 2005).</p> <p>En las cepas que fueron identificadas se evidencio un comportamiento similar, es decir tanto el metabolismo como la morfología eran semejantes.</p>
<b>Géneros identificados de Cepas Bacterianas del intestino de escarabajos del suelo en Paisaje de Incendio Forestal</b>	
<b>Corynebacterium</b>	<p>Gram positivas sin movimiento, por lo general tienen forma de bacilos un poco curvados, pueden ser aerobias como anaerobias. En cuanto a su crecimiento en los medios, por lo general adquiere una tonalidad blanco amarillento, con los bordes dentados o también continuos, en cuanto al metabolismo estos microorganismos llevan a cabo la fermentación de carbohidratos y ácidos lácticos, además de la presencia de la enzima catalasa en ellas (Botero et al., 2015).</p> <p>En las pruebas aplicada para su asignación se consideraron aquellos aislados con las características similares, se observó la falta de crecimiento en agares selectivos como MacConkey y Cetrimide además de la presencia de la encima catalasa y la forma de estas de acuerdo con la tinción Gram aplicada.</p>
<b>Bacillus</b>	<p>Gram positivos con forma bacilar, algunas especies de este género por lo general son inmóviles y formadoras de endosporas lo cual les ha permitido soportar grandes temperaturas. Su metabolismo está basado en una respiración aerobia estricta, aunque algunas especies son anaerobios facultativos, además son catalasas positivas y existen algunas especies que por la presencia de dos enzimas son capaces de sintetizar el ácido L-glutámico. Así mismo existen especies que llevan a cabo la fermentación de la glucosa y el piruvato en condiciones no aireadas (Villarreal et al., 2018).</p>

	En este estudio se identificó con este género aquellos aislados que guardaban cierta relación con lo descrito sin embargo se debe mencionar que gran parte de los aislados identificados fueron <i>Bacillus</i> no fermentadores. En este sentido mencionar que se encontró información acerca de que bacterias como <i>Lactobacillus plantarum</i> suelen usar el citrato como su fuente en medios de cultivo para fermentaciones secundarias (Magni et al., 2010).
<b><i>Staphylococcus</i></b>	Gram positivos con forma de cocos los cuales pueden estar en pares o en cadenas, además de ser colonias que en medios tradicionales se muestran brillantes y cremosas y crecen con facilidad, son también inmóviles. En cuanto a su metabolismo son capaces de desdoblar el peróxido de hidrogeno por la enzima catalasa, y es lo que las diferencias de otros géneros tales como <i>Streptococcus</i> y <i>Enterococcus</i> . Llevan a cabo la fermentación de carbohidratos y la producción de ciertos pigmentos (Cervantes et al., 2014) En las pruebas realizadas la gran mayoría de cepas identificadas fueron cocos positivos, además de la observación del crecimiento nulo en agares selectivos tales como MacConkey y Centrimide quienes solo permiten el crecimiento de Gram negativos, y con las pruebas bioquímicas detalladas anteriormente se llegó a dicho género.
<b><i>Pseudomonas</i></b>	Forma de varillas rectas o un poco curvas, son Gram negativas, móviles por sus flagelos polares y pocas son inmóviles. Se caracterizan por tener un metabolismo estrictamente aerobio en donde el oxígeno actúa como aceptor terminal de electrones (Brenner et al., 2005). Un aspecto clave para la identificación es la síntesis del citrato, ya que los aislados identificados con este género arrojaron un positivo en la aplicación de la prueba además de evidenciar crecimiento en el medio específico de cetrimide.
<b><i>Proteus</i></b>	Considerados como bacilos Gram negativos, y gran parte de ellos son móviles, tienen tendencia a formar ciclos o enjambre sobre los agares. Su metabolismo se caracteriza por ser anaerobio con un sistema de fermentación, en cuanto a pruebas bioquímicas en catalasa es positiva y oxidasa negativa, en la prueba de citrato puede ser positiva o negativa dependiendo de la especie (Brenner et al., 2005). Según las pruebas bioquímicas aplicadas en efecto resulta ser una catalasa positiva sin liberación de ácidos y sin un claro resultado en cuanto al uso de citrato como fuente de carbono, pero en tinción y descripción morfológica en efecto es un bacilo Gram negativo.
<b><i>Listeria</i></b>	Bacilos Gram positivos los cuales son inmóviles y se encuentran ya sea de manera individual o en forma de cadenas, por lo general crecen en medio tradicionales. En cuanto a su metabolismo son anaerobios facultativos que llevan a cabo el proceso de fermentación de glucosa y maltosa, además de ser catalasas positivas en cuanto al citrato también existen algunas cepas que lo usan como su única fuente de nitrógeno (Benadof, 2008) En cuanto a los aislados identificados, cada uno de ellos evidencio comportamientos similares además de la forma y la tinción que mostraba se observó el metabolismo, es decir que sean microorganismos capaces de llevar a cabo el proceso fermentativo.

#### Anexo 5. Coordenadas de los puntos de toma de muestras caracterizadas del suelo y de los escarabajos estercoleros

<b>Coordenadas de puntos de muestreo</b>		
<b>PUNTOS</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
1BN	703009,55	9552255,22
2BN	703012,87	9552251,89
3BN	703011,76	9552249,68
1P	702468,80	9553288,26
2P	702475,49	9553297,09
3P	702471,04	9553295,99
1IF	702605,50	9552837,84
2IF	702601,06	9552840,06
3IF	702605,51	9552841,16

#### Anexo 6. Certificado de traducción del resumen



**unl**

Universidad  
Nacional  
de Loja

Loja, 20 de febrero de 2024

Magister  
JHIMI BOLTER VIVANCO LOAIZA  
**CATEDRÁTICO DE LA CARRERA DE PEDAGOGÍA DE LOS  
IDIOMAS NACIONALES Y EXTRANJEROS - UNL**

**C E R T I F I C O:**

Que el documento aquí expuesto es fiel traducción del idioma español al idioma inglés del resumen del Trabajo de Titulación denominado: Caracterización microbiana de aislados del suelo y de la microbiota intestinal de escarabajos peloteros de la Reserva Madrigal del Podocarpus, Loja, de autoría de Katherine Lizbeth Bravo Landacay, con cédula de ciudadanía número 1105899544, de la Carrera de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional de Loja.

Lo certifico y autorizo hacer uso del presente en lo que a sus intereses convenga.



JHIMI BOLTER VIVANCO LOAIZA, M. Ed.  
**CATEDRÁTICO DE LA CARRERA DE PEDAGOGÍA  
DE LOS IDIOMAS NACIONALES Y EXTRANJEROS - UNL**

*Educamos para Transformar*

