



Universidad
Nacional
de Loja

1859

Universidad Nacional de Loja

Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables

Carrera de Ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente

Consorcios bacterianos asociados a los escarabajos estercoleros (Coleoptera: Scarabaeinae) y su relación con la estructura del suelo en la Estación Experimental el Padmi

Trabajo de Titulación previo a la
obtención del título de Ingeniera en
Manejo y Conservación del Medio
Ambiente

AUTOR:

Soraya Lizbeth Salazar Romero

DIRECTORA:

Ing. Daniela Alejandra Román Cáceres, Mg. Sc.

Loja - Ecuador

2023

Certificación

Loja, 25 de agosto de 2022

Ing. Daniela Alejandra Román Cáceres, Mg. Sc.

DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CERTIFICO:

Que he revisado y orientado todo el proceso de elaboración del Trabajo de Titulación denominado: **“Consortios bacterianos asociados a los escarabajos estercoleros (Coleoptera: Scarabaeinae) y su relación con la estructura del suelo en la Estación Experimental el Padmi”**, previo a la obtención del título de Ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente, de la autoría de la estudiante **Soraya Lizbeth Salazar Romero**, con cédula de identidad N° **1150568663**, una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja, para el efecto, autorizo la presentación del mismo para su respectiva sustentación y defensa.



Ing. Daniela Alejandra Román Cáceres, Mg. Sc.

DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Autoría

Yo, **Soraya Lizbeth Salazar Romero**, declaro ser autor del presente Trabajo de Titulación 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 Titulación, en el Repositorio Digital Institucional – Biblioteca Virtual.



Firma:

Autora: Soraya Lizbeth Salazar Romero

Cédula de identidad: 1150568663

Fecha: 15/03/2023

Correo electrónico: soraya.salazar@unl.edu.ec

Teléfono: 0980341390

Carta de autorización por parte del autor, para consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica del texto completo, del Trabajo de Titulación.

Yo, **Soraya Lizbeth Salazar Romero** declaro ser autora de la Tesis de Grado titulada “**Consortios bacterianos asociados a los escarabajos estercoleros (Coleoptera: Scarabaeinae) y su relación con la estructura del suelo en la Estación Experimental el Padmi**” como requisito para optar al Grado de Ingeniera en Manejo y Conservación del Medio Ambiente, 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 Titulación que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja a los quince días del mes de marzo del dos mil veintitrés.



Firma:

Autora: Soraya Lizbeth Salazar Romero

Cédula de identidad: 1150568663

Dirección: Loja

Teléfono: 0980341390

Correo electrónico: soraya.salazar@unl.edu.ec

DATOS COMPLEMENTARIOS:

Directora del trabajo de titulación:

Ing. Daniela Alejandra Román Cáceres, Mg.Sc.

Dedicatoria

A Dios por darme la fuerza y sabiduría para cumplir con mi propósito. A mis padres Jorge Salazar Abrigo y Letty Romero Rodríguez, quienes han sido mis pilares e impulsores esenciales en el caminar de mi vida y formación; gracias por sus sabias palabras, su amor, esfuerzo, paciencia y aliento constante, este trabajo también es suyo.

A mis hermanos Miguel Romero, Christopher Salazar y Fernando Salazar, con los cuales he compartido pasajes memorables y preciados que han aludido en mi formación como persona; por todo lo vivido, siempre serán lo mejor de mi vida.

A mis familias Salazar y Rodríguez, especialmente a Gorky, Guillermo, María Elena, Mónica, Lolita, Fernando, Lorena, y Juan quienes sumaron grandes esfuerzos para apoyarme a cumplir con mis objetivos.

Finalmente, a mis queridas primas Camila, Dana y Emilia que han estado presentes en los momentos más importantes y difíciles de mi vida, gracias por todo su amor y cariño.

Soraya Salazar

Agradecimiento

Mi gratitud a la Universidad Nacional de Loja, testigo de mi pasar por sus instalaciones, por su prestación de bienes y servicios para cumplir mi objetivo de profesionalizarme, en especial a los docentes de la Carrera en Manejo y Conservación del Medio Ambiente por los conocimientos impartidos y el apoyo brindado para formarme como profesional.

A mi tutora de tesis Ing. Daniela Román, por su dedicación y esfuerzo, quien, con su experiencia, conocimientos, paciencia y motivación, ha encaminado de manera exitosa la culminación del presente estudio.

A mi cotutora Dra. Aura Paucar por el apoyo brindado en la elaboración y culminación del presente trabajo.

Al Centro de Biotecnología y al Museo de Zoología (LOUNAZ) por concederme los equipos y materiales necesarios para el desarrollo de mi investigación.

Soraya Salazar

Índice de Contenidos

Portada.....	i
Certificación.....	ii
Autoría.....	iii
Carta de autorización.....	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimiento.....	vi
Índice de contenidos	vii
Índice de tablas.....	ix
Índice de figuras	x
Índice de anexos	xii
1. Título.....	1
2. Resumen.....	2
2.1. Abstract	3
3. Introducción	4
4. Marco Teórico.....	6
4.1. Estructura del suelo en relación a los tipos de cobertura vegetal de la quinta el Padmi.....	6
4.2. Consorcios bacterianos del suelo	7
4.3. Factores que influyen en las comunidades bacterianas del suelo.....	8
4.4. Escarabajos Copronecrófagos como bioindicadores de ecosistemas.....	9
4.5. Comunidades Bacterianas del tracto digestivo de Escarabajos Copronecrófagos	11
4.6. Métodos tradicionales para la Identificación de Comunidades Bacterianas	12
5. Metodología	13
5.1. Área de estudio.....	13
5.2. Unidad de muestreo.....	15

5.3. Muestreo de los escarabajos estercoleros (Coleoptera: Scarabaeinae) y del suelo en tres zonas establecidas de la Estación Experimental el Padmi	16
5.3.1. Colecta de escarabajos.....	16
5.3.2. Colecta de las muestras de suelo	16
5.4. Aislamiento de las comunidades bacterianas del tracto digestivo de los escarabajos estercoleros y del suelo	17
5.4.1. Aislamiento del tracto digestivos de los escarabajos	17
5.4.2. Aislamiento del suelo	18
5.5. Identificación morfológica de las comunidades bacterianas en el suelo y del tracto digestivo de los escarabajos	19
6. Resultados.....	20
6.1. Muestreo de los escarabajos estercoleros y del suelo en las tres coberturas vegetales de la Estación Experimental el Padmi	20
6.2. Aislamiento de las comunidades bacterianas del tracto digestivo de los escarabajos estercoleros y del suelo	22
6.3. Identificación morfológica de las comunidades bacterianas en el suelo y del tracto digestivo de los escarabajos	28
7. Discusión.....	42
8. Conclusiones.....	47
9. Recomendaciones.....	48
10. Referencias.....	49
11. Anexos.....	55

Índice de Tablas

Tabla 1.	Ubicación de los puntos de muestreo de la colecta de las muestras de suelo.....	17
Tabla 2.	Fuentes de investigación asociadas a los posibles géneros bacterianos.....	19
Tabla 3.	Escarabajos seleccionados en las tres coberturas vegetales (Bosque Natural, Bosque Ribera y Pastizal) de la Estación el Padmi	21
Tabla 4.	Propiedades físico-químicas del suelo de los tres paisajes.....	21
Tabla 5.	Características macroscópicas observadas en las colonias bacterianas del suelo en las tres coberturas vegetales	29
Tabla 6.	Identificación por género de las 14 cepas aisladas del suelo en tres coberturas vegetales.....	32
Tabla 7.	Características macroscópicas de las cepas presentes en el tracto digestivo de las especies <i>Coprophanæus telamón</i> y <i>Dichotomius quinquelobatus</i> del Bosque Ribera.....	34
Tabla 8.	Características macroscópicas de las cepas presentes en el tracto digestivo de la especie <i>Eurysternus caribæus</i> del Bosque Natural de Ladera	36
Tabla 9.	Características macroscópicas de las cepas presentes en el tracto digestivo de la especie <i>Eurysternus caribæus</i> del Pastizal.....	37
Tabla 10.	Identificación por género de las cepas aisladas del tracto digestivo de los escarabajos presentes en las coberturas vegetales.....	40

Índice de Figuras

Figura 1. Trampas de caída Pitfall modificadas para escarabajos	11
Figura 2. Puntos de muestreo de escarabajos y del suelo en tres coberturas vegetales: Bosque Natural de Ladera (BN), Bosque de Ribera BR, y Pastizal (Pas) en la Quinta el Padmi.....	14
Figura 3. Morfología colonial en placa.....	20
Figura 4. Morfología Celular	20
Figura 5. Proceso del aislamiento de las comunidades bacterianas en el suelo del Bosque Natural de Ladera.	22
Figura 6. Proceso del aislamiento de las comunidades bacterianas en el suelo del Bosque de Ribera.....	23
Figura 7. Proceso del aislamiento de las comunidades bacterianas en el suelo del Pastizal	24
Figura 8. Proceso de aislamiento de las comunidades bacterianas del tracto digestivo de la especie <i>Coprophanæus telamón</i> (7547) perteneciente al Bosque Ribera.....	25
Figura 9. Proceso de aislamiento de las comunidades bacterianas del tracto digestivo de la especie <i>Dichotomius quinquelobatus</i> (7548) perteneciente al Bosque Ribera.....	25
Figura 10. Proceso de aislamiento de las comunidades bacterianas del tracto digestivo de la especie <i>Eurysternus caribæus</i> (7549) perteneciente al Bosque Natural de Ladera	26
Figura 11. Proceso de aislamiento de las comunidades bacterianas del tracto digestivo de la especie <i>Eurysternus caribæus</i> (7550) perteneciente al Bosque Natural de Ladera	27
Figura 12. Proceso de aislamiento de las comunidades bacterianas del tracto digestivo de la especie <i>Eurysternus caribæus</i> (7551) perteneciente al Pastizal.....	27
Figura 13. Proceso de aislamiento de las comunidades bacterianas del tracto digestivo de la especie <i>Eurysternus caribæus</i> (7552) perteneciente al Pastizal.....	28
Figura 14. Colonias bacterianas Gram+ y Gram- del suelo.	31

Figura 15. A) Bacilos Gram- (BN), B) Cocos Gram- (BN), C) Cocos agrupados Gram+ (BN), D) Bacilos Gram+ (BR), E) Bacilos en cadena Gram+ (Pas), F) Cocos en cadena Gram- (Pas) del suelo de las tres coberturas vegetales (bosque natural, bosque ribera y pastizal.....	32
Figura 16. Identificación de Géneros bacterianos del suelo: A) <i>Arthrobacter</i> (BN); B) <i>Bacillus</i> (BN); C) <i>Curtobacterium</i> (Pas); D) <i>Enterobacter</i> (BN); E) <i>Staphylococcus</i> (BR); F) <i>Streptococcus</i> (Pas).....	33
Figura 17. Cepas bacterianas Gram+, Gram- y morfotipos del tracto digestivo de los seis individuos de escarabajos en los tres paisajes	39
Figura 18. Géneros asociados a las cepas aisladas del tracto digestivo de los escarabajos: A) <i>Acinetobacter</i> (Pas); B) <i>Bacillus</i> (Pas); C) <i>Clostridium</i> (BN); D) <i>Enterobacter</i> (BR); E) <i>Streptococcus</i> (Pas)	41

Índice de Anexos

Anexo 1.	Esquema de muestreo aplicado para los tres paisajes: BN, BR, Pas.....	55
Anexo 2.	Permiso de investigación: Autorización de movilización – Recolecta de especies emitido por el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica	56
Anexo 3.	Etiqueta de codificación de las especies recolectadas en los tres paisajes (bosque natural, bosque de ribera, pastizal) de la Estación Experimental el Padmi.....	57
Anexo 4.	Cultivos mixtos de las comunidades bacterianas del suelo de las tres coberturas vegetales de la Estación Experimental el Padmi	57
Anexo 5.	Crecimiento bacteriano en estado puro del suelo del Bosque Natural de Ladera.....	59
Anexo 6.	Crecimiento bacteriano en estado puro del suelo del Bosque de Ribera.....	61
Anexo 7.	Crecimiento bacteriano en estado puro del suelo del Pastizal.....	62
Anexo 8.	Identificación morfológica de las comunidades bacterianas en el suelo de las tres coberturas vegetales de la Estación Experimental el Padmi	63
Anexo 9.	Cultivos mixtos del aislamineto bacteriano del tracto digestivo de los escarabajos estercoleros del Bosque Ribera	66
Anexo 10.	Cultivos mixtos del aislamineto bacteriano del tracto digestivo de los escarabajos estercoleros del Bosque Natural de Ladera	67
Anexo 11.	Cultivos mixtos del aislamineto bacteriano del tracto digestivo de los escarabajos estercoleros del Pastizal.....	68
Anexo 12.	Crecimiento bacteriano en estado puro del tracto digestivo de la especie <i>Coproghanaeus telamón</i> (7547) del Bosque Ribera	69
Anexo 13.	Crecimiento bacteriano en estado puro del tracto digestivo de la especie <i>Dichotomius quinquelobatus</i> (7548) del Bosque Ribera	70
Anexo 14.	Crecimiento bacteriano en estado puro del tracto digestivo de la especie <i>Eurysternus caribaeus</i> (7549) del Bosque Natural de Ladera.....	71
Anexo 15.	Crecimiento bacteriano en estado puro del tracto digestivo de la especie <i>Eurysternus caribaeus</i> (7550) del Bosque Natural de Ladera.....	72

Anexo 16. Crecimiento bacteriano en estado puro del tracto digestivo de la especie <i>Eurysternus caribaeus</i> (7551) del Pastizal	73
Anexo 17. Crecimiento bacteriano en estado puro del tracto digestivo de la especie <i>Eurysternus caribaeus</i> (7552) del Pastizal	74
Anexo 18. Identificación morfológica de las cepas bacterianas del tracto digestivo de la especie <i>Coprophanaeus telamón</i> del Bosque Ribera en la Estación Experimental el Padmi	75
Anexo 19. Identificación morfológica de las cepas bacterianas del tracto digestivo de la especie <i>Dichotomius quinquelobatus</i> del Bosque Ribera en la Estación Experimental el Padmi.....	76
Anexo 20. Identificación morfológica de las cepas bacterianas del tracto digestivo de la especie <i>Eurysternus caribaeus</i> del Bosque de Ladera en la Estación Experimental el Padmi.....	78
Anexo 21. Identificación morfológica de las cepas bacterianas del tracto digestivo de la especie <i>Eurysternus caribaeus</i> del Bosque de Ladera en la Estación Experimental el Padmi.....	79
Anexo 22. Identificación morfológica de las cepas bacterianas del tracto digestivo de la especie <i>Eurysternus caribaeus</i> del Pastizal en la Estación Experimental el Padmi	80
Anexo 23. Identificación morfológica de las cepas bacterianas del tracto digestivo de la especie <i>Eurysternus caribaeus</i> del Pastizal en la Estación Experimental el Padmi.....	81
Anexo 24. Certificación de la traducción del Resumen (Abstract).....	83

1. Título

Consortios bacterianos asociados a los escarabajos estercoleros (Coleoptera: Scarabaeinae) y su relación con la estructura del suelo en la Estación Experimental el Padmi

2. Resumen

Las comunidades bacterianas son clave en el funcionamiento del ecosistema, considerándolos impulsores esenciales de los ciclos biogeoquímicos. El estudio caracterizó consorcios bacterianos asociados a los escarabajos estercoleros (Coleoptera: Scarabaeinae) y del suelo en tres áreas (conservada, restaurada y pastizal) de la Estación Experimental el Padmi. De las tres muestras de suelo representativas de cada cobertura vegetal y de los 6 especímenes de escarabajos recolectados se aislaron bacterias utilizando métodos dependientes de cultivo: Agar Nutriente (AN) y Agar Tripticasa-Soya (TSA). Para la identificación morfológica de las bacterias aisladas se empleó el método de Tinción de Gram y se asoció a géneros bacterianos según las características morfológicas coloniales y celulares. El aislamiento fue efectivo en suelos y escarabajos, obteniendo así 29 cultivos puros para suelos, siendo el Bosque Natural el más representativo con 12 cultivos puros y 54 cultivos puros del intestino de escarabajos, siendo el Bosque Ribera el más representativo con 19 cultivos puros. De acuerdo a los resultados morfológicos obtenidos se realizó la posible asignación a nivel de género bacteriano utilizando el Manual de Brenner. Siendo *Streptococcus*, *Staphylococcus* y *Bacillus*, los géneros presentes en todas las muestras de suelo; y las bacterias encontradas en el intestino de las especies observadas *Dichotomius quinquelobatus*, *Coprophanaeus telamon* y *Eurysternus caribaeus*, estaban relacionadas a los géneros: *Bacillus*, *Clostridium*, *Acinetobacter* y *Enterobacter*. Evidenciando así que el patrón de concurrencia de ciertos géneros es de fundamental importancia ecológica dentro del ecosistema.

Palabras clave: Comunidades bacterianas, medios de cultivo, aislamiento, análisis morfológico, géneros bacterianos.

2.1. Abstract

Bacterial communities are key in the functioning of the ecosystem, considering them essential drivers of biogeochemical cycles. The following study characterized bacterial consortia associated with dung beetles (Coleoptera: Scarabaeinae) and soil in three areas (conserved, restored, and grassland) of the El Padi Experimental Station. Bacteria were isolated from the three representative soil samples of each plant cover and from the 6 beetle specimens collected using culture-dependent methods: Nutrient Agar (AN) and Trypticase-Soy Agar (TSA). For the morphological identification of the isolated bacteria, the Gram stain method was used and it was associated with bacterial genera according to the colonial and cellular morphological characteristics. The isolation was effective in soils and beetles, so obtaining 29 pure cultures for soils, being the Natural Forest the most representative with 12 pure cultures and 54 pure cultures from the intestine of beetles, being the Ribera Forest the most representative with 19 pure cultures. According to the morphological results obtained, the possible assignment at the level of bacterial genus was made using the Manual de Brenner. Being *Streptococcus*, *Staphylococcus* and *Bacillus*, the genera present in all soil samples; and the bacteria found in the intestine of the observed species *Dichotomius quinquelobatus*, *Coprophanæus telamon* and *Eurysternus caribæus*, were related to the genera: *Bacillus*, *Clostridium*, *Acinetobacter* and *Enterobacter*. Thus, evidencing that the pattern of concurrence of certain genera is of fundamental ecological importance within the ecosystem.

Keywords: Bacterial communities, culture media, isolation, morphological analysis, bacterial genera.

3. Introducción

Las comunidades bacterianas en el suelo son reconocidas como el grupo más abundante y diverso por su potencial de desarrollarse en múltiples hábitats. Dentro del ecosistema se consideran impulsores esenciales de los ciclos biogeoquímicos correspondientes al carbono, nitrógeno, fósforo, y más. A su vez, su actividad se relaciona con las distintas funciones que cumple el ecosistema del suelo, incluido la descomposición de la materia orgánica y mantienen relaciones complejas con las plantas (Tecon & Or, 2017). Por lo tanto, la actividad bacteriana es fundamental para que un suelo sea fértil y saludable. Esto es un hecho crucial por las amenazas antrópicas que aumentan a un ritmo alarmante y afectan la calidad del suelo (Engel & Moran, 2013).

En los ecosistemas terrestres naturales y modificados por la acción del hombre, la función que desempeñan las comunidades microbianas y los escarabajos es fundamental; así como las diversas asociaciones beneficiosas como mediadores del ciclo biogeoquímico, ya que, su interacción puede ser decisiva en la descomposición de la materia orgánica. La acción mutua entre los consorcios bacterianos participantes (suelo-escarabajos) es el factor principal a evaluar, ya que se desconoce si existe algún tipo de semejanza en la diversidad y estructura bacteriana de los involucrados (Engel & Moran, 2013).

Según la investigación realizada por Ceja-Navarro et al., (2019), muestra que los escarabajos poseen un tracto digestivo peculiar resistente frente a los diferentes microorganismos procedentes del suelo, a los que se les atribuye la transformación de su alimentación en energía (metabolismo) y los nutrientes esenciales para el desarrollo de los bosques naturales. El intestino de los escarabajos está diseñado para permitir la convivencia de consorcios bacterianos únicos, que tienen como función realizar los distintos procesos metabólicos necesarios para contribuir en el equilibrio de ambas partes (Shapira, 2016). A pesar de la importancia de los microorganismos del suelo y su relación con el microbiota de los insectos, se sabe poco sobre la distribución de ellos en el mismo o la forma en que la estructura de la comunidad microbiana responde a esa relación (Laban et al., 2018).

Bravo et al., (2017), menciona que la Amazonía Ecuatoriana posee una amplia diversidad biológica gracias a la presencia de diferentes tipos de bosques, sin embargo; ha sido poco explorada. En la Estación Experimental el Padmi el grado de intervención antrópica es

medio debido a la extracción ilegal de madera, el cambio de uso de suelo, la ganadería en suelos bajo bosques naturales, la expansión de la frontera agrícola, y más; considerándose procesos que con el tiempo causan disminución a la diversidad edáfica (Quizhpe & Orellana, 2011). Los suelos definidos por su cobertura vegetal en el Padmi son un Bosque natural de Ribera que se caracteriza por presentar una mayor diversidad florística con un suelo rico en materia orgánica, el Bosque natural de Ladera que presenta suelos arenosos con escasa presencia de hojarasca y el Pastizal que por la presencia de árboles dispersos aportan recursos nutritivos al suelo. Bajo este contexto, se pretende dar respuesta a la siguiente pregunta: ¿Existe variación en la diversidad bacteriana edáfica y la microbiota bacteriana de los escarabajos estercoleros bajo las distintas coberturas de suelo en la Estación Experimental el Padmi?

Existen pocos antecedentes de investigaciones relacionadas a la microbiota del suelo en las distintas zonas a lo largo del Ecuador, sin embargo, no se registran estudios con el tema planteado en el área de estudio, siendo así, la importancia de la investigación propuesta radica en que por medio de la misma se genera en la actualidad un reto para contribuir en temas de microbiota de los insectos y su relación el suelo, siendo un aporte valioso para conservar la diversidad microbiana en la Estación Experimental el Padmi.

El presente estudio es una contribución en el desarrollo del proyecto aprobado por la dirección de investigación de la Universidad Nacional de Loja: Uso de escarabajos biorecicladores (Coleoptera: Scarabaeinae) y consorcios bacterianos del suelo como una estrategia para la regeneración de ecosistemas en tres localidades de Loja y Zamora Chinchipe.

La presente investigación tiene como objetivo general:

- Caracterizar consorcios bacterianos asociados a los escarabajos estercoleros (Coleoptera: Scarabaeinae) y del suelo en coberturas de la Estación Experimental el Padmi.

Los objetivos específicos propuestos son:

- Efectuar el muestreo del suelo y de los escarabajos estercoleros (Coleoptera: Scarabaeinae) en tres áreas de la Estación Experimental el Padmi.

- Aislar bacterias del tracto digestivo de los escarabajos estercoleros y del suelo en tres zonas de la Estación Experimental el Padmi.

- Identificar morfológicamente bacterias aisladas del suelo y del tracto digestivo de escarabajos estercoleros.

4. Marco Teórico

4.1. Estructura del suelo en relación a los tipos de cobertura vegetal de la quinta el Padmi

Se define como estructura del suelo al conjunto de agregados de distinto tamaño, forma, porosidad, estabilidad y resistencia al agua, que es característica para cada tipo de suelo y sus horizontes. Se considera a la estructura del suelo como una de las características fundamentales debido a que contribuyen en el movimiento del agua, el drenaje, la erosión y el ciclo de nutrientes (Hernández et al., 2010). El suelo, durante su formación, consigue diferentes tipos de estructura en base a su forma (granular, terrosa, bloques angulares, prismática, columnar y otras) en relación a varias propiedades como el contenido y tipo de arcilla, cantidad de materia orgánica, entre otras (Rucks et al., 2004; Hernández et al., 2010). Según Cairo & Fundora (2007), mientras más arcilla tenga un suelo, mayor será el número de agregados que tendrá. La arcilla une a las partículas de menor tamaño con el fin de conformar agregados con estabilidad. En arenas y limos no se da la formación de agregados estables (Hernández et al., 2010).

En la presente investigación no se evaluó la estructura del suelo como tal, sin embargo, se consideró la información realizada por Quizhpe & Orella (2011), para la denominación del área según su suelo basada en la cobertura vegetal de la Quinta el Padmi, donde se han determinado cuatro tipos de bosque, en base a sus características altitudinales, topográficas y del suelo; definiéndolas en Bosque Natural de Ladera, Bosque Natural de Llanura, Bosque Natural de Ribera y Bosque Natural de Fuertes Pendientes. A sí mismo, se han identificado siete tipos de cobertura vegetal antrópica (conversión de uso y vegetación introducida) como: Sistema Silvopastoril, Sistema Agroforestal, Pastizal, Plantación de laurel costeño y maní de árbol, Jardín botánico y cultivos temporales (Quizhpe & Orella, 2011). Para el presente estudio se han considerado tres suelos bajo distinta cobertura vegetal con las siguientes características:

Bosque Natural de Ladera: esta cobertura vegetal presenta una superficie de 38,5 ha; a una altitud que fluctúa entre los 865 m s.n.m a 955 m s.n.m y con una pendiente que varía entre 25 % a 50 %. Este tipo de bosque alberga la mayor cantidad de especies florísticas como: apay *Grias peruviana*, *Sorocea trophoides*, *Terminalia amazonia*, guayacán *Tabebuia chrysanta*, seique *Cedrelinga cateniformes*, palmas *Iriarteia deltoidea*, *Wettinia kalbreyeri*, *Socratea exorrhiza*; es un suelo arcilloso, rico en materia orgánica por la presencia de materia foliar en descomposición y un gran número de raicillas. Se considera que este tipo de bosque presenta un buen estado de conservación, ya que, la intervención antrópica es baja, la extracción de productos no maderables y de palmas son actividades poco frecuentes dentro de estos

bosques. Siendo así, que las medidas de conservación y protección han permitido que la cobertura vegetal recupere su estructura y funcionalidad.

Bosque de Ribera: este ecosistema se ubica en el margen occidental del Río Zamora, presenta un área de 2,75 ha y una altitud de 770 m s.n.m, con una pendiente del 5 % considerándose plano. El suelo de este bosque se caracteriza por ser arenoso con escasa presencia de hojarasca. Siendo las especies abundantes y comunes de este bosque yantzao *Guarea kuthiana*, guabo *Inga edulis*, *Sorocea trophoides*, *Chamaedorea pauciflora*. El grado de intervención antrópica en esta zona es media, por la presencia de senderos que permiten la extracción de productos forestales no maderables y/o maderables y el pastoreo.

Pastizal: abarca una superficie de 26,3 ha, con una altitud que oscila entre 775 m s.n.m y 865 m s.n.m y una pendiente que entre 5 y 15 %. La especie más abundante en este tipo de bosque es *Setarea splendida*. Esta cobertura vegetal se caracteriza por presentar un suelo arcilloso con árboles dispersos que reducen el riesgo de erosión, aportan recursos nutritivos al suelo, aumento de fertilidad y materia orgánica. El grado de intervención antrópica es medio debido a la presencia de áreas de pastero y senderos.

4.2. Consorcios bacterianos del suelo

El suelo es un recurso diverso poco indagado, se ha considerado que 1 g de suelo puede contener aproximadamente mil millones de células bacterianas que corresponden a decenas de miles de taxones diferentes, seguido de hifas de hongos y una amplia diversidad de ácaros, nematodos, lombrices, y más (Wagg et al., 2014). Las bacterias del suelo son fundamentales en los ciclos biogeoquímicos, controlan los procesos del suelo entre ellos la descomposición y la mineralización, además, la liberación asociada de gases de efecto invernadero como el dióxido de carbono (CO₂), el óxido nitroso (N₂O) y el metano (CH₄), a la atmósfera. A su vez, varias bacterias procedentes del suelo promueven el crecimiento y la productividad de las plantas (Kaiser et al., 2016).

La actividad bacteriana es importante para que un suelo sea fértil y saludable. Sin embargo, las comunidades bacterianas se encuentran amenazadas por la intensificación agrícola y cambio de uso de la tierra, reduciendo la abundancia de estos microbios. Esto a su vez, genera una preocupación de que esa reducción en los suelos perjudique las funciones de los ecosistemas, como la toma de nutrientes por las plantas y los ciclos biogeoquímicos entre las colonias bacterianas por encima y por debajo del suelo (Wagg et al., 2014).

La composición de la comunidad bacteriana puede emplearse como indicadores del proceso de recuperación de los suelos. A menudo, el aislamiento y caracterización de microorganismos se ha realizado por medios de cultivo en donde los mismos puedan desarrollarse, recuperando entre el 1-10 % de los microorganismos presentes, sin embargo, como lo manifiesta Blagodatskaya & Kuzyakov, (2013), se considera que varios de estos microorganismos son difíciles de cultivar por métodos tradicionales, quedando la mayor parte de la población sin evidenciarse. La falta de conocimiento de la microbiota del suelo, así como la heterogeneidad de la composición del suelo, el gran número de taxones distintos ($> 10^6$) y el gran número de células individuales ($>10^9$) dificultan los estudios sobre los microorganismos presentes del suelo.

La evaluación de las comunidades bacterianas del suelo puede presentar ciertas complicaciones principalmente por las diferencias en las condiciones climáticas y biomas que se producen en los suelos; y factores como el pH que tiene un fuerte efecto sobre la vida microbiana, los motivos de su influencia aun no son entendidos completamente. Estudios realizados manifiestan que los consorcios bacterianos a pesar de las duras y fluctuantes condiciones ambientales, están dominados por cierto grupo de bacterias (Proteobacterias, Actinobacterias, Cytophagales, Planctomycetes y Acidobacteria)(Tecon & Or, 2017; Vos et al., 2013). Por este motivo, las comunidades bacterianas serán más similares en los tipos de suelo que en las comunidades de otros ecosistemas.

4.3. Factores que influyen en las comunidades bacterianas del suelo

La composición de las comunidades bacterianas del recurso suelo puede verse influenciada por la estructura de vegetación y los cambios del uso de la tierra. El estudio de Herzog et al., (2015) muestra cómo la diversidad y composición de comunidades bacterias son alteradas por la aplicación de fertilizantes en suelos bajo pastizal. Para las bacterias del suelo en sistemas forestales; la alteración del suelo y la disminución de materia orgánica, así como las especies arbóreas dominantes, han demostrado que son los factores primordiales que influyen en la composición de las colonias bacterianas. Siendo el suelo un entorno dinámico y complejo, las comunidades bacterianas que habitan en este ecosistema son influenciadas por diversos factores bióticos y abióticos, manifestando que el pH del suelo es fundamental en la composición de estas comunidades (Kaiser et al., 2016).

La fertilidad del suelo, la vegetación y los pisos altitudinales influyen también sobre las comunidades bacterianas, así lo demuestra el estudio realizado por Reyes & Valery (2007),

donde evidenciaron que los suelos con buena fertilidad contenían mayor diversidad de comunidades bacterianas que suelos con baja fertilidad. A su vez, la fertilización química en suelos con un alto contenido de carbono orgánico aumenta la actividad enzimática de los microorganismos. Sin embargo, cuando la fertilización reduce el pH del suelo por debajo de un cierto umbral, los microorganismos son afectados negativamente (Geisseler & Scow, 2014). Sin embargo, la mayoría de indagaciones no se han centrado en obtener una respuesta de la influencia de los factores antes mencionados sobre las comunidades bacterianas presentes en los suelos bajo bosques y pastizales. Se requiere de diferentes estudios comparativos entre las bacterias y sus entornos, y cómo los cambios en la composición de la comunidad podrían reflejar cambios en el funcionamiento bacteriano por influencia de la cobertura vegetal.

El suelo es un complejo jerárquico de agregados y está fuertemente influenciado por la actividad de la biota que en él reside. Los microorganismos que habitan en el suelo tienen una función importante en la formación y estabilización de la estructura del mismo. Se manifiesta que las comunidades bacterianas son abundantes en los agregados de mayor tamaño que en los de menor tamaño, esto se debe a la protección del Carbono orgánico por los agregados del suelo. Las bacterias a menudo en el subsuelo se encuentran en paquetes cercanos a los poros; y de forma al azar; en la superficie. Las poblaciones bacterianas en el horizonte húmico pueden estar más concentradas por la acción de los animales actuando como vectores por la búsqueda de hábitat por los microorganismos del suelo (Hernández et al., 2010).

4.4. Escarabajos Copronecrófagos como bioindicadores de ecosistemas

Los escarabajos copronecrófagos llamados comúnmente como estercoleros, pertenecen a la subfamilia Scarabaeinae. Estos escarabajos se utilizan como bioindicadores para establecer la situación que atraviesan los ecosistemas. Haciendo uso del método de la presencia, ausencia o abundancia de especies o grupo de especies, se mide la tolerancia que tienen dichas especies a factores medioambientales, y su capacidad para mostrar los efectos de las alteraciones ocasionadas por procesos antropogénicos al medio ambiente (Granados et al., 2010). Los escarabajos copronecrófagos son útiles como bioindicadores en indagaciones de evaluación y monitoreo de biodiversidad, ya que pueden ser medidos tanto cualitativa como cuantitativamente y se logra observar su respuesta a la pérdida de hábitat y a los efectos de la fragmentación que se desarrollan en los ecosistemas (Noriega et al., 2012).

Las modificaciones al paisaje ocasionadas por el hombre en las zonas tropicales del Amazonas son parte de la prioridad de las naciones, debido a que necesitan medir el grado de perturbación en los bosques nativos amazónicos, los cuales han disminuido su biodiversidad. El uso de insectos para medir la alteración del hábitat ha pasado a ser un tema de carácter principal, por ejemplo, el uso de escarabajos del estiércol como bioindicadores de la densidad de poblaciones de mamíferos, ya que ambas clases de animales se encuentran relacionadas, estos datos permitirán conocer el estado de estos importantes biomas (Carpio et al., 2009). En ecosistemas agrícolas, los escarabajos del estiércol son una opción como indicadores biológicos debido a que son parte del ecosistema de pastoreo de ganado en las regiones cálidas y húmedas, entre los límites imaginarios ubicados al norte (Trópico de Cáncer) y sur (Trópico de Capricornio), en zonas receptoras de una lluvia anual mayor a 250 mm, y temperaturas medias anuales mayores a 15 °C. Por ende, su importancia como bioindicador se fundamenta en la obtención de datos de la riqueza y abundancia que proveen información de los efectos por los que está atravesando la zona afectada por la intervención del hombre, y a su vez, se pueden usar en procesos de restauración ecológica ya que favorecen en el mantenimiento de los ecosistemas. A lo largo de las distintas zonas del Ecuador son considerados como buenos bioindicadores, ya que en su mayoría son utilizados en investigaciones de impacto ambiental, con la finalidad de brindar una solución más a los problemas inducidos por el hombre, de manera que contribuyan a la conservación en los bosques nativos que se encuentran en riesgo de degradación (Chamorro et al., 2018).

Para la colecta de los escarabajos se utilizan diversos métodos y técnicas que permiten detectar la presencia de las especies y determinar sus áreas de distribución. Una de las técnicas más empleadas para el muestro de estas especies son las trampas de caída pitfall debido a su efectividad y simplicidad. Consisten en enterrar un vaso de plástico de 1000 ml de capacidad con una mezcla de agua, jabón líquido y sal al ras del suelo para sacrificar las especies. Sobre el recipiente se coloca el cebo que puede ser heces humanas o carroña (carne descompuesta) para atraer a los escarabajos (Idrovo, 2016). Cuando los escarabajos se deben mantener vivos hasta su traslado, los recipientes tendrán tierra del lugar de colecta (Figura 1). La inspección de las trampas a menudo se realiza cada 24 horas.



Figura 1. Trampas de caída Pitfall modificadas para escarabajos

4.5. Comunidades Bacterianas del tracto digestivo de Escarabajos Copronecrófagos

La riqueza y abundancia de escarabajos es particular para cada tipo de cobertura vegetal, es decir, para las comunidades de estos ejemplares las modificaciones en la estructura de bosque y sus características ambientales, influyen en la presencia o carencia de las especies (Armijos, 2018). Según Cancino-López et al., (2014), determina que cada hábitat presenta una comunidad característica de escarabajos en función de la estructura y tipo de cobertura vegetal (composición del hábitat), siendo las variables que tienen mayor influencia en la presencia o no de esta especie. Otros estudios señalan que la disponibilidad de alimento no es el principal indicador en la diversidad de los escarabajos, más bien la cobertura vegetal es el factor más importante de la riqueza y abundancia de estas especies (Halffter & Arellano, 2002).

La microbiota del intestino en insectos se ha analizado por medio de técnicas dependientes e independientes de cultivo, sin embargo, los métodos que dependen de cultivos en ocasiones generan recuentos sesgados, dependiendo de las condiciones en las que se trabaja. Por ende, la aplicación de enfoques moleculares ecológicos independientes de cultivos basados en el gen de ARNr 16S han demostrado que la diversidad bacteriana es mayor de lo que se ha estimado mediante técnicas moleculares convencionales y basadas en cultivos tradicionales (Yun et al., 2014). Bajo esta perspectiva, en el análisis realizado por Yun et al., (2014), se caracterizó las bacterias intestinales asociadas a insectos de 305 individuos correspondiente a 128 especies en 21 órdenes taxonómicos, empleando 454 secuencias de genes. El recuento mostró la presencia en mayor número de Proteobacterias, seguido de Wolbachia y Firmicutes; también, se hallaron diferencias significativas referente a la abundancia de anaerobios en los

diversos insectos y se catalogaron de acuerdo a los criterios de hábitat, dieta, etapa de desarrollo y filogenia (Ceja-Navarro et al., 2019).

Las comunidades bacterianas del tracto digestivo de escarabajos es muy diversa, el estudio realizado por Arias-Cordero et al., (2012), una evaluación comparativa de la microbiota intestinal asociada con las etapas de vida por debajo y por encima del suelo (larvas y escarabajos) mediante técnicas dependientes como independientes de cultivo, en el que demuestran hasta qué punto las poblaciones bacterianas del intestino del insecto se podrían relacionar con las encontradas en el suelo y raíces; en donde, las bacterias encontradas en el tracto de los escarabajos pertenecían a los géneros *Bacillus*, *Clostridium* y al filo Proteobacteria. No se han encontrado estudios relacionados frente al enfoque del tema planteado en las diferentes zonas de nuestro país, y a nivel mundial, el papel de las bacterias asociados con el intestino de los escarabajos estercoleros y su relación con la estructura del suelo es mínimo, en donde, las investigaciones se han centrado principalmente en las bacterias que se albergan en el intestino posterior en larvas exclusivamente (Arias-Cordero et al., 2012). En esta contribución, los consorcios bacterianos asociados al tracto digestivo de escarabajos estercoleros y su relación con las bacterias presentes en el suelo debe ser investigado en la actualidad.

4.6. Métodos tradicionales para la Identificación de Comunidades Bacterianas

Una de las tareas importantes dentro del laboratorio de microbiología es la adaptación de una metodología concisa que permita la identificación adecuada de los microorganismos implicados en los diferentes procesos que se requieran evaluar. En la actualidad, la identificación de las comunidades bacterianas se efectúa por técnicas convencionales, fundamentadas en las características fenotípicas, debido a que su aplicación y costo los hace más asequibles. En cambio, los métodos genotípicos suelen emplearse para aquellas bacterias que no se logran diferenciar por métodos tradicionales (Bou et al., 2011).

Los métodos tradicionales de identificación fenotípica bacteriana se basan en las características “observables” de las colonias, como su morfología, desarrollo y sus propiedades bioquímicas y metabólicas. En este apartado se revisarán las técnicas de identificación de las principales bacterias que pueden encontrarse en el suelo y en el tracto digestivo de los escarabajos. (Bou et al., 2011). Llevándose a cabo el siguiente proceso:

Características macroscópicas: la morfología de la colonia es fundamental en la identificación preliminar y para diferenciar las colonias bacterianas. En este paso es muy importante el aislamiento bacteriano en cultivo puro, ya que, se debería obtener un solo tipo de colonia procedente de una única célula. Las colonias de una única especie crecen en medios específicos y en condiciones idóneas que se describen por sus características observables como su tamaño, forma, color, textura, elevación y más. Por lo tanto, los medios de cultivo son el primer paso para el crecimiento de las bacterias, en donde, las mismas se multiplican y en aproximadamente 24 horas se podrán visualizar. Todas las bacterias tienen requerimientos nutricionales (fuente de nitrógeno, carbono, agua, sal, oligoelementos) indispensables para su desarrollo. Los medios sólidos básicos contienen agar solidificante y se emplean en la siembra primaria de las muestras, que permite disponer fácilmente de las colonias bacterianas. En cambio, los medios de enriquecimiento, se utilizan para recuperar bacterias que son más exigentes en sus requerimientos nutricionales (Reynoso et al., 2015).

Características microscópicas: la tinción es la forma donde se revela como la colonia bacteriana se agrupa, su estructura y el tamaño de sus células. Las tinciones son el segundo paso de la identificación. La tinción Gram, es con frecuencia la primera técnica para realizar una evaluación provisional en el proceso de identificación (Bou et al., 2011). Esta tinción diferencial permite clasificar a las colonias bacterianas en Gram + que se tiñen de un color azul a violeta y en Gram – que presentan un color de rojo a rosado. Las pruebas de tinción permiten diferenciar a las colonias en cocos, bacilos, cocobacilos, entre otros (Reynoso et al., 2015).

Realizada la identificación macro y micro de las colonias bacterianas se contrasta la información obtenida con otras fuentes de información para acercarse a los posibles géneros; considerando que estos métodos en ningún caso proporcionan una certeza absoluta, únicamente indicarán cual es el género a la que la bacteriana identificada tiene más probabilidad de pertenecer (Bou et al., 2011).

5. Metodología

5.1. Área de estudio

La presente investigación se llevó a cabo en la Estación Experimental el Padmi perteneciente a la Universidad Nacional de Loja, ubicada en la parroquia Los Encuentros, cantón Yanzatza, provincia de Zamora Chinchipe. Presenta una extensión de 103,5 ha y se encuentra establecida en las siguientes coordenadas planas: 764741E y 9585808N, a una altitud

que va desde los 775 m s.n.m. hasta los 1150 msnm. El clima es cálido húmedo con una temperatura media anual de 23°C, la precipitación media anual es de 2 000 mm, el mes más lluvioso es marzo con 2260 mm y el mes de menor precipitación es octubre con 1320 mm. En esta zona podemos encontrar cuatro tipologías de suelo bien definidas como: Bosque Natural de Ribera Bosque Natural de Llanura, Bosque Natural de Ladera y Bosque Natural de Fuertes Pendientes (figura 2).

MAPA DE UBICACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO DEL PADMI

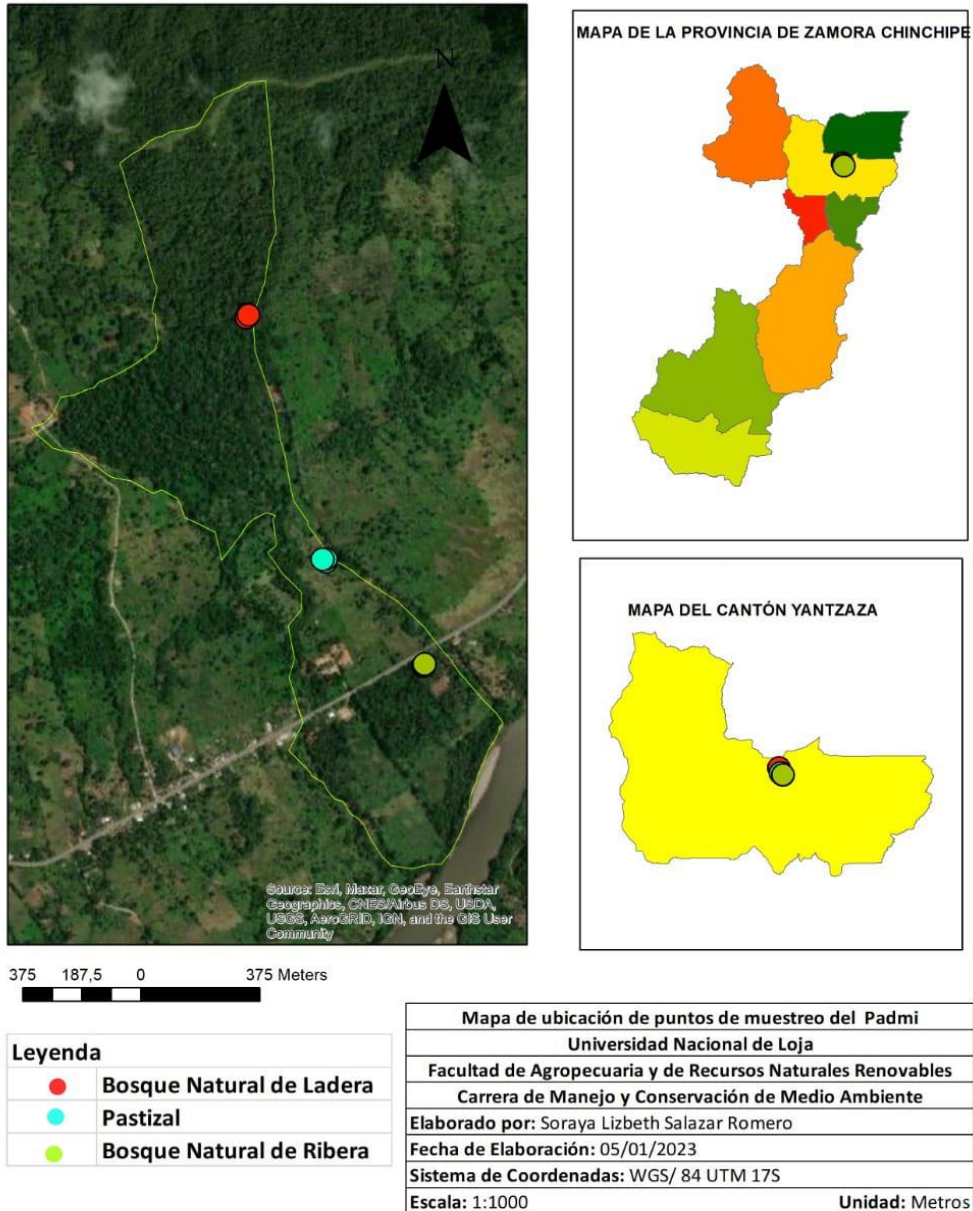


Figura 2. Puntos de muestreo de escarabajos y del suelo en tres coberturas vegetales: Bosque Natural de Ladera (BN), Bosque de Ribera BR, y Pastizal (Pas) en la Quinta el Padmi
Fuente: Elaboración propia

En la figura 2 se observa los tres suelos seleccionados bajo distintas coberturas vegetales: Bosque Natural de Ladera, Bosque de Ribera y Pastizal (Quizhpe & Orellana, 2011).

- **Bosque natural de Ladera:** el suelo de este bosque es arcilloso, rico en materia orgánica por la presencia en gran número de raicillas y materia foliar en descomposición.
- **Bosque natural de Ribera:** Los suelos se caracterizan por ser arenosos con escasa presencia de hojarasca. Se evidencia una mayor intervención antrópica.
- **Pastizal:** se considera un suelo arcilloso que se diferencia del resto por la presencia de árboles dispersos que disminuyen el riesgo de erosión y aporta recursos nutritivos favoreciendo la fertilidad del suelo.

5.2. Unidad de muestreo

La recolección de las muestras de escarabajos y del suelo para su análisis se realizó en la Estación Experimental el Padmi en tres coberturas de suelo: Bosque natural de Ribera (Intervenido), Bosque natural de Ladera (conservado) y Pastizal. En referencia, del muestreo realizado en la primera fase del proyecto Uso de escarabajos biorecicladores (Coleoptera: Scarabaeinae) y consorcios bacterianos del suelo como una estrategia para la regeneración de ecosistemas en tres localidades de Loja y Zamora Chinchipe, que consistió en la ubicación de tres transectos lineales de 250 metros en cada tipo de cobertura, mismos que estuvieron separados 100 metros entre ellos para la colecta únicamente de escarabajos (Cordero, 2022). A partir de ello, se instaló una parcela de 10 m x 10 m, subdivididas en subparcelas de 1 m x 1 m, donde se tomaron tres puntos de muestreo (1,2,3) de manera aleatoria en cada cobertura para colocar las trampas de caída, con un total de 9 puntos de observación para escarabajos (Anexo 1). A su vez, se procedió a recolectar tres submuestras de suelo (A, B, C) en los mismos puntos de muestreo, para formar una muestra compuesta por cada parcela. El respectivo muestreo se efectuó en un lapso de un mes (dos veces en el mes de febrero) en cada sitio establecido.

5.3. Muestreo de los escarabajos estercoleros (Coleoptera: Scarabaeinae) y del suelo en tres zonas establecidas de la Estación Experimental el Padmi

5.3.1. Colecta de escarabajos

La colecta de los escarabajos se realizó bajo el permiso ambiental de investigación: Recolección de especímenes de especies de la diversidad biológica no. 1813 emitido por el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (Anexo 2). Para la recolección de los especímenes se especificó las coberturas vegetales de la zona de estudio en base al mapa proporcionado por Quizhpe & Orellana (2011), siendo tres sitios: bosque natural de ladera, bosque de ribera y pastizal. Una vez definidas las coberturas vegetales en la estación el Padmi, se seleccionaron los puntos de muestreo y se definieron los sitios estratégicos mediante observación directa, considerando la accesibilidad de las pendientes de las zonas, en cada cobertura vegetal se estableció una subparcela de 10 m x 10 m, cada subparcela se dividió en cuadrantes de 1 m x 1 m, y se aplicó el diseño de muestreo aleatorio (3 puntos por área), obteniendo un total de 9 puntos de muestreo en toda el área de estudio.

En febrero del 2022, se realizó un muestreo independiente (para los escarabajos) y el muestreo se llevó a cabo en un día, en cada zona establecida. Para la colecta de las especies se implementaron trampas de caída Pitfall modificadas, utilizando cebo de excremento humano (Idrovo, 2016). Las trampas se inspeccionaron en el lapso de 24 horas. Luego los escarabajos recolectados fueron transportados vivos en vasos de plástico con tierra de cada sitio establecido y debidamente etiquetados (Ebert et al., 2021). En el Museo de Zoología de la Universidad de Loja (LOUNAZ) se seleccionaron al azar 6 escarabajos, 2 por cada sitio de muestreo, considerando el espécimen que más se repetía de cada punto. La identificación del género y a nivel de especie de los escarabajos se lo realizó bajo la supervisión de la Dra. Aura Paucar, docente investigadora asociada al LOUNAZ y mediante la guía de claves de géneros y subgéneros de escarabajos presentes y presuntos para Ecuador (Chamorro et al., 2018). Los escarabajos seleccionados fueron debidamente etiquetados con su código (Anexo 3) y trasladados al Centro de Biotecnología para su análisis.

5.3.2. Colecta de las muestras de suelo

Las muestras de suelo se recolectaron en los primeros veinte centímetros de la capa superior con el uso de una pala, una vez obtenida la muestra de suelo se realizó un corte pastel para eliminar restos de basura, piedras, raíces y más (Mendoza & Espinoza, 2017). Se obtuvieron 3 submuestras de manera aleatoria en cada subparcela establecida (10m x 10m), las

cuales fueron mezcladas consiguiendo al final una sola muestra compuesta de aproximadamente 200 gramos por paisaje (Aguilar & Ramirez, 2015). Las muestras representativas fueron trasladadas en fundas ziploc debidamente etiquetadas al Centro de Biotecnología de la Universidad Nacional de Loja. Cada muestra compuesta del suelo fue secada durante tres días, tamizada, y se midió el pH y la temperatura de las muestras de cada paisaje con la finalidad de comprender si estas características tienen relación con las comunidades bacterianas. Los puntos del muestreo del suelo se pueden observar en la tabla 1.

Tabla 1. Ubicación de los puntos de muestreo de la colecta de las muestras de suelo

Muestra	Coordenadas		Zona	Altitud
	Este	Norte		
M1	764543	9586966	Bosque Natural (BN)	918 m
M2	764807	9586181	Bosque de Ribera (BR)	797 m
M3	764805	9586183	Pastizal (Pas)	828 m

5.4. Aislamiento de las comunidades bacterianas del tracto digestivo de los escarabajos estercoleros y del suelo

5.4.1. Aislamiento del tracto digestivos de los escarabajos

Cada especie de escarabajos fue colocada en un tubo falcon estéril y congelados a -20 °C. Luego, se desinfectaron con agua estéril y se introdujeron en un vaso de precipitación con alcohol al 70% por 3 minutos y se enjuagaron nuevamente con agua estéril (Arias-Cordero et al., 2012b; Heise et al., 2019). Para la extracción del intestino, los escarabajos sacrificados se colocaron en una caja de Petri con agua destilada, para la disección se empleó tijeras de microcirugía y agujas para los cortes ventrales (zona terminal del metatórax y el abdomen) (Vasanthakumar et al., 2006, 2008). El intestino se insertó en un criovial con 2 ml de agua peptona (Vasanthakumar et al., 2006). Una vez obtenida la muestra de intestino se procedió a realizar diluciones seriadas en un factor 1:10 (-1, -2, -3, -4, -5, -6, -7) cada una de las diluciones en los microtubos eppendorf contenía 1,5 ml de agua peptona. Con la ayuda de una micropipeta graduada se tomó 0,5 ml de la muestra de intestino (muestra madre) y se transfirió a la dilución (-1), se tapó el microtubo y se dejó homogeneizar durante 20 segundos haciendo uso del vórtex,

se tomó 0,5 ml de la dilución (-1) y se vertió en la dilución (-2), se tapó el tubo y se dejó homogeneizar durante 20 segundos, este proceso se este proceso se continuó realizando hasta la dilución (-7).

Una vez obtenidas las diluciones se procedió a realizar la siembra bacteriana para la obtención de cultivos mixtos a partir de la dilución (-5), hasta la dilución (-7); con la ayuda de una micropipeta se inoculó 0,01 ml de la muestra sobre los medios básicos Agar Trypticasa-Soya (TSA) y Agar Nutritivo (AN) empleando la técnica de siembra por agotamiento en estrías para el aislamiento de bacterias y se procedió a incubar por 72h a 28°C. A su vez, se prepararon dos controles (positivo y blanco) el control positivo fue una muestra directa del tracto digestivo sobre la caja de Petri con agar, y el control blanco contuvo solo Agar TSA.

Las colonias aisladas resultantes se volvieron a sembrar mediante la técnica por estriado en Agar TSA para la obtención de cultivos puros. Se dejó en incubación durante 24 horas a 28 °C para el crecimiento de las bacterias en estado puro (Domenech et al., 2010). De los cultivos puros se seleccionaron muestras para congelar a -80 °C para conservar los aislados.

5.4.2. Aislamiento del suelo

Listas las muestras, se pesaron 10 gramos de suelo, que fueron diluidos en 90 ml de agua destilada, para la homogeneización la muestra madre se colocó en un agitador a 380 rpm durante 20 minutos (Sansupa et al., 2021). Se realizaron las diluciones seriadas bajo el siguiente proceso: las diluciones seriadas representadas en factor 1:10 con su respectiva etiqueta (-1,-2,-3,-4,-5), cada una de las diluciones en los tubos de ensayo tuvo 9 ml de agua peptona. Luego, con la ayuda de una pipeta se tomó 1 ml de la muestra madre y se transfirieron a la dilución (-1), se tapó el tubo y se dejó homogeneizar durante 20 segundos haciendo uso del vórtex, se tomó 1 ml de la dilución (-1) y se vertió en la dilución (-2), se tapó el tubo y se dejó homogeneizar durante 20 segundos, este proceso se continuó realizando hasta la dilución (-5) (Corral-Lugo et al., 2012).

Una vez conseguidas las cinco diluciones, se procedió a obtener cultivos mixtos en dos medios de cultivo (TSA) y (AN), la siembra se realizó a partir de la dilución -2 usando la técnica por estriado, y se prepararon dos controles uno positivo (+) con 1ml de dilución de la muestra Madre donde se verificó el crecimiento de colonias bacterianas y otro negativo (-) con Agar TSA, con el fin de comprobar que no se presente contaminación, con dos repeticiones por cada

tratamiento. Una vez realizada la siembra por estriado se cerraron las cajas de Petri con cinta Parafilm y fueron debidamente etiquetadas. Finalmente, las cajas se incubaron en condiciones óptimas para el crecimiento bacteriano durante 48 horas a 28 °C, con dos observaciones a las 24 horas y 48 horas (Castillo & Benítez, 2015).

Las colonias identificadas de acuerdo a las diferentes morfologías que presentaban se volvieron a sembrar en TSA mediante la técnica por estriado. Se dejó en incubación durante 24 horas a 28°C para el crecimiento de bacterias en estado puro, es decir, cultivos puros (Domenech et al., 2010).

5.5. Identificación morfológica de las comunidades bacterianas en el suelo y del tracto digestivo de los escarabajos

Para obtener una adecuada identificación, del crecimiento en estado puro de las cepas, se procedió a la observación macroscópica con el fin de conocer las características más comunes de una colonia bacteriana como se muestran en la figura 3 (Castañeda, 2009). Luego, se empleó la técnica de Tinción Gram detallado por Hans Christian Gram para los medios de cultivos puros resultantes tanto de los escarabajos estercoleros como de las muestras de suelo (figura 4). Las colonias bacterianas se categorizaron según su formato en Cocos y Bacilos; y de acuerdo a su pigmentación como: Grampositivas (Gram+) de color azul a violeta y Gramnegativas (Gram-) de color rosado a rojo mediante observación microscópica con objetivo de inmersión (100x), (Reynoso et al., 2015). La asociación a posibles géneros bacterianos se realizó mediante la comparación de las características morfológicas encontradas con el Systematic Bacteriology Brenner et al., (2005); y otras fuentes de investigación. Considerando que no existen claves taxonómicas específicas para su reconocimiento, la asociación a los géneros se realizó mediante esquemas tradicionales de identificación fenotípica bacteriana, que se basan en las características observables de las bacterias, como su morfología (Bou et al., 2011) (Tabla 2).

Tabla 2. Fuentes de investigación asociadas a los posibles géneros bacterianos

Nombre	Fuentes de información
Medios de Cultivo en un Laboratorio de Microbiología	(Casado et al., 2012)
A Photographic Atlas for the Microbiology Laboratory 4th Edition	(Leboffe & Pierce, 2011)
Especies del género Bacillus: morfología macroscópica y microscópica	(Realpe et al., 2002)
Bacterias de Importancia	(Lopardo, 2016)

Forma	Borde	Elevación	Superficie
Puntiforme	Liso	Plana	Lisa, brillante
Circular	Ondulado	Elevada	Rugosa
Rizoide	Lobulado	Convexa	Arrugada
Irregular	Encorvado		Seca
Filamentosa	Filamentoso		

Figura 3. Morfología colonial en placa
Fuente: (Castañeda, 2009)

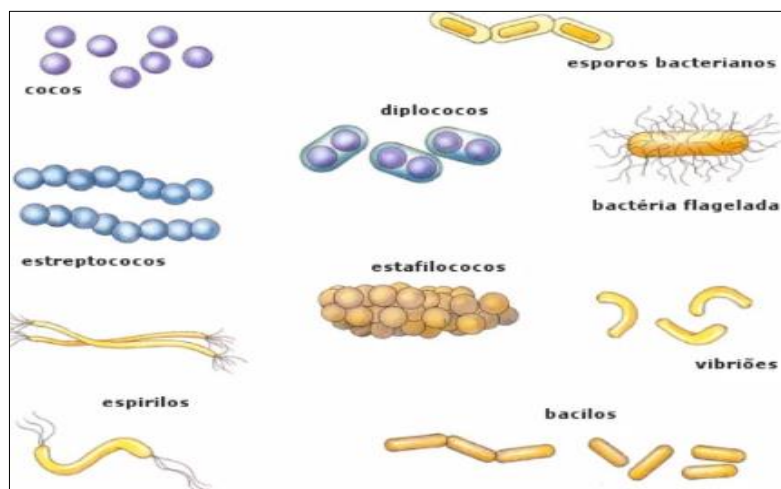


Figura 4. Morfología Celular
Fuente: (Reynoso et al., 2015)

6. Resultados

6.1. Muestreo de los escarabajos estercoleros y del suelo en las tres coberturas vegetales de la Estación Experimental el Padmi

En el muestreo realizado en febrero en la Estación Experimental el Padmi, se recolectaron los escarabajos vivos y se trasladaron al LOUNAZ, mediante sorteo se seleccionaron para su análisis 2 individuos por cada zona (conservada, restaurada y pastizal). Se registraron 6 individuos de la subfamilia Scarabaeinae, clasificados en 3 géneros y 3 especies (Tabla 3).

Tabla 3. Escarabajos seleccionados en las tres coberturas vegetales (bosque natural, bosque ribera y pastizal) de la Estación el Padmi

Código	Género	Especie	Zona	Punto de colecta	Altitud (msnm)
0007547	<i>Coprophanaeus</i>	<i>Coprophanaeus telamón</i>	BN	1	945
0007548	<i>Dichotomius</i>	<i>Dichotomius quinquelobatus</i>	BN	3	956
0007549	<i>Eurysternus</i>	<i>Eurysternus caribaeus</i>	BR	3	800
0007550	<i>Eurysternus</i>	<i>Eurysternus caribaeus</i>	BR	2	788
0007551	<i>Eurysternus</i>	<i>Eurysternus caribaeus</i>	Pas	2	851
0007552	<i>Eurysternus</i>	<i>Eurysternus caribaeus</i>	Pas	3	866

Se realizó el muestreo de suelo a 20 cm de profundidad en cada zona establecida (bosque natural, bosque ribera y pastizal) y se obtuvieron 3 muestras compuestas. En el Centro de Biotecnología de la Universidad Nacional de Loja, las muestras de suelo fueron secadas a temperatura ambiente durante 3 días y tamizadas para eliminar restos de basura, raíces, piedras, y más. Se realizó la medición de pH y temperatura de cada muestra compuesta homogeneizada (Tabla 4).

Tabla 4. Propiedades físico-químicas del suelo de los tres paisajes

Muestra	Zona	Propiedades del suelo	
		Temperatura	pH
M1	BN	21,5 °C	7,85
M2	BR	21,5 °C	6,76
M3	Pas	21,3 °C	6,63

Las propiedades físico-químicas del suelo varían según la cobertura del mismo. El suelo del bosque natural de ladera (BN) tiene un pH ligeramente alcalino (7,85) a diferencia del pH del suelo de bosque de Ribera (BR) y pastizal (Pas) que se consideran prácticamente neutros (6,76 y 6,63 respectivamente). La temperatura es similar en las tres muestras de suelo.

6.2. Aislamiento de las comunidades bacterianas del tracto digestivo de los escarabajos estercoleros y del suelo

En el procedimiento de aislamiento de comunidades bacterianas del suelo realizado en el laboratorio se obtuvo un total de 32 cultivos mixtos pertenecientes a los 3 sitios de muestreo. La mayor cantidad de cultivos mixtos le corresponde al Bosque Natural (12 cultivos) seguido de Pastizal y Bosque de Ribera con 10 cultivos por cada paisaje (Anexo 3). Para el análisis respectivo del crecimiento bacteriano en estado puro se consideró los cultivos mixtos más representativos de cada zona (Bosque Natural de Ladera, Bosque de Ribera, Pastizal). Se seleccionaron las colonias de los cultivos mixtos que diferían en su morfología y se volvieron a sembrar en TSA y AN en donde se obtuvo el crecimiento en estado puro de las cepas identificadas. En las diluciones -2R1, -3, -3R1, -4, -4R1, -4R2 y -5 se identificó un solo tipo de colonia, en las diluciones -2, -2R2 y -5R2, se identificaron 2 colonias y en la dilución -3R2 se observaron 3 colonias, cada una de ellas, (Anexo 4). La figura 5 nos muestra el proceso del crecimiento de las comunidades bacterianas (cultivo mixto) en la dilución -3R2 y la selección de tres colonias diferentes con su crecimiento en estado puro.

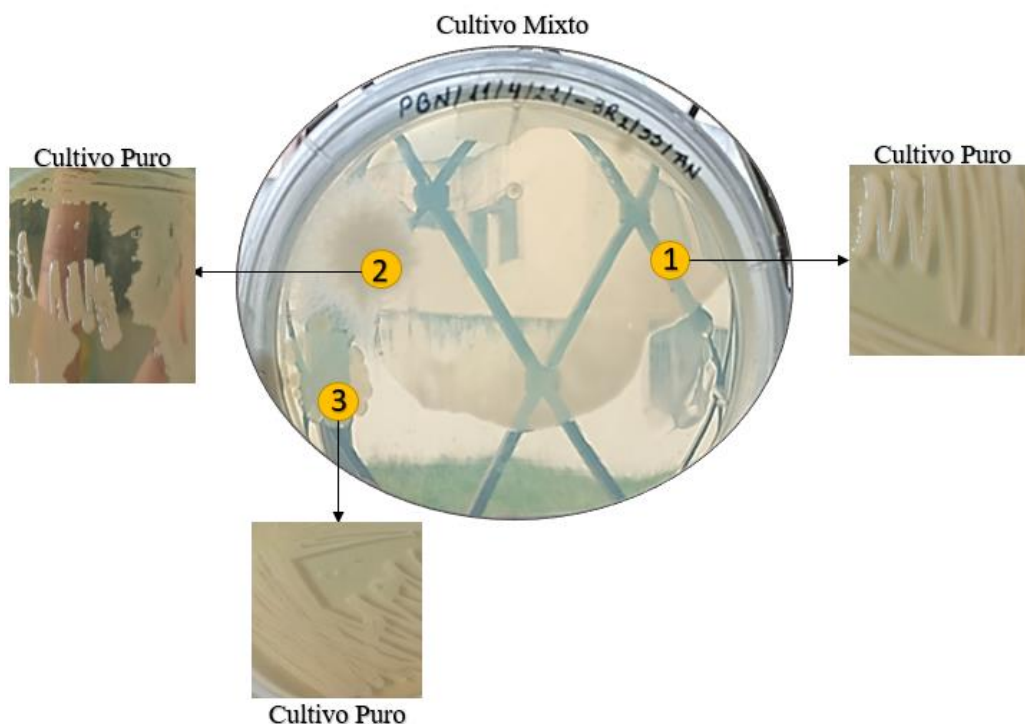


Figura 5. Proceso del aislamiento de las comunidades bacterianas en el suelo del Bosque Natural de Ladera.

En la cobertura de suelo del Bosque de Ribera el crecimiento bacteriano se dio de la siguiente manera: en las diluciones -3R1,-3R2,-4R2 se identificó un tipo de colonia, y en las diluciones -2, 2R1,-3,-4 se identificaron dos colonias que se volvieron a sembrar en TSA y AN en donde se obtuvo el crecimiento en estado puro de las cepas (Anexo 6). La figura 6 representa el crecimiento mixto de la dilución -3 y la selección de dos colonias diferentes con su crecimiento en estado puro.

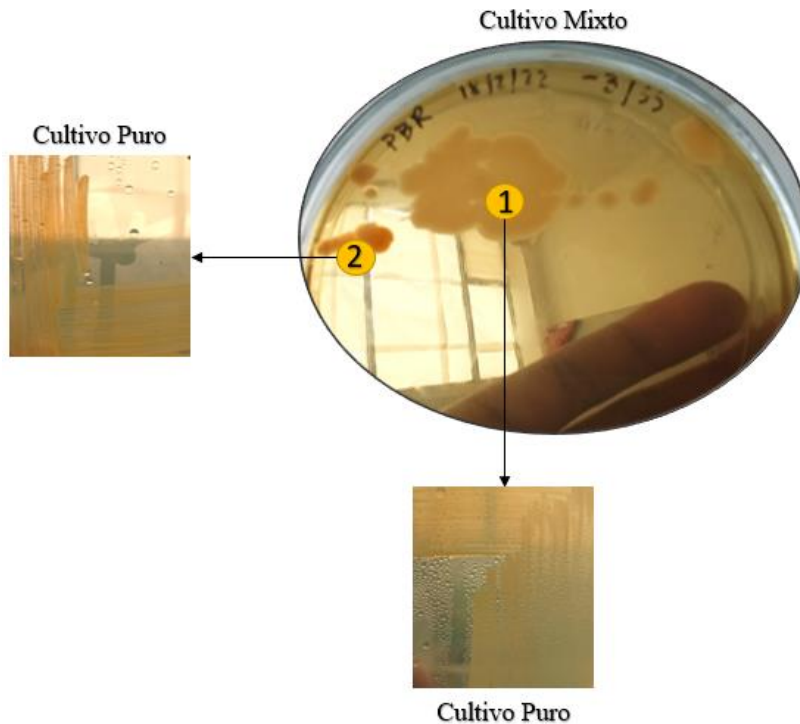


Figura 6. Proceso del aislamiento de las comunidades bacterianas en el suelo del Bosque de Ribera

En suelo del Pastizal el proceso del aislamiento fue el siguiente: se seleccionaron las colonias diferentes de los cultivos mixtos, en donde, se identificaron de una a tres colonias que se volvieron a sembrar en TSA y AN para el crecimiento en estado puro de las cepas. Se identificó en las diluciones -2R2, -3R1, -4, una sola colonia, en las diluciones -2, -2R1,- 3R2, -4R2 se identificaron dos colonias y en las dilución -3R2, tres colonias diferentes (Anexo 7). La figura 7 representa el crecimiento mixto de la dilución -3R2 y la selección de tres colonias diferentes con su crecimiento en estado puro.

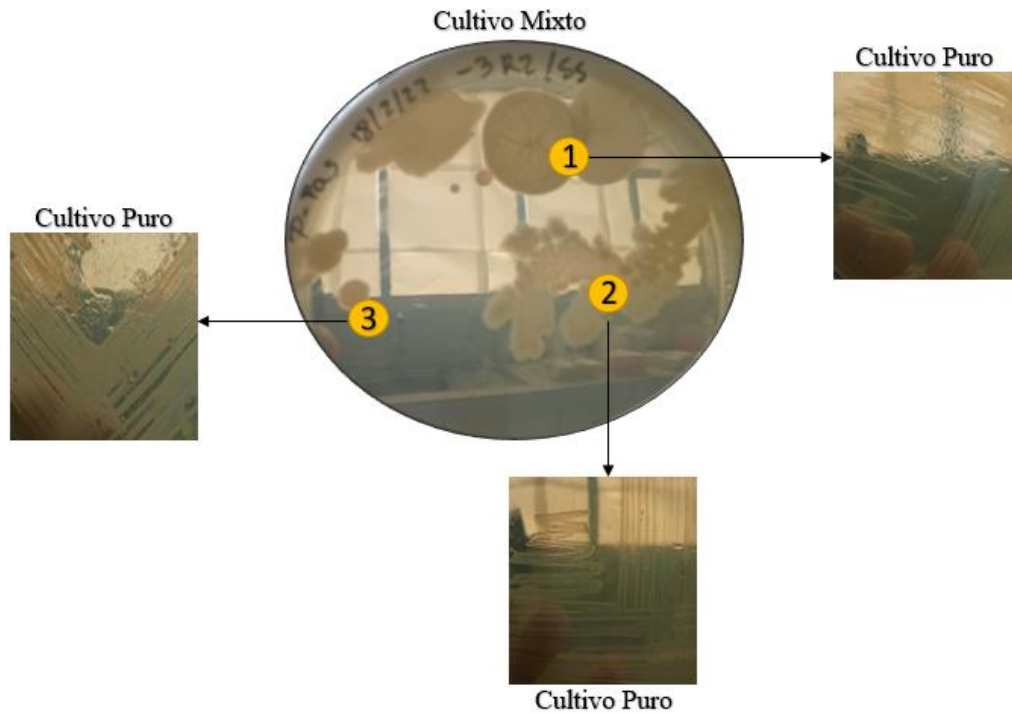


Figura 7. Proceso del aislamiento de las comunidades bacterianas en el suelo del Pastizal

En el procedimiento de aislamiento bacteriano del tracto digestivo de los escarabajos estercoleros se obtuvo un total de 54 cultivos mixtos de las 6 especies identificadas pertenecientes a los 3 sitios de muestreo (Anexo 9, 10 y 11). De los cultivos mixtos se seleccionaron las colonias que diferían en sus características macroscópicas, donde, se volvieron a sembrar y se obtuvo un total de 50 cultivos puros, el mayor número representa al Bosque Ribera (19 cultivos puros), seguido del Bosque Natural de Ladera (16 cultivos puros) y Pastizal (15 cultivos puros).

En el Bosque de Ribera, el proceso de aislamiento bacteriano en las dos especies identificados fue el siguiente: en la especie *Coprophanæus telamón*, la selección de las colonias de los cultivos mixtos que diferían en su morfología, se volvió a sembrar AN y se obtuvo el crecimiento en estado puro de las cepas obteniendo en las diluciones -5, -5R2, -6R2, -7R1 un solo tipo de colonia, y en las diluciones -6, -7 y -7R2, dos colonias (Anexo 12). La figura 8 nos muestra el crecimiento mixto de la dilución -6R2 y la selección de una colonia diferente con su crecimiento en estado puro.

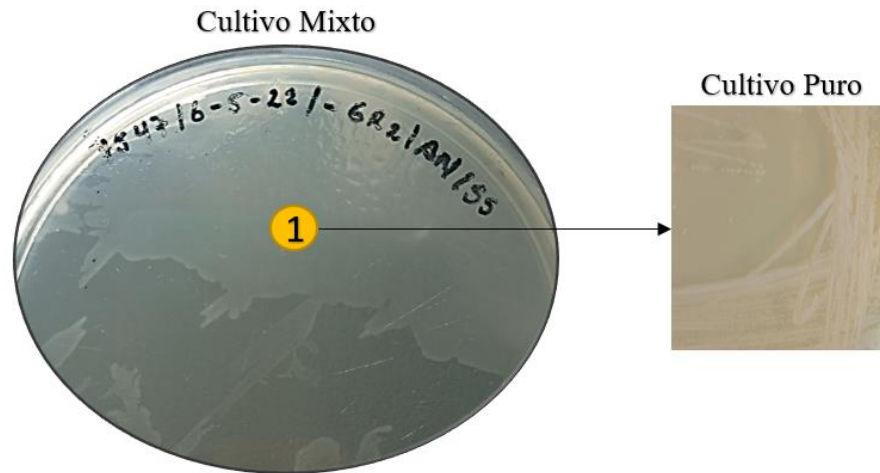


Figura 8. Proceso de aislamiento de las comunidades bacterianas del tracto digestivo de la especie *Coprophanaeus telamón* (7547) perteneciente al Bosque Ribera

En la segunda especie identificada *Dichotomius quinquelobatus* se seleccionó las colonias diferentes de los cultivos mixtos, en donde, se identificaron de una a dos colonias que se volvieron a sembrar en AN para el crecimiento en estado puro. Se identificó en las diluciones -5, -5R2, -6, -6R2, -7, -7R1, -7R2 una sola colonia y en las dilución -6R1 se identificaron dos colonias diferentes (Anexo 13). La figura 9 nos muestra el proceso del crecimiento de las comunidades bacterianas (cultivo mixto) de la dilución -6R1 y la selección de dos colonias diferentes con su crecimiento uniforme en estado puro.

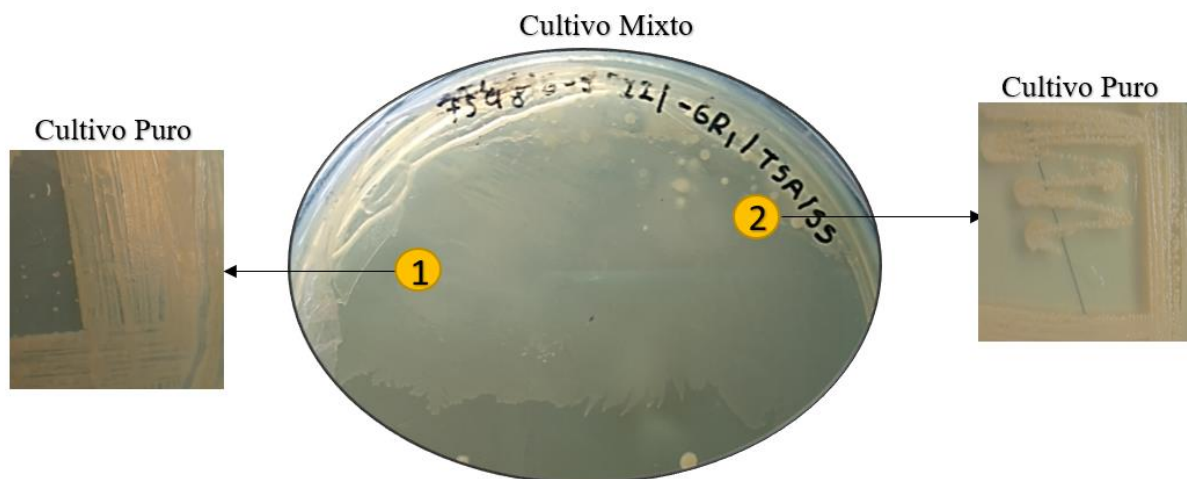


Figura 9. Proceso de aislamiento de las comunidades bacterianas del tracto digestivo de la especie *Dichotomius quinquelobatus* (7548) perteneciente al Bosque Ribera

En el Bosque Natural de Ladera el proceso de aislamiento en las dos especies identificadas fue el siguiente: en la especie *Eurysternus caribaeus* (7549) se seleccionaron las colonias diferentes de los cultivos mixtos, en donde, las colonias distintas se volvieron a sembrar en AN para el crecimiento en estado puro. Dando como resultado únicamente un solo tipo de colonia en las diluciones -5, -5R1, -5R2, -6, -6R1, -6R2 y -7R2 (Anexo 14). La figura 10 representa el crecimiento de las comunidades bacterianas (cultivo mixto) de la dilución -5R1 y la selección de una colonia diferente con su crecimiento en estado puro.

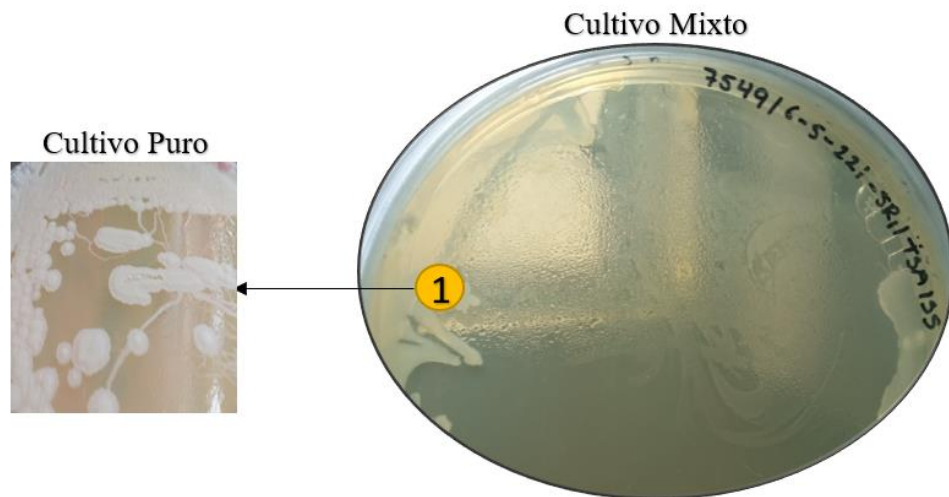


Figura 10. Proceso de aislamiento de las comunidades bacterianas del tracto digestivo de la especie *Eurysternus caribaeus* (7549) perteneciente al Bosque Natural de Ladera

En la segunda especie *Eurysternus caribaeus* (7550) se identificaron las colonias diferentes morfológicamente de los cultivos mixtos, que se volvieron a sembrar en AN para el crecimiento en estado puro de las cepas. Obteniendo en las diluciones -6R1 -6R2, y -7R2 un solo tipo de colonia, y en las diluciones -5, -7 y -7R1, dos colonias (Anexo 15). La figura 11 nos muestra el crecimiento mixto de la dilución -7R1 y la selección de dos colonias diferentes con su crecimiento en estado puro.

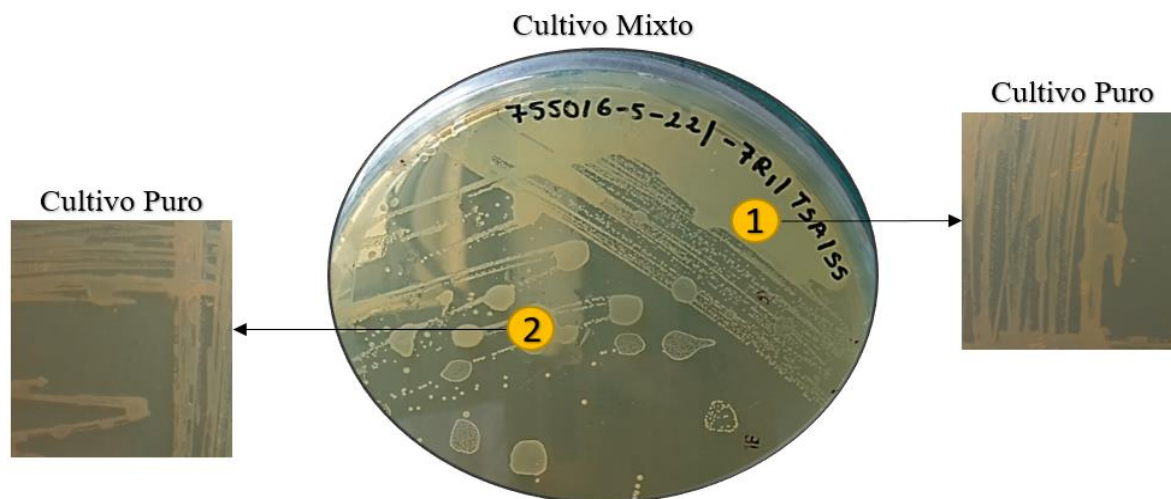


Figura 11. Proceso de aislamiento de las comunidades bacterianas del tracto digestivo de la especie *Eurysternus caribaeus* (7550) perteneciente al Bosque Natural de Ladera

En la cobertura del suelo Pastizal el proceso de aislamiento en las dos especies identificadas fue el siguiente: en la especie *Eurysternus caribaeus* (7551) se seleccionaron las colonias diferentes de los cultivos mixtos, en donde, se identificaron de 1 a 2 colonias que se volvieron a sembrar en AN para el crecimiento en estado puro. En las diluciones -5, -5R2, -7R1, -7R2 se observó una sola colonia y en las dilución -5R1 se identificaron 2 colonias diferentes (Anexo 16). La figura 12 representa el crecimiento mixto de la dilución -5R1 y la selección de dos colonias diferentes con su crecimiento en estado puro.

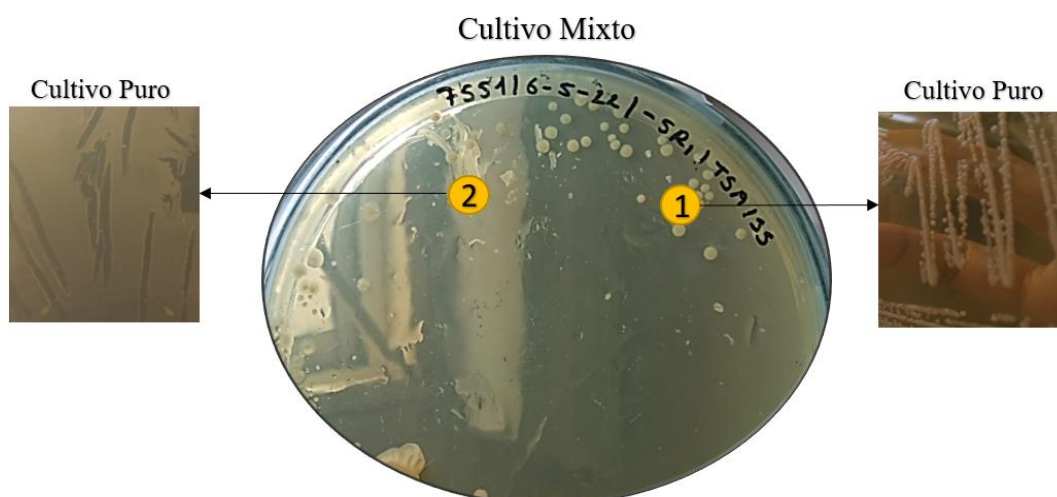


Figura 12. Proceso de aislamiento de las comunidades bacterianas del tracto digestivo de la especie *Eurysternus caribaeus* (7551) perteneciente al Pastizal

En la segunda especie identificada *Eurysternus caribaeus* (7552) se seleccionaron las colonias diferentes de los cultivos mixtos, que se volvieron a sembrar en AN para el crecimiento en estado puro. Obteniendo una colonia diferente y representativa en las diluciones -5, 5R1, -5R2, -6, -6R1, -6R2, -7, -7R1, -7R2 (Anexo 17). La figura 13 representa el crecimiento mixto de la dilución -5R2 y la selección de una colonia diferente con su crecimiento en estado puro.

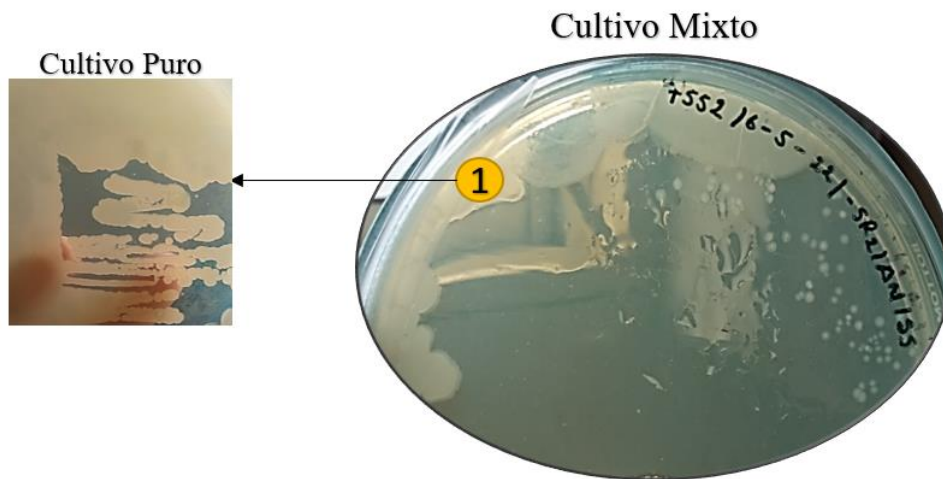


Figura 13. Proceso de aislamiento de las comunidades bacterianas del tracto digestivo de la especie *Eurysternus caribaeus* (7552) perteneciente al Pastizal

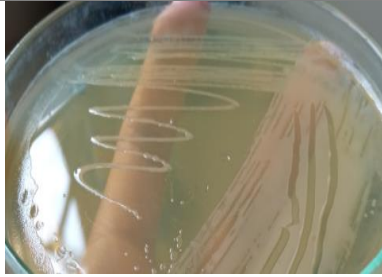
6.3. Identificación morfológica de las comunidades bacterianas en el suelo y del tracto digestivo de los escarabajos

De los cultivos puros, se recuperaron un total de 29 cultivos repartidos entre los 3 sitios de muestreo. La mayor cantidad de morfologías se encontró en la muestra de suelo de bosque natural (14 cepas observadas), seguido del bosque ribera (10 cepas observadas), y de pastizal (5 cepas observadas) (Anexo 8).

Según las características macroscópicas, se seleccionaron 20 cepas con morfologías diferentes y con mayor índice de aparición en los cultivos TSA y AN de las 3 muestras compuestas de suelo. Las 20 morfologías presentaron diferencias en cuanto a su forma, borde, textura y consistencia (Tabla 5).

Tabla 5. Características macroscópicas observadas en las colonias bacterianas del suelo en las tres coberturas vegetales

Características macroscópicas: cepas observadas del suelo de Bosque Natural



Forma: irregular, borde rizado, transparente, brillante, no pigmentada de color crema, textura lisa, elevación plana, consistencia viscosa, olor fuerte.



Forma: irregular, borde ondulado, elevación elevada, opaca, brillante, no pigmentada de color blanca, textura rugosa, consistencia suave, olor fuerte.



Forma: circular, borde entero, elevación convexa, opaca, no brillante, no pigmentada de color blanca, textura lisa, elevada, consistencia suave, olor fuerte.



Forma: irregular, borde rizado, elevación plana, opaca, brillante, no pigmentada de color crema, textura rugosa, consistencia suave, olor fuerte.



Forma: irregular, borde entero, elevación elevada, opaca, brillante, no pigmentada de color blanca, textura lisa, consistencia viscosa, olor fuerte.



Forma: irregular, borde lobulado, elevación plana, opaca, brillante, no pigmentada de color crema, textura lisa, consistencia suave, olor fuerte.



Forma: irregular, borde rizado, elevación plana, opaca, no brillante, no pigmentada de color crema, textura rugosa, elevada, consistencia suave, olor fuerte.

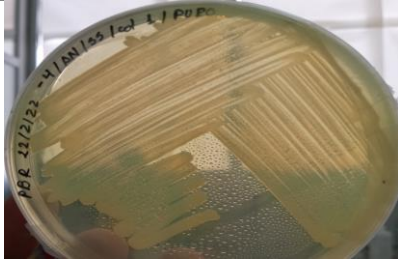


Forma: rizoide, borde rizoide, elevación plana, opaca, brillante, no pigmentada de color blanca, textura rugosa, consistencia dura, olor fuerte.

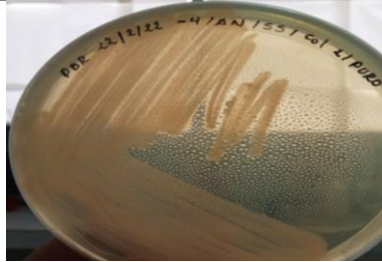


Forma: irregular, borde ondulado, opaca, brillante, no pigmentada de color crema, textura lisa, consistencia suave, olor fuerte.

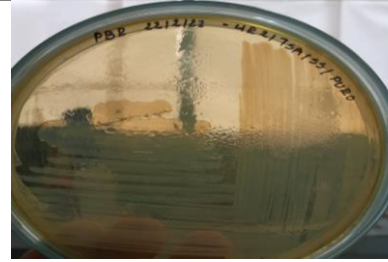
Características macroscópicas: cepas observadas del suelo de Bosque Ribera



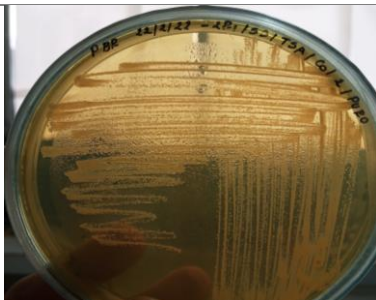
Forma: alargada irregular, borde: entero, transparencia: opaca, brillante, no pigmentada de color crema, textura lisa, elevada, consistencia suave.



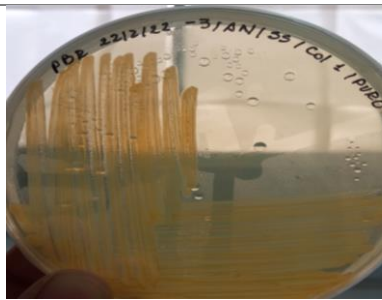
Forma: irregular, borde: entero, transparencia: opaca, no brillante, no pigmentada de color crema, textura lisa, elevada, consistencia suave.



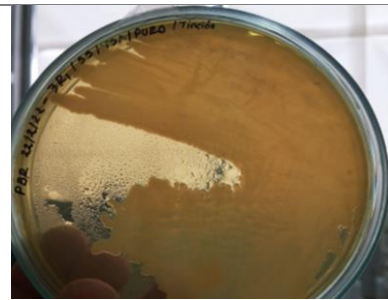
Forma: irregular, borde: ondulado, transparente, brillante, no pigmentada de color crema, textura lisa, elevación plana, consistencia suave.



Forma puntiforme, borde rizado, transparente, brillante, no pigmentada de color crema, textura rugosa, elevación plana, consistencia suave.



Forma irregular, borde entero, no transparente, no brillante, pigmentada de color amarillo, textura lisa, plana, consistencia viscosa.



Forma: irregular, borde ondulado, opaca, no brillante, no pigmentada de color crema, textura rugosa, elevada, consistencia dura.

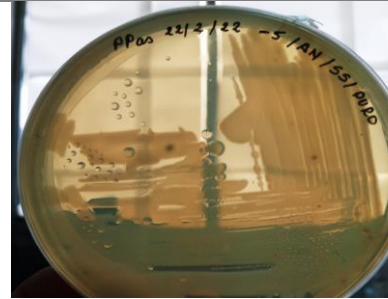
Características macroscópicas: cepas observadas del suelo de Pastizal



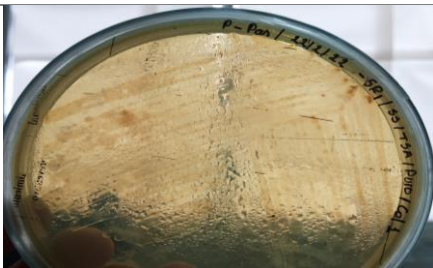
Forma: irregular, borde entero, transparente, brillante, no pigmentada de color crema, textura lisa, plana, consistencia suave.



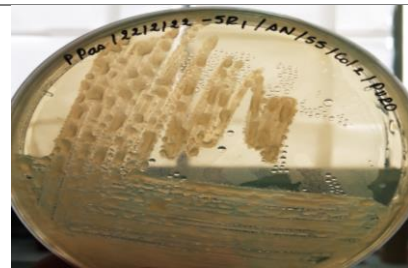
Forma: irregular, borde rizado, opaca, no brillante, no pigmentada de color blanca, textura rugosa, elevación acuminada, consistencia dura.



Forma: irregular, borde ondulado, opaca, no brillante, no pigmentada de color crema, textura lisa, elevada, consistencia suave.



Forma: irregular, borde entero, transparente, brillante, no pigmentada, textura lisa, elevación plana, consistencia viscosa.



Forma: irregular, borde rizado, no transparente, brillante, no pigmentada de color crema, textura rugosa, elevación plana, consistencia viscosa.

Luego de haber analizado las características macroscópicas de las 20 cepas con morfologías diferentes, se tomó una muestra para realizar tinción Gram donde se obtuvieron de los tres paisajes: 14 cepas Gram+ y 6 cepas Gram- (Figura 14 y Anexo 8).

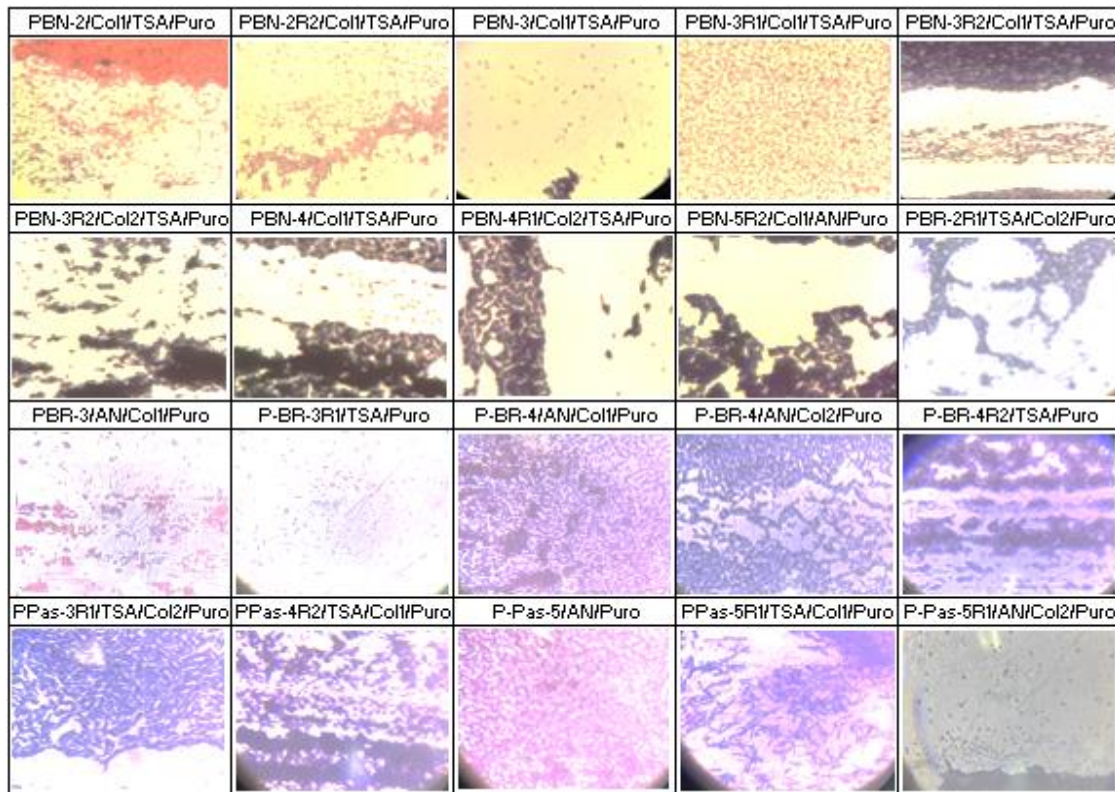


Figura 14. Colonias bacterianas Gram+ y Gram- del suelo.

En la clasificación de las colonias bacterianas basándose en sus características morfológicas (macroscópicas) y tinción Gram (microscópicas) se obtuvo en el suelo de bosque natural de ladera 5 Bacilos Gram+, 1 Bacilo Gram-, 1 Coco agrupado Gram+ y 2 Cocos Gram-; en bosque de ribera 2 Cocos Gram+, 3 Cocos Gram-, y 1 Bacilo Gram+; y en pastizal 2 Cocos Gram+, 1 Bacilo Gram+, 1 Bacilo en cadena Gram+ y finalmente 1 Coco en cadena Gram- (figura 13 y Anexo 8).

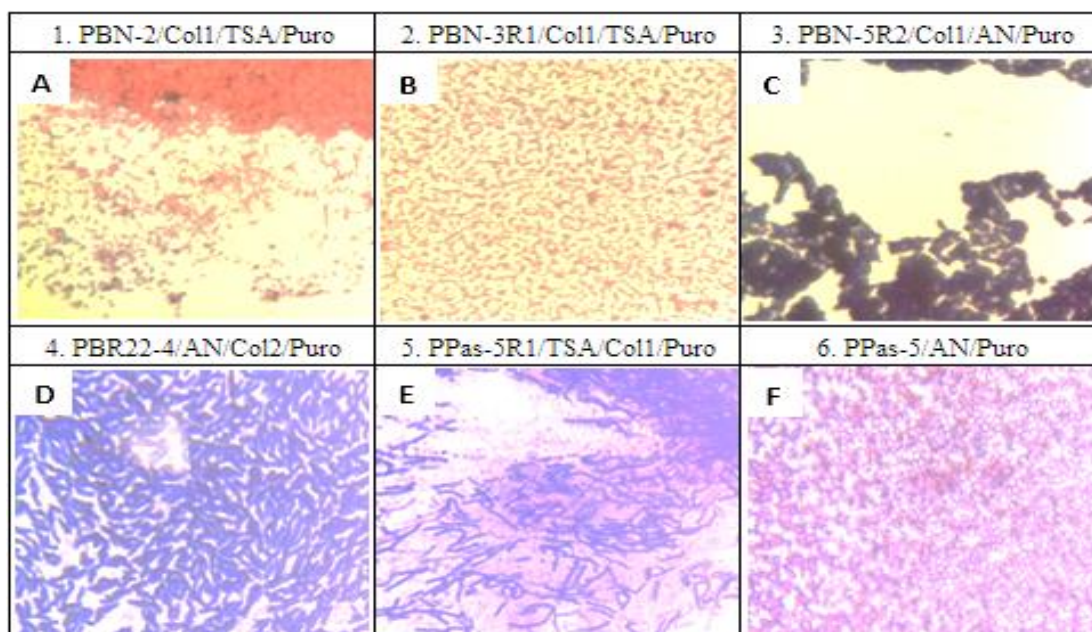


Figura 15. A) Bacilos Gram- (BN), B) Cocos Gram- (BN), C) Cocos agrupados Gram+ (BN), D) Bacilos Gram+ (BR), E) Bacilos en cadena Gram+ (Pas), F) Cocos en cadena Gram- (Pas) del suelo de las tres coberturas vegetales (bosque natural, bosque ribera y pastizal)

Como resultado de la selección, las 20 cepas diferenciadas tanto macroscópica y microscópicamente se asociaron a 6 géneros diferentes: *Streptococcus*, *Staphylococcus*, *Curtobacterium*, *Enterobacter*, *Arthrobacter* y *Bacillus* (Tabla 6). Siendo *Curtobacterium* el género con mayor presencia en los tres paisajes.

Tabla 6. Identificación por género de las 14 cepas aisladas del suelo en tres coberturas vegetales

Género	Cobertura Vegetal		
	Bosque Natural	Bosque de Ribera	Pastizal
<i>Arthrobacter</i>	X		
<i>Bacillus</i>	X		
<i>Curtobacterium</i>		X	X
<i>Enterobacter</i>	X		
<i>Staphylococcus</i>		X	
<i>Streptococcus</i>			X

Nota. La tabla muestra los posibles géneros bacterianos asociados al suelo en tres coberturas vegetales (BN, BR, Pas) empleando el Systematic Bacteriology y otras fuentes de investigación para su identificación (Brenner et al., 2005; Bou et al., 2011; Leboffe & Pierce, 2011; Realpe et al., 2002).

Streptococcus (Gram+) forma colonias circulares o puntiformes, de color amarillo pálido-crema, borde entero, brillantes y translúcidas. Las bacterias del género *Staphylococcus* son cocos Gram+ y se caracterizan por formar colonias puntiformes y circulares, con extremos de coloración amarillo, lisa, seca, dura. Mientras que las bacterias del género *Curtobacterium*

(Bacilos Gram+) forman colonias circulares, color amarillo pálido a crema, borde entero, brillantes, translúcidas. Las bacterias del generó *Arthrobacter* (Gram+) forman colonias con forma irregular, borde rizado o lobulado y translúcidas. *Bacillus* (Gram+) son colonias de forma irregular y circular, convexas, no pigmentadas de color crema o blanco y borden redondeados-filamentosos y *Enterobacter* (Gram-) son cepas circulares, no pigmentadas y no mucosas.

La figura 14 muestra la relación de las características morfológicas entre las cepas y los géneros diferenciados. A pesar de encontrar ciertas diferencias en cuanto a su forma, pueden existir particularidades entre las colonias de los géneros. Las cepas aisladas resultaron ser Cocos Gram+ (*Staphylococcus* y *Streptococcus*), Bacilos Gram+ (*Curtobacterium*, *Arthrobacter* y *Bacillus*) y Bacilos Gram negativos (*Enterobacter*), siendo un medio para comprobar que la cepa cumple con los tintoriales de los géneros encontrados.













Identificación por género de las cepas aisladas del suelo en las tres coberturas vegetales establecidas (conservado, restaurado y pastizal)		
Cultivo Puro	Tinción Gram	Género
A. PBN-3R2/Col2/TSA/Puro 	Bacilos Gram + 	<i>Arthrobacter</i>
B. PBN-4R1/Col2/TSA/Puro 	Bacilos Gram + 	<i>Bacillus</i>
C. PPas-5R1/Col1/TSA/Puro 	Bacilos Gram + 	<i>Curtobacterium</i>
D. PBN-2/Col1/TSA/PURO 	Bacilos Gram - 	<i>Enterobacter</i>
E. PBR-2R1/Col1/TSA/PURO 	Cocos Gram + 	<i>Staphylococcus</i>
F. PPas-5/AN/Puro 	Cocos Gram + 	<i>Streptococcus</i>

Figura 16. Identificación de Géneros bacterianos del suelo: A) *Arthrobacter* (BN); B) *Bacillus* (BN); C) *Curtobacterium* (Pas); D) *Enterobacter* (BN); E) *Staphylococcus* (BR); F) *Streptococcus* (Pas)

En el proceso de aislamiento bacteriano del tracto digestivo de los escarabajos de las seis especies encontradas en toda el área de muestreo, la siembra dio como resultado 50 aislados bacterianos en estado puro, donde se evidenció un crecimiento favorable en Agar Nutriente (AN). De esos cultivos, se recuperaron un total de 50 colonias repartidas entre los 3 sitios de muestreo. La mayor cantidad de morfologías se encontró en la muestra de suelo de bosque ribera (19 cepas observadas) (Anexo 18 y 19) seguido del bosque natural (16 cepas observadas) (Anexo 20 y 21), y de pastizal (15 cepas observadas) (Anexo 22 y 23). Según las características macroscópicas, se seleccionaron 34 cepas con morfologías diferentes y con mayor índice de aparición en el cultivo AN de las 6 especies. De las 34 morfologías, 12 diferenciadas en el Bosque Ribera de las especies *Coprophanaeus telamón* y *Dichotomius quinquelobatus* presentaron diferencias en cuanto a su forma, borde, elevación, textura, color y consistencia (Tabla 7).

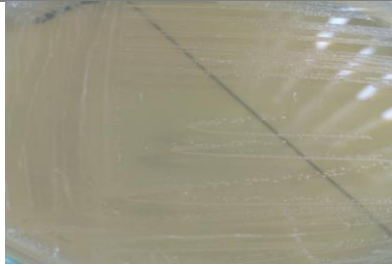
Tabla 7. Características macroscópicas de las cepas presentes en el tracto digestivo de las especies *Coprophanaeus telamón* y *Dichotomius quinquelobatus* del Bosque Ribera

Características macroscópicas del tracto digestivo de la especie <i>Coprophanaeus telamón</i>		
Bosque Ribera		
		
Forma: irregular, borde ondulado, elevación plana, opaca, brillante, no pigmentada de color crema, textura lisa, consistencia suave, olor fuerte.	Forma: circular, borde entero, elevación elevada, opaca, no brillante, no pigmentada de color blanca, textura rugosa, consistencia dura, olor fuerte, catalasa +.	Forma: irregular, borde rizado, elevación plana, opaca, no brillante, no pigmentada de color blanca, textura lisa, consistencia viscosa, olor fuerte, catalasa +
		
Forma: circular (puntiiforme), borde entero, elevación elevada, opaca, no brillante, no pigmentada de color blanca, textura rugosa, consistencia dura, olor fuerte, catalasa +.	Forma: irregular, borde entero, elevación plana, opaca, no brillante, no pigmentada de color crema, textura lisa, consistencia suave, olor fuerte, catalasa +.	Forma: circular, borde filamentosos, elevación convexa, opaca, brillante, no pigmentada de color blanca, textura rugosa, consistencia dura, olor fuerte, catalasa +

Características macroscópicas del tracto digestivo de la especie *Dichotomius quinquelobatus*
Bosque Ribera



Forma: irregular, borde lobulado, elevación plana, opaca, brillante, pigmentada de color crema, textura lisa, consistencia suave, olor fuerte, catalasa +.



Forma: circular (punctiforme), borde entero, elevación elevada, opaca, brillante, no pigmentada de color blanca, textura rugosa, consistencia suave, olor fuerte, catalasa -.



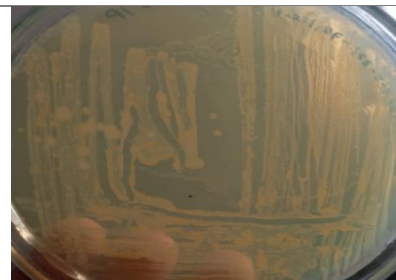
Forma: circular, borde entero, elevación elevada, opaca, brillante, no pigmentada de color crema, textura rugosa, consistencia suave, olor fuerte, catalasa +



Forma: irregular, borde entero, elevación plana, opaca, brillante, no pigmentada de color crema, textura lisa, consistencia dura, olor fuerte, catalasa +.






Forma: irregular, borde lobulado, elevación plana, opaca, brillante, pigmentada de color amarilla, textura lisa, consistencia suave, olor fuerte, catalasa +.



Forma: irregular, borde rizado, elevación plana, opaca, brillante, no pigmentada de color blanca, textura rugosa, consistencia suave, olor fuerte, catalasa -.

En el Bosque Natural de Ladera se observaron 11 morfologías diferentes en cuanto a su forma, borde, elevación, brillo, consistencia, color y catalasa, pertenecientes a dos individuos de la misma especie *Eurysternus caribaeus* (Tabla 8).

Tabla 8. Características macroscópicas de las cepas presentes en el tracto digestivo de la especie *Eurysternus caribaeus* del Bosque Natural de Ladera

Características macroscópicas del tracto digestivo de la especie <i>Eurysternus caribaeus</i> Bosque Natural de Ladera		
		
Forma: irregular, borde ondulado, elevación convexa, opaca, no brillante, no pigmentada de color crema, textura rugosa, consistencia mucosida, olor fuerte, catalasa -.	Forma: circular, borde filamentosos, elevación convexa, opaca, no brillante, no pigmentada de color blanca, textura rugosa, consistencia dura, olor fuerte, catalasa +.	Forma: irregular, borde ondulado, elevación plana, opaca, brillante, no pigmentada de color blanca, textura lisa, consistencia suave, olor fuerte, catalasa +.
		
Forma: irregular, borde rizado, elevación plana, opaca, no brillante, no pigmentada de color blanca, textura lisa, consistencia suave, olor fuerte, catalasa +.	Forma: circular (puntiforme), borde entero, elevación elevada, opaca, brillante, pigmentada de color naranja, textura rugosa, consistencia suave, olor suave, catalasa +.	
Características macroscópicas del tracto digestivo de la especie <i>Eurysternus caribaeus</i> Bosque Natural de Ladera		
		
Forma: circular (puntiforme), borde entero, elevación elevada, opaca, brillante, no pigmentada de color blanca, textura rugosa, consistencia suave, olor suave, catalasa +.	Forma: irregular, borde lobulado, elevación plana, transparente, brillante, no pigmentada de color crema, textura lisa, consistencia suave, olor fuerte, catalasa -.	Forma: circular, borde entero, elevación convexa, opaca, brillante, no pigmentada de color blanca, textura lisa, consistencia suave, olor suave, catalasa +.



Forma: circular (punctiforme), borde entero, elevación elevada, opaca, no brillante, no pigmentada de color blanca, textura rugosa, consistencia dura, olor fuerte, catalasa +.



Forma: circular (punctiforme), borde entero, elevación elevada, opaca, brillante, pigmentada de color naranja, textura rugosa, consistencia suave, olor fuerte, catalasa +.



Forma: irregular, borde rizado, elevación plana, opaca, brillante, pigmentada de color naranja, textura rugosa, consistencia suave, olor suave, catalasa +.

En el paisaje de Pastizal se observaron 11 morfologías diferentes en cuanto a su forma, borde, elevación, brillo, consistencia, color, olor y catalasa., pertenecientes a dos individuos de la misma especie *Eurysternus caribaeus* (Tabla 9).

Tabla 9. Características macroscópicas de las cepas presentes en el tracto digestivo de la especie *Eurysternus caribaeus* del Pastizal

Características macroscópicas del tracto digestivo de la especie <i>Eurysternus caribaeus</i> Pastizal		
<p>Forma: circular (punctiforme), borde entero, elevación elevada, opaca, brillante, no pigmentada de color blanca, textura rugosa, consistencia suave, olor fuerte, catalasa -.</p>	<p>Forma: circular, borde lobulado, elevación plana, opaca, no brillante, no pigmentada de color blanca, textura rugosa, consistencia dura, olor suave, catalasa +.</p>	<p>Forma: circular (punctiforme), borde entero, elevación elevada, opaca, brillante, no pigmentada de color blanca, textura rugosa, consistencia dura, olor fuerte, catalasa -.</p>
<p>Forma: circular, borde entero, elevación plana, transparente, brillante, no pigmentada de color blanca, textura lisa, consistencia suave, olor fuerte, catalasa -.</p>	<p>Forma: irregular, borde rizado, elevación plana, opaca, no brillante, no pigmentada de color blanca, textura lisa, consistencia dura, olor fuerte, catalasa +.</p>	

Características macroscópicas del tracto digestivo de la especie *Eurysternus caribaeus*

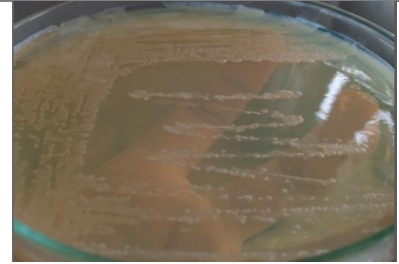
Pastizal



Forma: irregular, borde rizado, elevación elevada, opaca, no brillante, no pigmentada de color blanca, textura rugosa, consistencia dura, olor suave, catalasa +.



Forma: irregular, borde ondulado, elevación plana, opaca, no brillante, no pigmentada de color blanca, textura lisa, consistencia dura, olor fuerte, catalasa +.



Forma: circular, borde entero, elevación convexa, opaca, brillante, no pigmentada de color blanca, textura lisa, consistencia suave, olor fuerte, catalasa +.



Forma: irregular, borde rizado, elevación plana, opaca, no brillante, no pigmentada de color blanca, textura lisa, consistencia suave, olor fuerte, catalasa +.



Forma: irregular, borde rizado, elevación elevada, opaca, brillante, no pigmentada de color blanca, textura rugosa, consistencia suave, olor fuerte, catalasa +.



Forma: irregular, borde rizado, elevación plana, opaca, brillante, no pigmentada de color crema, textura rugosa, consistencia suave, olor fuerte, catalasa +.

De las 34 cepas con morfologías diferentes, se tomó una muestra para realizar tinción Gram donde se obtuvieron de los 6 individuos de escarabajos en los 3 paisajes: 16 cepas Gram positivas y 18 cepas Gram negativas (Figura 17 y Anexo 18 al 23).


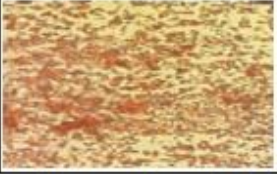

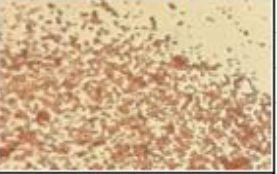
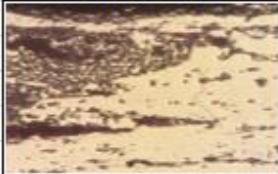


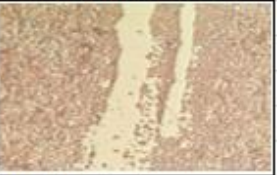




Tinción Gram: Cepas del tracto digestivo de escarabajos presentes en el Bosque de Ribera			
Especie: <i>Coprophanæus telamón</i>		Especie: <i>Dichotomius quinquelobatus</i>	
Bacilos agrupados Gram +	Bacilos agrupados Gram -	Espirilos Gram +	Espirilos Gram -
			
Tinción Gram: Cepas del tracto digestivo de escarabajos presentes en el Bosque de Ladera			
Especie: <i>Eurysternus caribaeus</i>		Especie: <i>Eurysternus caribaeus</i>	
CocoBacilos Gram +	Cocos Gram -	Bacilos Gram +	Cocos agrupados Gram -
			
Tinción Gram: Cepas del tracto digestivo de escarabajos presentes en el Pastizal			
Especie: <i>Eurysternus caribaeus</i>		Especie: <i>Eurysternus caribaeus</i>	
Bacilos agrupados Gram +	CocoBacilos Gram -	Bacilos agrupados Gram +	Bacilos Gram -
			

Figura 17. Cepas bacterianas Gram+, Gram- y morfotipos del tracto digestivo de los seis individuos de escarabajos en los tres paisajes

En la clasificación de las cepas bacterianas del tracto digestivo de los escarabajos, basándose en sus características morfológicas (macroscópicas) y tinción gram (microscópicas) se obtuvo en el Bosque de Ribera en las especies *Coprophanæus telamón* y *Dichotomius quinquelobatus* 3 Cocos Gram+, 3 Coco Gram-, 2 Bacilos Gram+, 1 Bacilo Gram-, 1 Cocobacilos Gram+, 1 Espirilo Gram+ y 1 Espirilo Gram-. En el Bosque Natural de Ladera en los dos individuos de la especie *Eurysternus caribaeus* se diferenció 5 Cocos Gram- en forma de cadena y agrupados, 2 Cocobacilo Gram-, 1 Coco Gram+, 1 Bacilo Gram+, 1 Espirilo Gram+ y 1 Espirilo Gram-. En pastizal en los dos individuos de la especie *Eurysternus caribaeus* se observó 2 Cocos Gram+, 3 Bacilo Gram+, 3 Cocobacilos Gram-, Gram-, 2 Bacilos Gram- y 1 Cocobacilo Gram- (Figura 17 y Anexo 18 al 23).

Como resultado de la selección, las 34 cepas diferenciadas tanto macroscópica y microscópicamente se asociaron a 5 géneros diferentes: *Streptococcus*, *Acinetobacter*, *Clostridium*, *Enterobacter*, y *Bacillus* (Tabla 10). Siendo *Clostridium* el género con mayor presencia en los tres paisajes.

Tabla 10. Identificación por género de las cepas aisladas del tracto digestivo de los escarabajos presentes en las coberturas vegetales

Género	Cobertura Vegetal					
	Bosque de Ribera		Bosque de Ladera		Pastizal	
	<i>Coprophanæus telamón</i>	<i>Dichotomius quinquelobatus</i>	<i>Eurysternus caribæus</i>		<i>Eurysternus caribæus</i>	
	7547	7548	7549	7550	7551	7552
<i>Acinetobacter</i>						X
<i>Bacillus</i>					X	X
<i>Clostridium</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Enterobacter</i>	X					
<i>Streptococcus</i>					X	

Nota. La tabla muestra los posibles géneros bacterianos asociados al tracto digestivo de los escarabajos en tres coberturas vegetales (BN, BR, Pas) empleando el Systematic Bacteriology y otras fuentes de investigación para su identificación (Brenner et al., 2005; Leboffe & Pierce, 2011; Casado et al., 2012).

Streptococcus (Gram+; catalasa-) forma colonias circulares o puntiformes, de color amarillo pálido-crema, borde entero, brillantes y translúcidas. Las bacterias del género *Bacillus* (Gram+; catalasa+) son colonias de forma irregular y circular, convexas, no pigmentadas de color crema o blanco y bordes redondeados-filamentosos. *Enterobacter* (Gram-; catalasa+) son cepas circulares, no pigmentadas y no mucosas son bacilos Gram+ y se caracterizan por formar colonias irregulares, con bordes ondulados y lobulados con extremos de coloración amarillo, lisa, seca, dura. Mientras que las bacterias del género *Clostridium* (Gram+; catalasa-) son bacilos- cocobacilos, de forma irregular, con bordes ondulados y lobulados, lisas y no pigmentadas de color crema y el género *Acinetobacter* (Gram-) son bacilos- cocobacilos de colonias lisas, algunas veces mucoides, convexas de borde entero, no pigmentadas o de color amarillo pálido o blancas y catalasas (+).

La figura 18 muestra la relación de las características morfológicas entre las cepas y los géneros diferenciados. A pesar de encontrar ciertas diferencias en cuanto a su forma, pueden existir particularidades entre las colonias de los géneros. Las cepas aisladas resultaron ser Cocos Gram+ (*Streptococcus*), Bacilos Gram+ (*Clostridium* y *Bacillus*) y Bacilos Gram- (*Enterobacter* y *Acinetobacter*), siendo un medio para comprobar que la cepa cumple con los tintoriales de los géneros encontrados.

Identificación por género de las cepas aisladas del tracto digestivo de los escarabajos		
Cultivo Puro	Tinción Gram	Género
A. PPas-7552-6R1/Col1/AN 	Bacilos Gram + 	<i>Acinetobacter</i>
B. PPas-7552-5R2/Col1/AN 	Bacilos Gram + 	<i>Bacillus</i>
C. PBN-7550-6R1/Col1/AN 	Bacilos Gram + 	<i>Clostridium</i>
D. PBR-7547-5R2/Col1/AN 	Bacilos Gram - 	<i>Enterobacter</i>
E. PPas-7551-5R2/Col1/AN 	Cocos Gram + 	<i>Streptococcus</i>

Figura 18. Géneros asociados a las cepas aisladas del tracto digestivo de los escarabajos: A) *Acinetobacter* (Pas); B) *Bacillus* (Pas); C) *Clostridium* (BN); D) *Enterobacter* (BR); E) *Streptococcus* (Pas)

7. Discusión

Las comunidades bacterianas en el suelo y la microbiota del tracto digestivo de los escarabajos estercoleros presentan mínimas variaciones entre los suelos bajo las distintas coberturas vegetales: Bosque de Ribera (BR), Bosque Natural de Ladera (BN) y Pastizal (Pas), presentándose un patrón donde BN y Pas son más diversos. En función de los resultados obtenidos, se puede manifestar que, en el estudio realizado en la Estación Experimental el Padmi, los individuos seleccionados pertenecen a las especies, *Dichotomius quinquelobatus*, *Coprophanaeus telamon* y *Eurysternus caribaeus*. El muestreo se llevó a cabo en un rango altitudinal que va desde los 775 msnm hasta los 1150 msnm, en tres tipos de cobertura vegetal; corroborando, según el estudio de Espinoza & Noriega, (2018) que estos géneros habitan en zonas donde el rango altitudinal se encuentra entre 300 a 2000 m.s.n.m. y su vegetación son bosques piemontano y montanos, siendo la cobertura vegetal similar a la evaluada por Aguirre et al., (2014) donde clasifica a la vegetación de la Estación en bosque siempre verde de tierras bajas y bosque siempreverde piemontano, esto nos quiere decir, que los especímenes seleccionados se encuentran en sitios en condiciones similares. En contraposición de lo mencionado, en la investigación realizada por Ortega et al., (2020), afirmando que las condiciones ambientales no fueron buenos predictores de la presencia o ausencia de los escarabajos peloteros en bosques naturales y pastizal, siendo áreas con diferente cobertura vegetal, las especies fueron capturadas en los tres tipos de hábitats, con mayor presencia de especies en Pas en comparación a los individuos diferenciados en este estudio, donde BN registro mayor presencia de especies. Manifestado Ortega et al., (2020), que probablemente las especies sean mínimas en bosques porque estos pueden ser utilizados por ciertos especímenes como hábitat, y se trasladan a los pastizales para alimentarse.

En relación a las propiedades físico-químicas del suelo, este varía según la cobertura vegetal; el suelo de BN presenta un pH ligeramente alcalino (7,85), mientras que en BR y Pas el pH es prácticamente neutro (6,76) en contraposición de lo presentado por Pérez (2021), quien manifiesta que el suelo de pastizal presentó un pH de 6,07 y el bosque de ribera un pH de 5,73 clasificándolos como suelos ligeramente ácidos. (Delgado & Eldridge, 2019) muestran en su investigación, que en pastizales el suelo se categorizó como neutro (6,92), característica que se cumplen en este estudio puesto que el pH de 6,76 se categoriza prácticamente neutro. En el estudio realizado por Mendes et al., (2015), el pH de BN es muy ácido (4,2) en comparación con el pH obtenido en nuestra investigación que es ligeramente alcalino (7,85) esto se debe a

que las condiciones climáticas del lugar son diferentes y la presencia de hojarasca es mayor en el suelo conservado de la Estación el Padmi. Autores como Lauber et al., (2009), muestran en su investigación que la composición de las comunidades bacterianas fue altamente predecible al considerar solo un parámetro evaluador como lo es el pH del suelo, es decir, que el mismo al ser una característica que si bien no fue evaluada a profundidad, será de fundamental importancia para comprender la relación existente de las mismas con los valores obtenidos del pH de suelo.

Además, acotando lo mencionado anteriormente autores como Kaiser et al., (2016), anuncian que, la funcionalidad y composición de las comunidades de bacterias en estas zonas (BN, BR y Pas), en términos de regímenes de uso y gestión de la tierra, no son comprendidos completamente. Para comprender de mejor manera esta estrecha relación, se debe identificar plenamente las propiedades edáficas del suelo, debido a que, pueden influir directamente en la estructura y funcionalidad de una comunidad bacteriana.

En cuanto al proceso de aislamiento de bacterias del tracto digestivo de los escarabajos estercoleros y del suelo en las tres zonas de estudio (conservada, restaurada y pastizal), los resultados obtenidos en el aislamiento del suelo y los seis individuos de escarabajos fueron favorables, demostrando así que las bacterias eran cultivables en los medios de cultivos seleccionados: Agar Nutriente (AN) y Trypticosa de Soja (TSA), en contraposición de lo presentado por Sansupa et al., (2021), donde manifiesta que solo un pequeño subconjunto de bacterias del suelo fueron cultivables, atribuyendo a que este inconveniente se debe a los medios de cultivos empleados (Agar de recuento en placa, Agar Nutriente y Trypticosa de Soja); y las condiciones pudieron haber permitido que sobrevivan solo unas bacterias y se eliminen otras; es decir, las bacterias de crecimiento rápido superaron a las de crecimiento lento.

Los resultados presentados por Espinosa et al., (2019), muestran 24 cultivos bacterianos del suelo, pero se hubiera obtenido una mayor diversidad, lo cual se asocia a la conservación y traslado de las muestras, también se le atribuye a que los medios utilizados (TSA) eran universales y no específicos para microorganismos del suelo como lo afirma Blagodatskaya & Kuzyakov (2013), donde consideran en diversos casos que estos microorganismos son difíciles de cultivar por métodos tradicionales, quedando la mayor parte de la población sin evidenciarse. Sin embargo, los resultados obtenidos en el proceso de aislamiento de las cepas bacterianas del suelo y del tracto digestivo de los escarabajos en los diferentes sitios de muestreo y empleando

dos medios de cultivo: AN y TSA los resultados fueron interesantes y el crecimiento fue óptimo en cada una de las cajas.

En un estudio donde se analizó la microbiota intestinal de la especie *Thorectes lusitanicus* un escarabajo diferente de los diferenciados en la presente investigación, hace referencia a que las técnicas utilizadas en su indagación son las tradicionales, siendo bastantes útiles para obtener información de la diversidad del tracto digestivo, con esto a pesar de que los medios de cultivos son ricos y especiales para cualquier tipo de bacteria sean estas exigentes y poco exigentes, existen bacterias que son difíciles de cultivar por métodos tradicionales como lo son los dependientes de cultivo aplicados en este proceso, y requieren condiciones más exigentes para su crecimiento, aunque por medio de las técnicas de laboratorio se puedan aproximar, no crecen, impidiendo utilizar esta información (N. Hernández, 2014). Por ello, la mayoría de estudios centrados en la microbiota intestinal de insectos se realizan con el uso de enfoques moleculares independientes de cultivos basados en el gen de ARNr 16S, demostrando que la diversidad bacteriana es mayor de lo que se ha estimado mediante técnicas moleculares convencionales y basadas en cultivos tradicionales que tendrían como fin darnos una referencia global de su microbiota (Yun et al., 2014).

En base a la morfología y tinciones de las bacterias aisladas del suelo y del tracto digestivo de los escarabajos se obtuvo colonias bacterianas que compartían y diferían morfologías tanto macro y microscópicamente a las 24h de incubación. Las características observadas en el suelo fueron colonias con formas irregulares, circulares y rizoides; bordes, enteros, lobulados, ondulados, y filamentosos; convexas, planas y elevadas; brillantes, no brillantes, opacas y translúcidas; no pigmentadas y pigmentas. Cierta similitud con el estudio realizado por Ramírez (2010), quien encontró 49 morfologías entre similares y diferentes con características específicas en su forma, tamaño, borde, elevación y color del suelo repartidas entre 4 áreas de muestreo, en un periodo de incubación de 3 a 8 días. La mayor cantidad de morfologías diferentes fue encontrada en el suelo bajo Bosque Natural de Ladera (BN), que se caracteriza por presentar mayor número de especies vegetales, buena cantidad de hojarasca, un suelo rico en materia orgánica por la presencia abundante de raicillas y materia foliar en descomposición (Quizhpe & Orellana, 2011), estos hallazgos en BN se pueden asociar a que en este tipo de suelo con mayor diversidad de plantas y presencia de materia orgánica los microorganismos sean diferentes y abundantes. En contraposición de los resultados presentados por Pérez (2021) y Delgado & Eldridge (2019), que al estudiar la diversidad de la comunidad

edáfica determinan que la mayor diversidad siempre fue diferente en pastizales (PA) a diferencia del presente estudio que fue el suelo con menor morfologías diferentes, atribuyendo estas diferencias a que en su caso el PA al arar la tierra, es una actividad que contrarresta la compactación del suelo por el pisoteo de ganado, facilita el crecimiento de las comunidades bacterianas del suelo.

Por otro lado, BR también obtuvo menos morfologías diferentes, probablemente eso se debe a las diferentes especies de plantas encontradas en este sitio como lo menciona Pérez (2021), donde el nivel más bajo de diversidad se encontró en bosque restaurado, donde la dominancia de ciertas plantas como eucaliptos, cipreses y pinos disminuyen la biomasa microbiana.

En cuanto a sus morfologías y tinciones bacterianas del suelo e intestino de los escarabajos se los clasificó en: cocos, cocobacilos, cocos agrupados y en cadena; bacilos, bacilos agrupados y en cadenas; y espirilos con predominancia de bacterias Gram+ en el suelo y Gram- en el caso del intestino de los seis individuos de escarabajos. De manera semejante, en el estudio de Espinosa et al., (2019) se observó en el suelo una mayor presencia de cocos, cocobacilos, diplococos, estreptococos, bacilos, espiroquetas y estreptobacilos con predominancia de bacterias Gram+. A diferencia de la indagación realizada por Mau et al., (2011), donde la predominancia fue mayoritariamente en bacterias Gram-, clasificados de la siguiente manera: bacilos Gram- (52,9 %), bacilos esporulados y no esporulados Gram+ (35,3 %).

Las comunidades bacterianas se clasificaron por géneros y a estos se los ha relacionado a sus respectivos filos, en base a esto se asigna para el suelo: 4 filos diferentes y 6 géneros; y 2 filos y 5 géneros para las cepas aisladas del tracto digestivo de los escarabajos en los tres sitios de muestreo, que demuestran en ambos casos su importancia funcional dentro del ecosistema (Kaiser et al., 2016). El filo dominante fue Firmicutes con sus géneros: *Streptococcus*, *Staphylococcus* y *Bacillus*, presente en todas las muestras de suelo en los tres paisajes (conservado, restaurado y pastizal). Estos resultados son consistentes con estudios previos sobre pastizales y bosques, siendo el filo de mayor dominancia Firmicutes (Kaiser et al., 2016). El suelo bajo Bosque Natural de Ladera presentó una mayor diversidad asignándolo a tres filos diferentes con sus géneros respectivos: Actinobacteria (*Arthrobacter*), Firmicutes (*Bacillus*) y Proteobacteria (*Enterobacter*). Los filos Actinobacteria y Proteobacteria son característicos en

suelos con altos contenidos de nutrientes como lo presenta BN en este caso, lo que concuerda con el estudio de Pérez (2021), que en condiciones similares del paisaje resultaron ser los filos más abundante en BN.

Se logró evidenciar cierto cambio en las comunidades bacterianas a nivel taxonómico de género, existiendo una variabilidad en la dominancia del género por cada suelo, esto se puede asociar a las diversas condiciones del lugar, debido a que las bacterias presentan diferentes necesidades ya sea de oxígeno o de los recursos necesarios para su desarrollo (Sansupa et al., 2021). Por ejemplo, el género *Curtobacterium* que es dominante en BR y Pas resulta ser estrictamente aerobio, haciendo énfasis en los resultados presentados por Pérez (2021), donde, si bien los géneros dominantes en los diferentes paisajes difieren, son estrictamente aerobios, en su estudio en el caso de BN el género dominante fue *uncul-Microscillaceae*, y en BP fue abundante *Mucilaginibacter*. En cambio, Sansupa et al., (2021), informaron que las bacterias más abundantes en las muestras de suelo son las pertenecientes a los géneros *Bacillus*, seguidos por *Streptomyces* y *Arthrobacter* que se desarrollan en ambientes extremos, produciendo esporas que los hace resistentes al estrés ambiental (Qin et al., 2016; Yadav et al., 2015). Nuestro resultado se asemeja al presentado, siendo los géneros *Bacillus* y *Arthrobacter* abundantes en BN.

En este estudio, detectamos una diversidad bacteriana interesante en los 6 individuos de escarabajos pertenecientes a la familia Scarabaeidae orden Coleoptera clasificados en 3 especies: *Dichotomius quinquelobatus*, *Coprophanaeus telamon* y *Eurysternus caribaeus*, a pesar de localizarse en los diferentes paisajes muestreados (BN, BR y Pas), comparten cierta peculiaridad en cuanto a las comunidades bacterianas presentes. Aproximadamente, la mayoría de las bacterias encontradas en el intestino de las especies observadas estaban relacionadas al filo Firmicutes, géneros: *Bacillus* y *Clostridium*, y de Proteobacterias: *Acinetobacter* y *Enterobacter*. Resultados que coinciden con cierta información de Arias-Cordero et al., (2012), donde evalúan la microbiota intestinal de larvas y adultos de la especie *Melolontha hippocastani* de la misma familia y orden de las especies de este estudio, manifestando que el 90 % de las bacterias encontradas en el intestino medio eran Proteobacterias, Bacilos, Clostridios, Erisipelotrichi y Esfingobacterias. A su vez, algunos de los resultados presentados coinciden con estudios intestinales de otros escarabajos como lo es *Pachnoda ephippiata*, afilados en su mayoría a *Actinobacteria*, seguido de *Clostridium*, *Lactobacillales*, *Bacillus* y *Turibacter* (Egert et al., 2003). Otras observaciones que concuerdan con los datos presentados

es de otros escarabajos longicornios de la familia Cerambycidae y de orden Coleoptera, que demostró que la mitad de las cepas bacterianas eran Proteobacterias (*Enterobacter*), Actinobacteria, seguido de Firmicutes, y Acidobacteria en menor proporción (Park et al., 2007). Siendo así, las bacterias que constituyen las comunidades intestinales de los escarabajos se asemejan a las de su entorno, es decir, se pueden encontrar típicamente en el suelo.

8. Conclusiones

La técnica de muestreo aplicada trampas de caída pitfall modificadas para la colecta de los escarabajos fue efectiva ya que permitió el traslado de las especies vivas y la selección de 6 individuos de la familia Scarabaeidae para su análisis, la cobertura vegetal de Bosque Natural de Ladera fue el único paisaje representado por dos especies *Dichotomius quinquelobatus* y *Coprophanaeus telamón*. En las muestras de suelo, el pH varía únicamente en Bosque natural en relación al paisaje conservado y pastizal que es similar. Si bien el pH no fue una propiedad evaluada a profundidad, es un agente ecológico fundamental para explicar la diversidad, estructura y composición de las comunidades bacterianas.

El uso de métodos tradicionales como lo son los dependientes de cultivos nos ha permitido obtener un crecimiento satisfactorio en dos medios seleccionados Agar Nutriente (AN) y Tripticasa de soja (TSA), tanto de las bacterias presentes en el suelo y como las del tracto digestivo de los escarabajos en los tres sitios de muestreo.

Las comunidades bacterianas del suelo y del tracto digestivo de los escarabajos no varían en relación a las distintas coberturas vegetales (bosque natural de ladera, bosque de ribera y pastizal). En el suelo el único género presente en dos coberturas vegetales (BR y Pas) fue *Curtobacterium*; en cambio, en el tracto digestivo de los escarabajos el único género presente en las tres coberturas vegetales (BN, BR y Pas) fue *Clostridium*. La similitud taxonómica se observa tanto a nivel de género como de Filo, manifestado patrones de concurrencia, es decir, taxones que se encontraron tanto en el intestino como en el suelo, siendo los más representativos Firmicutes, géneros: *Bacillus* y *Clostridium*, y de Proteobacterias: *Acinetobacter* y *Enterobacter*. El patrón de concurrencia de ciertos géneros demuestra su importancia ecológica dentro del ecosistema.

9. Recomendaciones

Las actividades antrópicas y el cambio de uso de suelo se consideran los principales factores de afectación a las comunidades bacterianas, a su vez, la falta de información sobre las comunidades bacterianas en nuestro país, nos conlleva a sugerir que se realicen estudios de manera periódica y a largo plazo en diferentes localidades sobre la diversidad, composición, y estructura de consorcios bacterianos, y su relación con la funcionalidad del suelo.

Se sugiere realizar indagaciones de diversidad bacteriana haciendo uso de diversas técnicas independientes de cultivos, que brinden información taxonómica sobre las comunidades bacterianas complejas de manera clara y completa.

Además, se debería analizar si influyen las propiedades físicas y químicas del suelo en la diversidad bacteriana intestinal de los escarabajos estercoleros en diferentes sitios de nuestro país, con la finalidad de conocer y comprender si las mismas guardan relación con la funcionalidad del ecosistema.

10. Referencias

- Aguilar-Garavito, M., & Ramirez, W. (2015). *Monitoreo a procesos de restauración ecológica, aplicado a ecosistemas terrestres* (2015th ed., Issue February). Alexander von Humboldt.
- Aguirre, Z., Gaona, T., & Palacios, B. (2014). Dinámica de crecimiento de especies forestales establecidas en el Jardín Botánico El Padmi, Zamora Chinchipe, Ecuador. *CEDAMAZ*, 4, 62–75.
- Ari Noriega, J., M. Palacio, J., Monroy-G., J. D., & Valencia, E. (2012). ESTRUCTURA DE UN ENSAMBLAJE DE ESCARABAJOS COPRÓFAGOS (COLEOPTERA: SCARABAEINAE) EN TRES SITIOS CON DIFERENTE USO DEL SUELO EN ANTIOQUIA, COLOMBIA. *Actualidades Biológicas*, 34(96), 43–54. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0304-35842012000100004&lng=en&nrm=iso&tlng=es
- Arias-Cordero, E., Ping, L., Reichwald, K., Delb, H., Platzer, M., & Boland, W. (2012a). Comparative Evaluation of the Gut Microbiota Associated with the Below- and Above-Ground Life Stages (Larvae and Beetles) of the Forest Cockchafer, *Melolontha hippocastani*. *PLoS ONE*, 7(12). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0051557>
- Arias-Cordero, E., Ping, L., Reichwald, K., Delb, H., Platzer, M., & Boland, W. (2012b). Comparative Evaluation of the Gut Microbiota Associated with the Below- and Above-Ground Life Stages (Larvae and Beetles) of the Forest Cockchafer, *Melolontha hippocastani*. *PLoS ONE*, 7(12). <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0051557>
- Blagodatskaya, E., & Kuzyakov, Y. (2013). Active microorganisms in soil: Critical review of estimation criteria and approaches. *Soil Biology and Biochemistry*, 67, 192–211. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2013.08.024>
- Bou, G., Fernández-Olmos, A., García, C., Sáez-Nieto, J. A., & Valdezate, S. (2011). Métodos de identificación bacteriana en el laboratorio de microbiología. In *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica* (Vol. 29, Issue 8). <https://doi.org/10.1016/j.eimc.2011.03.012>
- Bravo, C., Ramírez, A., Marín, H., Torres, B., Alemán, R., Torres, R., Navarrete, H., & Changoluisa, D. (2017). Factores asociados a la fertilidad del suelo en diferentes usos de la tierra de la Región Amazónica Ecuatoriana. *Revista Electronica de Veterinaria*, 18(11).
- Brenner, D. J., Krieg, N. R., & Staley, J. T. (2005). Systematic Bacteriology. In *BERGEY'S MANUAL OF Systematic Bacteriology*. (Vol. 2).
- Cairo, P., Fundora (2007): Edafología, primera parte, cuarta edición, Editorial Felix

- Carpio, C., Donoso, D. A., Ramón, G., & Dangles, O. (2009). Short term response of dung beetle communities to disturbance by road construction in the ecuadorian amazon. *Annales de La Societe Entomologique de France*, 45(4), 455–469. <https://doi.org/10.1080/00379271.2009.10697629>
- Casado, C., Torrico, G., & Medina, M. (2012). *MEDIOS DE CULTIVO EN UN LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA* (pp. 1–42).
- Castañeda, M. (2009). Microbiología Aplicada-Manuel de Laboratorio. In *Universidad Autónoma Metropolitana* (Vol. 2).
- Castillo-Monroy, A. P., & Benítez, Á. (2015). Patrones de abundancia y riqueza de componentes de la costra biológica del suelo en un matorral seco del sur de Ecuador. *ACI Avances En Ciencias e Ingenierías*, 7(1). <https://doi.org/10.18272/aci.v7i1.228>
- Ceja-Navarro, J. A., Karaoz, U., Bill, M., Hao, Z., White, R. A., Arellano, A., Ramanculova, L., Filley, T. R., Berry, T. D., Conrad, M. E., Blackwell, M., Nicora, C. D., Kim, Y. M., Reardon, P. N., Lipton, M. S., Adkins, J. N., Pett-Ridge, J., & Brodie, E. L. (2019). Gut anatomical properties and microbial functional assembly promote lignocellulose deconstruction and colony subsistence of a wood-feeding beetle. *Nature Microbiology*, 4(5), 864–875. <https://doi.org/10.1038/s41564-019-0384-y>
- Chamorro, W., Marín-Armijos, D., Granda, V., & Vaz-De-Mello, F. Z. (2018). Checklist with a key to genera and subgenera of dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) present and supposed for Ecuador. *Revista Colombiana de Entomología*, 44(1), 72–100. <https://doi.org/10.25100/socolen.v44i1.6545>
- Cordero, M. B. (2022). *EFFECTO DE UN INCENDIO FORESTAL SOBRE LA DIVERSIDAD DE ESCARABAJOS COPRONECRÓFAGOS (COLEOPTERA: SCARABAEINAE) EN LA RESERVA MADRIGAL DEL PODOCARPUS, LOJA*.
- Corral-Lugo, A., Morales-García, Y. E., Pazos-Rojas, L. A., Ramírez-Valverde, A., & Muñoz-Rojas, J. (2012). Cuantificación de bacterias cultivables mediante el método de Goteo en Placa por Sellado (o estampado) Masivo. *Revista Colombiana de Biotecnología*, XIV(2), 147–156.
- Delgado-Baquerizo, M., & Eldridge, D. J. (2019). Cross-Biome Drivers of Soil Bacterial Alpha Diversity on a Worldwide Scale. *Ecosystems*, 22(6), 1220–1231. <https://doi.org/10.1007/S10021-018-0333-2>
- Domenech, A., Ramírez, A., López, A., & Oliver, A. (2010). 2º de BIOLOGÍA PRÁCTICAS DE MICROBIOLOGÍA 2009-2010. *Prácticas De Microbiología*, 1, 1–45.

<http://www.uib.cat/depart/dba/microbiologia/micro2/practicas.pdf>

- Ebert, K., Arnold, W., Ebert, P., & Merritt, D. (2021). Hindgut Microbiota Reflects Different Digestive Strategies in Dung Beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *Applied and Environmental Microbiology*, 87(5), 1–17. <https://doi.org/doi.org/10.1128/AEM.02100-20>
- Egert, M., Wagner, B., Lemke, T., Brune, A., & Friedrich, M. W. (2003). Microbial Community Structure in Midgut and Hindgut of the Humus-Feeding Larva of *Pachnoda ehippiata* (Coleoptera: Scarabaeidae). *Applied and Environmental Microbiology*, 69(11), 6659–6668. <https://doi.org/10.1128/AEM.69.11.6659>
- Espinosa, L., Guartán, Y., Hualpa, D., Macas, L., Peña, J., & Vega, M. (2019). Análisis morfo-molecular de microorganismos del suelo en un matorral seco interandino-Catamayo. In *ResearchGate* (Issue March). <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.34491.87848>
- Geisseler, D., & Scow, K. M. (2014). Long-term effects of mineral fertilizers on soil microorganisms - A review. *Soil Biology and Biochemistry*, 75, 54–63. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2014.03.023>
- Granados, M., Kohlmann, B., & Russo, R. (2010). Escarabajos Del Estiércol Como Bioindicadores Del Impacto Ambiental Causado Por Cultivos En La Región Atlántica De Costa Rica. *Tierra Tropical, January*, 181–189. <https://www.researchgate.net/publication/283460860>
- Heise, P., Liu, Y., Degenkolb, T., Vogel, H., Schäberle, H. F., & Vilcinskis, A. (2019). *Bacterias benéficas productoras de antibióticos en el intestino del escarabajo enterrador *Nicrophorus vespilloides**. 1–11.
- Hernández, A., Bojórquez, J., Morell, F., Cabrera, A., Ascanio, M., García, J., & Madueño, A. (2010). Fundamentos de la Estructura de Suelos Tropicales. In *Universidad Autónoma de Nayarit* (Vol. 1).
- Hernández, N. (2014). *Diversidad genética de la mitocondria intestinal de *Thorectes lusitanicus**.
- Herzog, S., Wemheuer, F., Wemheuer, B., & Daniel, R. (2015). Effects of fertilization and Sampling Time on Composition and Diversity of entire and active bacterial communities in German Grassland Soils. *PLoS ONE*, 10(12), 1–20. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0145575>
- Idrovo, C. (2016). *Efectos de la actividad humana sobre la diversidad de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae), como indicadores de diversidad*

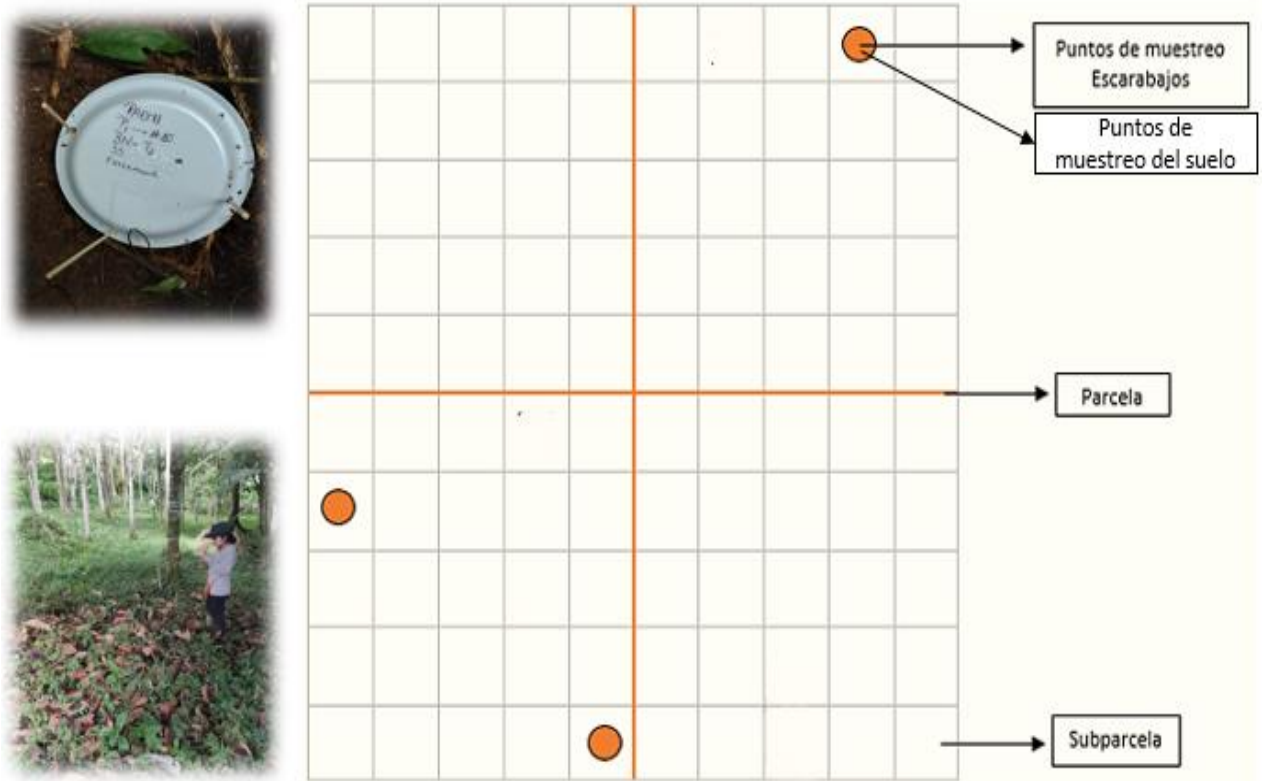
- biológica en el Parque Nacional Caja sector Llaviucu*. Universidad Técnica Particular de Loja.
- Kaiser, K., Wemheuer, B., Korolkow, V., Wemheuer, F., Nacke, H., Schöning, I., Schruppf, M., & Daniel, R. (2016a). Driving forces of soil bacterial community structure, diversity, and function in temperate grasslands and forests. *Scientific Reports*, *6*, 1–31. <https://doi.org/10.1038/srep33696>
- Kaiser, K., Wemheuer, B., Korolkow, V., Wemheuer, F., Nacke, H., Schöning, I., Schruppf, M., & Daniel, R. (2016b). Driving forces of soil bacterial community structure, diversity, and function in temperate grasslands and forests. *Scientific Reports 2016 6:1*, *6*(1), 1–12. <https://doi.org/10.1038/srep33696>
- Laban, P., Metternicht, G., & Davies, J. (2018). Bioversidad de suelos y carbono orgánico en suelos: cómo mantener vivas las tierras áridas. In *Bioversidad de suelos y carbono orgánico en suelos: cómo mantener vivas las tierras áridas*. <https://doi.org/10.2305/iucn.ch.2018.03.es>
- Lauber, C. L., Hamady, M., Knight, R., & Fierer, N. (2009). Pyrosequencing-based assessment of soil pH as a predictor of soil bacterial community structure at the continental scale. *Applied and Environmental Microbiology*, *75*(15), 5111–5120. <https://doi.org/10.1128/AEM.00335-09>
- Leboffe, M., & Pierce, B. (2011). Photographic Atlas Microbiology Laboratory-Leboffe-4taEd. In *Photographic Atlas Microbiology Laboratory-Leboffe-4taEd* (Morton Pub, pp. 19–30).
- Lopardo, H. A. (2016). VOLUMEN I Bacterias de Importancia Clínica. In *Manual De Microbiología Clínica De La Asociación Argentina De Microbiología* (Vol. 1).
- Mau, S., Vega, K., & Sánchez, 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>
- Mendes, L. W., de Lima Brossi, M. J., Kuramae, E. E., & Tsai, S. M. (2015). Land-use system shapes soil bacterial communities in Southeastern Amazon region. *Applied Soil Ecology*, *95*, 151–160. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2015.06.005>
- Mendoza, R., & Espinoza, A. (2017). Guía Técnica para muestreo de suelos. In *Universidad Nacional Agraria*. <https://core.ac.uk/download/pdf/151729876.pdf%0Ahttp://repositorio.una.edu.ni/3613/1/P33M539.pdf>
- Nunes, C. A., Braga, R. F., Figueira, J. E. C., De Siqueira Neves, F., & Fernandes, G. W. (2016).

- Dung beetles along a tropical altitudinal gradient: Environmental filtering on taxonomic and functional diversity. *PLoS ONE*, *11*(6), 1–16. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0157442>
- Ortega-Martínez, I. J., Moreno, C. E., Rios-Díaz, C. L., Arellano, L., Rosas, F., & Castellanos, I. (2020). Assembly mechanisms of dung beetles in temperate forests and grazing pastures. *Scientific Reports* *2020 10:1*, *10*(1), 1–10. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-57278-x>
- Park, D. S., Oh, H. W., Jeong, W. J., Kim, H., Park, H. Y., & Bae, K. S. (2007). A Culture-based study of the Bacterial Communities within the Guts of nine Longicorn beetle species and their exo-enzyme producing properties for degrading xylan and pectin. In *Journal of Microbiology* (Vol. 45, Issue 5, pp. 394–401).
- Pérez, A. (2021). *Diversidad de la comunidad bacteriana edáfica y sus funciones ecológicas en diferentes usos de suelo en un paisaje andino del norte del Ecuador*.
- Qin, S., Li, W. J., Dastager, S. G., & Hozzein, W. N. (2016). Actinobacteria in special and extreme habitats: Diversity, Function roles, and Environmental Adaptations. *Frontiers in Microbiology*, *7*(SEP), 1–2. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.01415>
- Quizhpe, A., & Orellana, M. (2011). *Caracterización florística y estructura de la vegetación natural de la Quinta El Padmi, Provincia de Zamora Chimchipe*. <http://dspace.unl.edu.ec:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/4343/ARELLANO WASHINGTON - JIMENEZ GALO.pdf?sequence=1>
- Ramírez Millán, M. del C. (2010). *Comparación de la abundancia y diversidad de actinomicetos en sistemas agroforestales con Arazá y Cocona bajo dos condiciones ecosistémicas en el departamento del Guaviare*.
- Realpe, M. E., Hernández, C. A., & Agudelo, C. I. (2002). Species of the Bacillus strain: macroscopic and microscopic morphology. *Biomédica : Revista Del Instituto Nacional de Salud*, *22*(2), 106–109. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v22i2.1148>
- Reynoso, M.-M., Magnon, C.-E., Barros, G.-G., & Demo, M.-S. (2015). Manual De Microbiología General. In U. Editora (Ed.), *Manual De Microbiología* (1era ed). <https://doi.org/10.2307/j.ctvkjb56f>
- Rucks, L., García, F., Kaplán, A., Ponce de León, J., & Hill, M. (2004). Propiedades físicas del suelo. In *Facultad de Agronomía, Universidad de la República* (Vol. 64, pp. 3358–3360). <https://doi.org/10.1039/TF9686403358>
- 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), 1–19. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0248806>
- Tecon, R., & Or, D. (2017). Biophysical processes supporting the diversity of microbial life in soil. *FEMS Microbiology Reviews*, *41*(5), 599–623. <https://doi.org/10.1093/femsre/fux039>
- Vasanthakumar, A., Delalibera, I., Handelsman, J., Klepzig, K. D., Schloss, P. D., & Raffa, K. F. (2006). Characterization of Gut-Associated Bacteria in Larvae and Adults of the Southern Pine Beetle, *Dendroctonus frontalis* Zimmermann. *Environmental Entomology*, *35*(6), 1710–1717. [https://doi.org/10.1603/0046-225x\(2006\)35\[1710:cogbil\]2.0.co;2](https://doi.org/10.1603/0046-225x(2006)35[1710:cogbil]2.0.co;2)
- Vasanthakumar, A., Handelsman, J. O., Schloss, P. D., Bauer, L. S., & Raffa, K. F. (2008). Gut microbiota of an invasive Subcortical Beetle, *Agrilus planipennis* fairmaire, across various life stages. *Environmental Entomology*, *37*(5), 1344–1353. [https://doi.org/10.1603/0046-225X\(2008\)37\[1344:GMOAIS\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1603/0046-225X(2008)37[1344:GMOAIS]2.0.CO;2)
- Vos, M., Wolf, A. B., Jennings, S. J., & Kowalchuk, G. A. (2013). Micro-scale determinants of bacterial diversity in soil. *FEMS Microbiology Reviews*, *37*(6), 936–954. <https://doi.org/10.1111/1574-6976.12023>
- Wagg, C., Bender, S. F., Widmer, F., & Van Der Heijden, M. G. A. (2014). Soil biodiversity and soil community composition determine ecosystem multifunctionality. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *111*(14), 5266–5270. <https://doi.org/10.1073/pnas.1320054111>
- Yadav, A. N., Verma, P., Kumar, M., Pal, K. K., Dey, R., Gupta, A., Padaria, J. C., Gujar, G. T., Kumar, S., Suman, A., Prasanna, R., & Saxena, A. K. (2015). Diversity and phylogenetic profiling of niche-specific Bacilli from extreme environments of India. *Annals of Microbiology*, *65*(2), 611–629. <https://doi.org/10.1007/s13213-014-0897-9>
- Yun, J. H., Roh, S. W., Whon, T. W., Jung, M. J., Kim, M. S., Park, D. S., Yoon, C., Nam, Y. Do, Kim, Y. J., Choi, J. H., Kim, J. Y., Shin, N. R., Kim, S. H., Lee, W. J., & Bae, J. W. (2014). Insect gut bacterial diversity determined by environmental habitat, diet, developmental stage, and phylogeny of host. *Applied and Environmental Microbiology*, *80*(17), 5254–5264. <https://doi.org/10.1128/AEM.01226-14>

11. Anexos

Anexo 1. Esquema de muestreo aplicado para los tres paisajes: BN, BR, Pas




Anexo 2. Permiso de investigación: Autorización de movilización – Recolección de especies emitido por el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica



República del Ecuador

Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica

**AUTORIZACION DE MOVILIZACIÓN DE ESPECÍMENES DE ESPECIES DE LA DIVE
AUTORIZACION DE RECOLECTA**



GUÍA N°. 00383
CÓDIGO: MAAE-ARSFC-2021-1813

DATOS DEL SOLICITANTE

N. Identificación: 1105827404
Nombres: JIMENEZ CAÑAR JIMMY ALEXANDER

DATOS DEL RESPONSABLE DE LAS MUESTRAS O ESPECÍMENES A TRANSPORTAR

Nº de C.I / Pasaporte	Nombres y Apellidos	Nacionalidad	Transportista
1105827404	JIMENEZ CAÑAR JIMMY ALEXANDER	Ecuatoriana	No
1105409187	CUENCA HERRERA YANDRI ARIEL	Ecuatoriana	No
1150568863	SALAZAR ROMERO SORAYA LIZBETH	Ecuatoriana	Si

ORIGEN

Provincia
ZAMORA CHINCHIPE

Tipo de Transporte: Terrestre

DESTINO

Provincia	Cantón	Parroquia
ZAMORA CHINCHIPE	YANTAZA	LOS ENCUENTROS

Centro de Tenencia: Museo de la Universidad Nacional de Loja


FECHA DE MOVILIZACIÓN

Desde: 2021-12-07	Hasta: 2021-12-09
-------------------	-------------------

MATERIAL BIOLÓGICO A MOVILIZAR

Especie	Tipo de Muestra	Número Muestra	Lote Muestra
Animal-Coleoptera-Insecta-NA-NA	Muestreo aleatorio	25	N/A
Animal-Coleoptera-Insecta-NA-NA	Muestreo Aleatorio	25	N/A
Animal-Coleoptera-Insecta-NA-NA	Muestreo Aleatorio	25	N/A

Dirección: Calle Madrid 1199 y Andalucía Código postal: 170525 / Guano-Ecuador
Teléfono: 593-2 398-7600 - www.ambiente.gob.ec



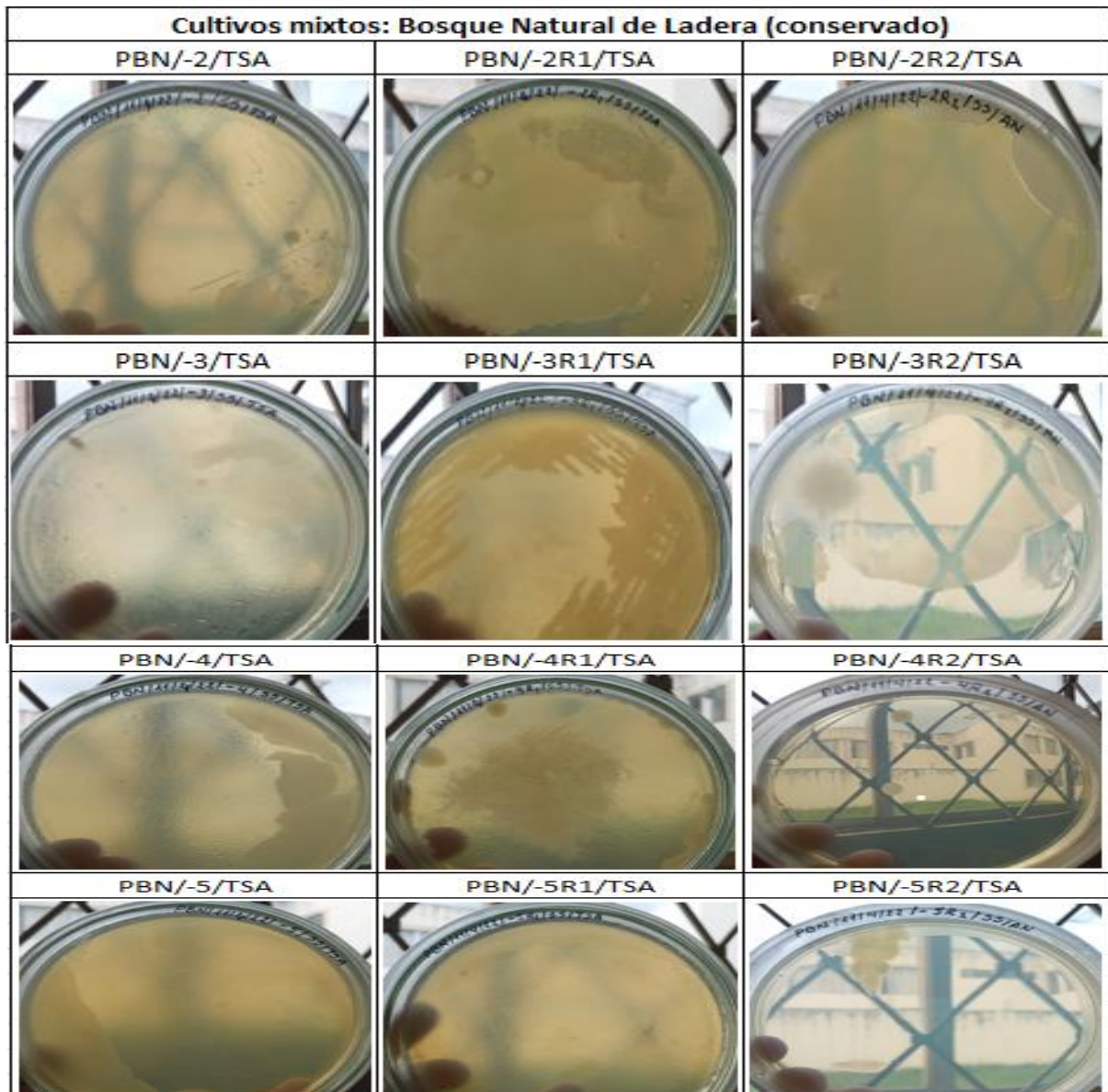
Gobierno del Encuentro

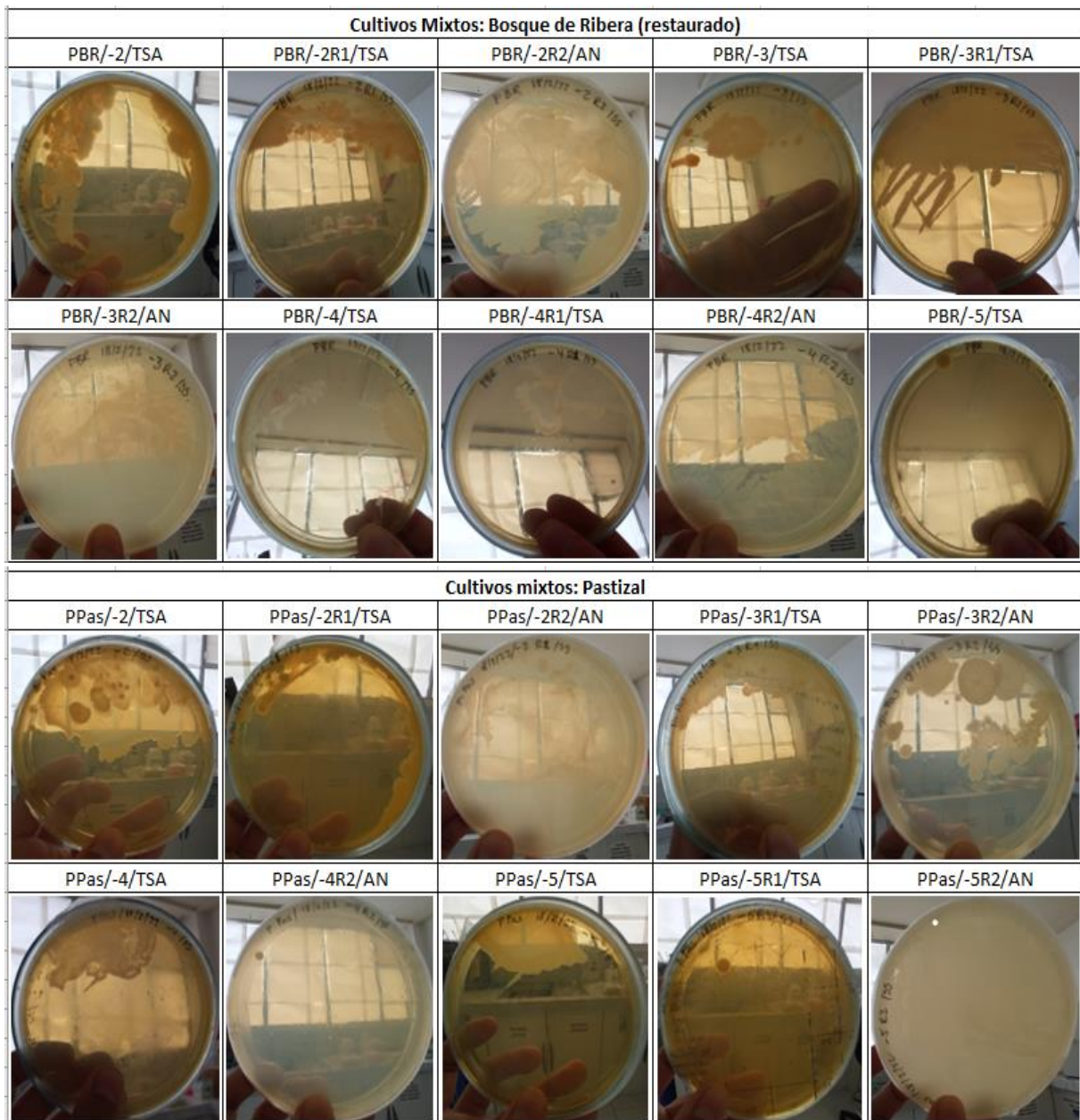
1 / 1
Juntos lo logramos

Anexo 3. Etiqueta de codificación de las especies recolectadas en los tres paisajes (bosque natural, bosque de ribera, pastizal) de la Estación Experimental el Padmi.













Código: 0007547 - 0007552	Lugar: Estación Experimental el Padmi
	Cobertura vegetal: BN, BR o Pas
	Punto de Colecta: 1,2 o 3















Anexo 4. Cultivos mixtos de las comunidades bacterianas del suelo de las tres coberturas vegetales de la Estación Experimental el Padmi




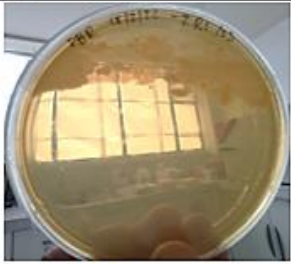
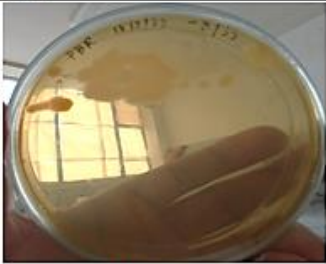



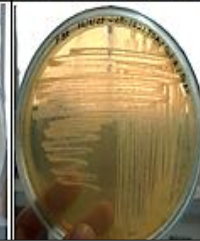






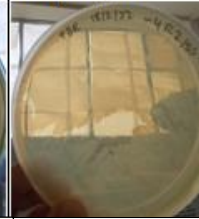






Anexo 5. Crecimiento bacteriano en estado puro del suelo del Bosque Natural de Ladera
























Crecimiento en estado puro de colonias bacterianas del suelo: Bosque Natural			
Cultivo mixto	Cultivo Puro	Cultivo mixto	Cultivo Puro
1. PBN/-2/TSA	PBN/-2/Col1/TSA	2. PBN/-2R1/TSA	PBN/-2R1/Col1/TSA
	 PBN/-2/Col2/TSA 		
3. PBN/-2R2/TSA	PBN/-2R2/Col1/TSA	4. PBN/-3/TSA	PBN/-3/Col1/TSA
	 PBN/-2R2/Col2/TSA 		
		5. PBN/-3R1/TSA	PBN/-3R1/Col1/TSA
			

6. PBN/-3R2/TSA	PBN/-3R2/Col1/TSA	7. PBN/-4/TSA	PBN/-4/Col1/TSA
			
	PBN/-3R2/Col2/TSA	8. PBN/-4R1/TSA	PBN/-4R1/Col2/TSA
			
	PBN/-3R2/Col3/TSA	9. PBN/-4R2/TSA	PBN/-4R2/Col1/TSA
			
10. PBN/-5/TSA	PBN/-5/Col1/TSA	11. PBN/-5R2/AN	PBN/-5R2/Col1/AN
			
			PBN/-5R2/Col2/AN


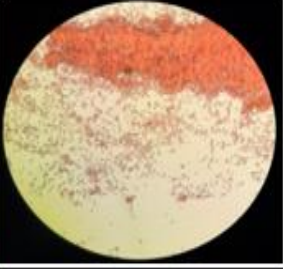

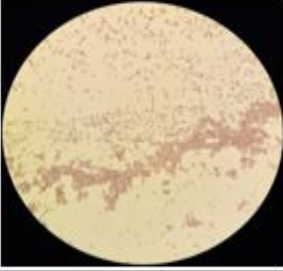


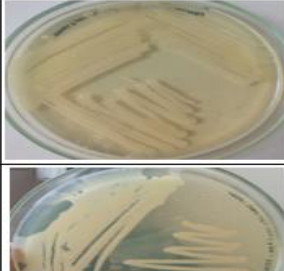
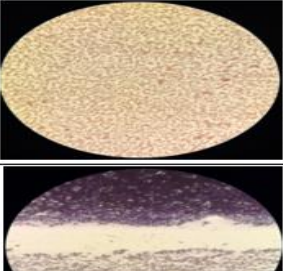
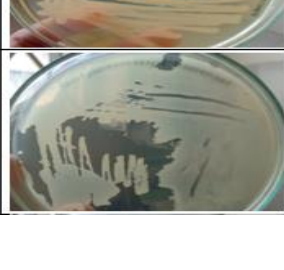
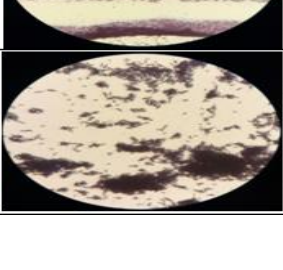


Anexo 6. Crecimiento bacteriano en estado puro del suelo del Bosque de Ribera


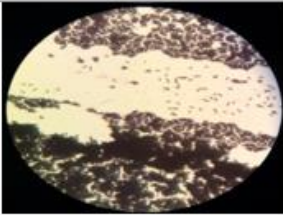

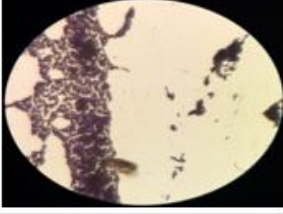

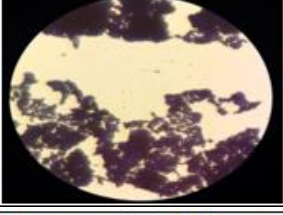
Crecimiento en estado puro de colonias bacterianas del suelo: Bosque Ribera					
Cultivo Mixto		Cultivo Mixto		Cultivo Mixto	
1. PBR/-2/TSA		2. PBR/-2R1/TSA		3. PBR/-3/TSA	
					
Cultivo Puro		Cultivo Puro		Cultivo Puro	
PBR/-2/Col1/TSA	PBR/-2/Col2/TSA	PBR/-2R1/Col1/TSA/Puro	PBR/-2R1/Col2/TSA/Puro	PBR/-3/Col1/AN/Puro	PBR/-3/Col2/AN/Puro
					
Cultivo Mixto		Cultivo Puro		Cultivo Mixto	
4. PBR/-3R1/TSA		5. PBR/-3R2/AN		6. PBR/-4R2/AN	
PBR/-3R1/TSA/Puro		PBR/-3R2/AN/Puro		PBR/-4R2/AN/Puro	
					
7. PBR/-4/TSA					
					
Cultivo Puro					
PBR/-4/Col1/AN			PBR/-4/Col2/AN		
					

Anexo 7. Crecimiento bacteriano en estado puro del suelo del Pastizal



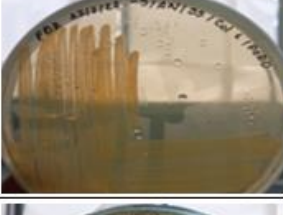
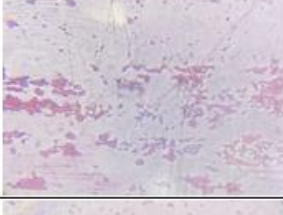

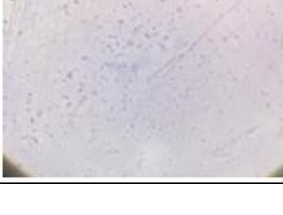
Crecimiento en estado puro de colonias bacterianas del suelo: Pastizal					
Cultivo Mixto		Cultivo Mixto		Cultivo Mixto	
1. PPas/-2/TSA		2. PPas/-2R1/TSA		3. PPas/-3R2/AN	
					
Cultivo Puro		Cultivo Puro		Cultivo Puro	
PPas/-2/Col1/TSA	PPas/-2/Col2/TSA	PPas/-2R1/Col1/TSA	PPas/-2R1/Col2/TSA	PPas/-3R2/Col1/TSA	PPas/-3R2/Col2/TSA
					
Cultivo Mixto	Cultivo Puro	Cultivo Mixto	Cultivo Puro	Cultivo Mixto	Cultivo Puro
4. PPas/-2R2/AN		5. PPas/-3R1/TSA		6. PPas/-4/TSA	
PPas/-2R2/TSA/Puro		PPas/-3R1/TSA/Puro		PPas/-4/TSA/Puro	
					
7. PPas/-3R2/AN			8. PPas/-4R2/AN		PPas/-4R2/Col1/TSA
					
Cultivo Puro			Cultivo Mixto		Cultivo Puro
PPas/-3R2/Col1/TSA	PPas/-3R2/Col2/TSA	PPas/-3R2/Col3/TSA	9. PPas/-5/TSA		PPas/-5/AN/Puro
					

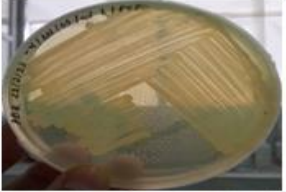
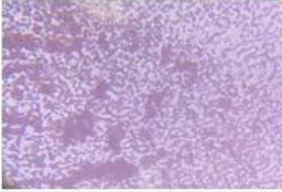

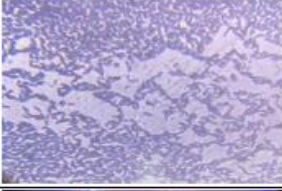

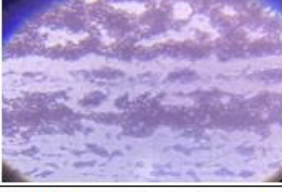
Anexo 8. Identificación morfológica de las comunidades bacterianas en el suelo de las tres coberturas vegetales de la Estación Experimental el Padmi

Identificación morfológica de bacterias aisladas de cada tipología de suelo: Bosque Natural				
Código	Cultivo Puro	Tinción Gram	Características	Morfología Celular
1. PBN-2/Col1/TSA/Puro			Forma: puntiforme, borde entero, transparente, brillante, no pigmentada de color crema, textura lisa, elevación convexa, consistencia suave, olor fuerte	Bacilos Gram -
2. PBN-2R2/Col1/TSA/Puro			Forma: irregular, borde ondulado, elevación elevada, opaca, brillante, no pigmentada de color blanca, textura rugosa, consistencia suave, olor fuerte.	Cocos Gram -
3. PBN-3/Col1/TSA/Puro			Forma: circula, borde entero, elevación convexa, opaca, no brillante, no pigmentada de color blanca, textura lisa, elevada, consistencia suave, olor fuerte.	Bacilos Gram +
4. PBN-3R1/Col1/TSA/Puro			Forma: irregular, borde rizado, elevación plana, opaca, brillante, no pigmentada de color crema, textura rugosa, consistencia suave, olor fuerte.	Cocos Gram -
5. PBN-3R2/Col1/TSA/Puro			Forma: irregular, borde entero, elevación elevada, opaca, brillante, no pigmentada de color blanca, textura lisa, consistencia viscosa, olor fuerte.	Bacilos Gram +
6. PBN-3R2/Col2/TSA/Puro			Forma: irregular, borde lobulado, elevación plana, opaca, brillante, no pigmentada de color crema, textura lisa, consistencia suave, olor fuerte.	Bacilos Gram +


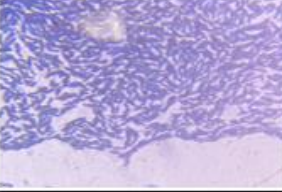

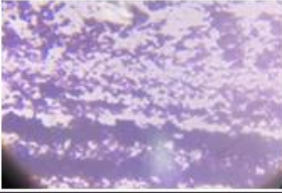
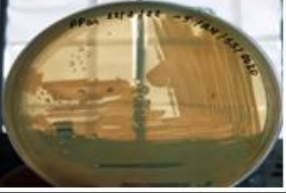
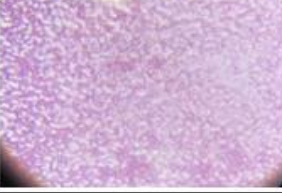



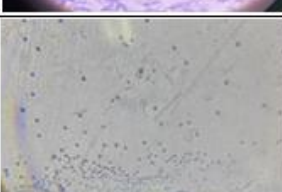
7. PBN-4/Col1/TSA/Puro			Forma: irregular, borde rizado, elevación plana, opaca, no brillante, no pigmentada de color crema, textura rugosa, elevada, consistencia suave, olor fuerte.	Bacilos Gram +
8. PBN-4R1/Col2/TSA/Puro			Forma: rizoide, borde rizoide, elevación plana, opaca, brillante, no pigmentada de color blanca, textura rugosa, consistencia dura, olor fuerte.	Bacilos Gram +
9. PBN-5R2/Col1/AN/Puro			Forma: irregular, borde rizado, elevación elevada, opaca, brillante, no pigmentada de color crema, textura lisa, consistencia dura, olor fuerte.	Cocos agrupados Gram +

Identificación morfológica de bacterias aisladas de cada tipología de suelo: Bosque Ribera

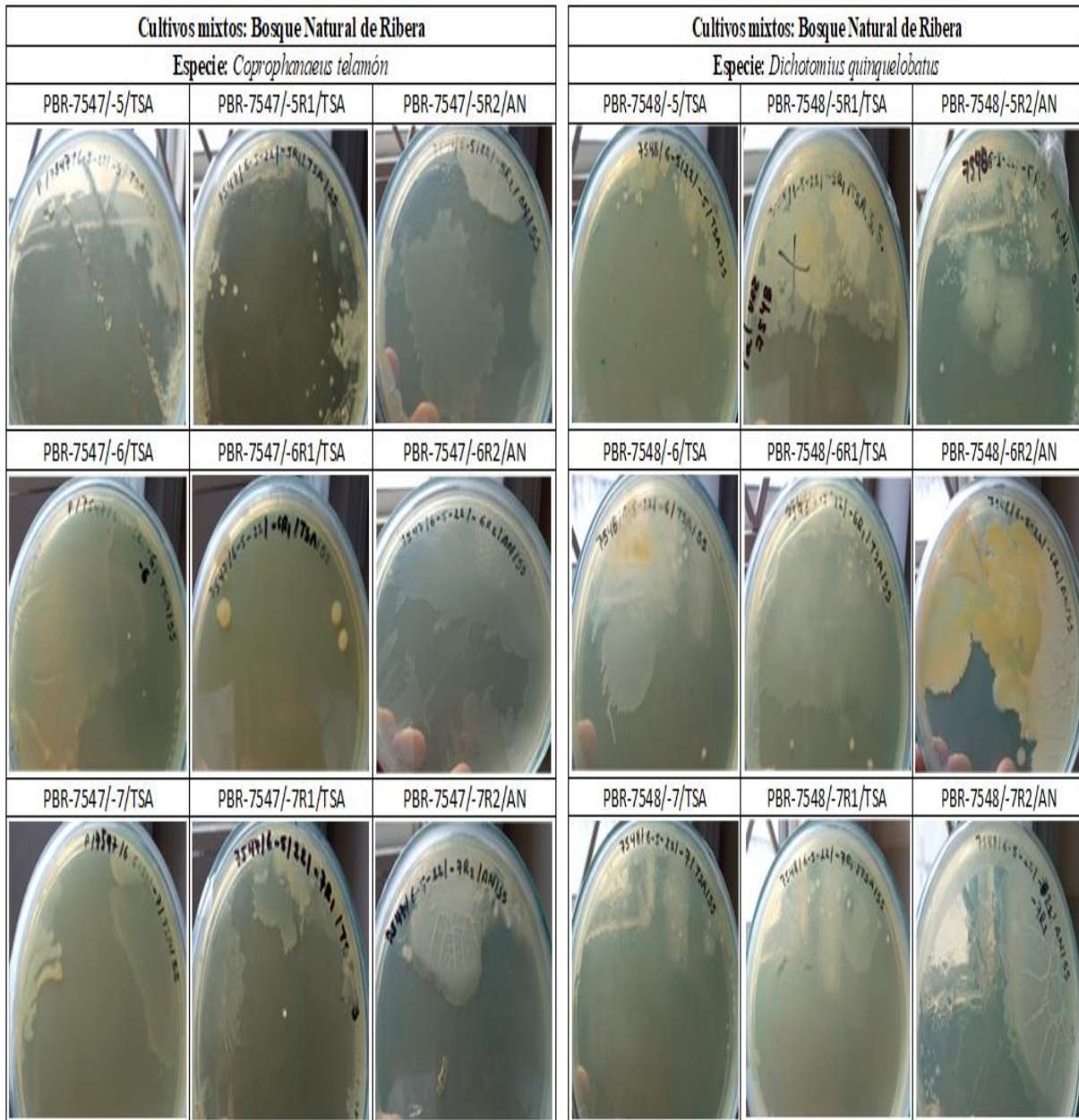
Código	Cultivo Puro	Tinción Gram	Características	Morfología Celular
1. PBR-2R1/Col2/TSA/Puro			Forma puntiforme, borde rizado, transparente, brillante, no pigmentada de color crema, textura rugosa, elevación plana, consistencia suave.	Cocos Gram +
2. P-BR-3/Col1/AN/Puro			Forma irregular, borde entero, no transparente, no brillante, pigmentada de color amarillo, textura lisa, plana, consistencia viscosa	Cocos Gram -
3.P-BR-3R1/TSA/Puro			Forma: irregular, borde ondulado, opaca, no brillante, no pigmentada de color crema, textura rugosa, elevada, consistencia dura.	Cocos Gram -

4.P-BR-4/Col1/AN/Puro			Forma: alargada irregular, borde: entero, transparencia: opaca, brillante, no pigmentada de color crema, textura lisa, elevada, consistencia suave.	Cocos Gram -
5. P-BR-4/Col2/AN/Puro			Forma: irregular, borde: entero, transparencia: opaca, no brillante, no pigmentada de color crema, textura lisa, elevada, consistencia suave	Bacilos Gram +
6.P-BR-4R2/TSA/Pur			Forma: irregular, borde: ondulado, transparente, brillante, no pigmentada, textura lisa, elevación plana, consistencia suave.	Cocos Gram +

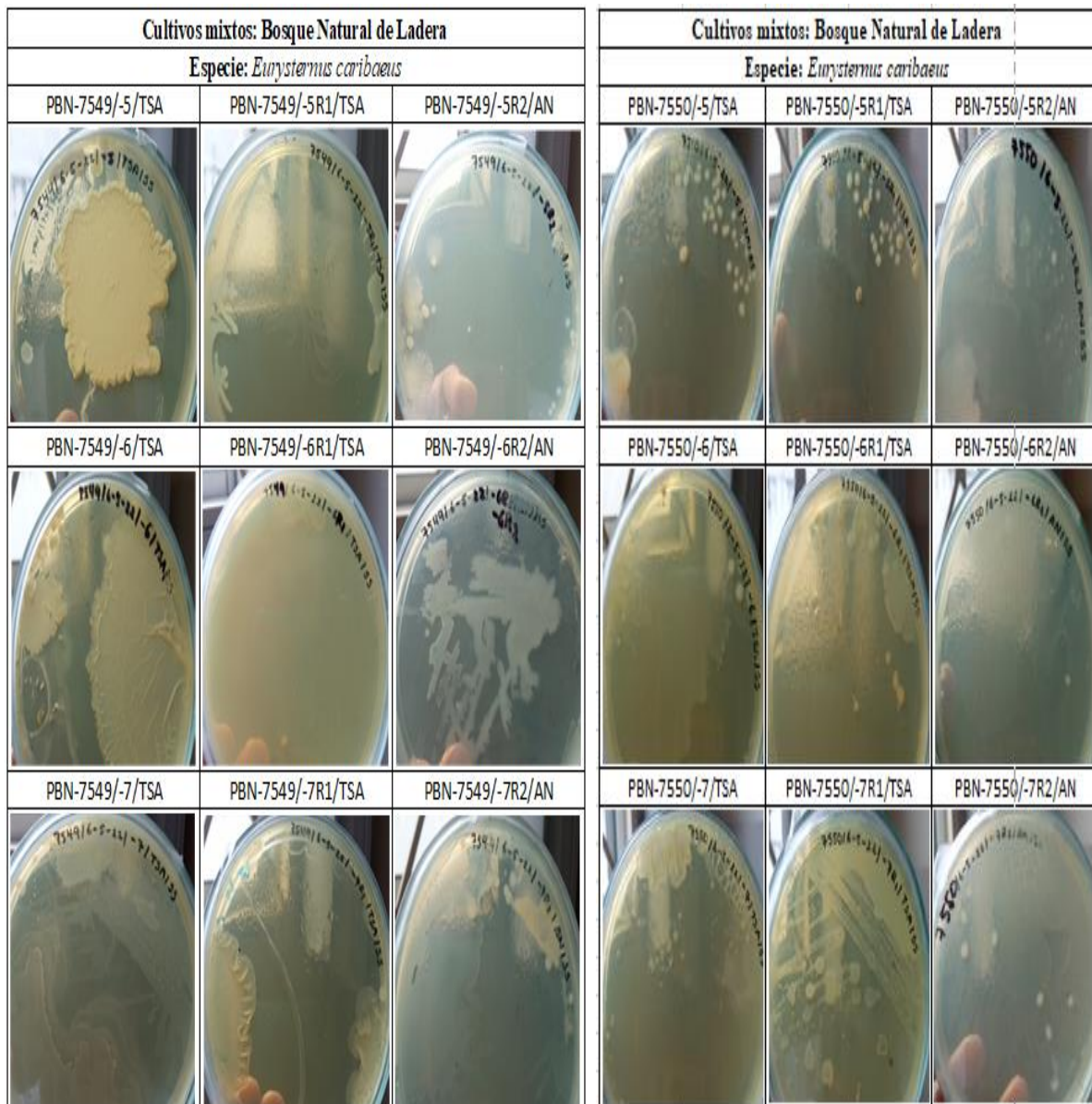
Identificación morfológica de bacterias aisladas de cada tipología de suelo: Pastizal

Código	Cultivo Puro	Tinción Gram	Características	Morfología Celular
1. PPas-3R1/Col2/TSA/Puro			Forma: irregular, borde entero, transparente, brillante, no pigmentada de color crema, textura lisa, plana, consistencia suave.	Bacilos Gram +
2. PPas-4R2/Col1/TSA/Puro			Forma: irregular, borde rizado, opaca, no brillante, no pigmentada de color blanca, textura rugosa, elevación acuminada, consistencia dura.	Cocos Gram +
3. P-Pas-5/AN/Puro			Forma: irregular, borde ondulado, opaca, no brillante, no pigmentada de color crema, textura lisa, elevada, consistencia suave.	Cocos Gram -
4. PPas-5R1/Col1/TSA/Puro			Forma: irregular, borde entero, transparente, brillante, no pigmentada, textura lisa, elevación plana, consistencia viscosa.	Bacilos Gram +
5. P-Pas-5R1/Col2/AN/Puro			Forma: irregular, borde rizado, no transparente, brillante, no pigmentada de color crema, textura rugosa, elevación plana, consistencia viscosa.	Cocos Gram +

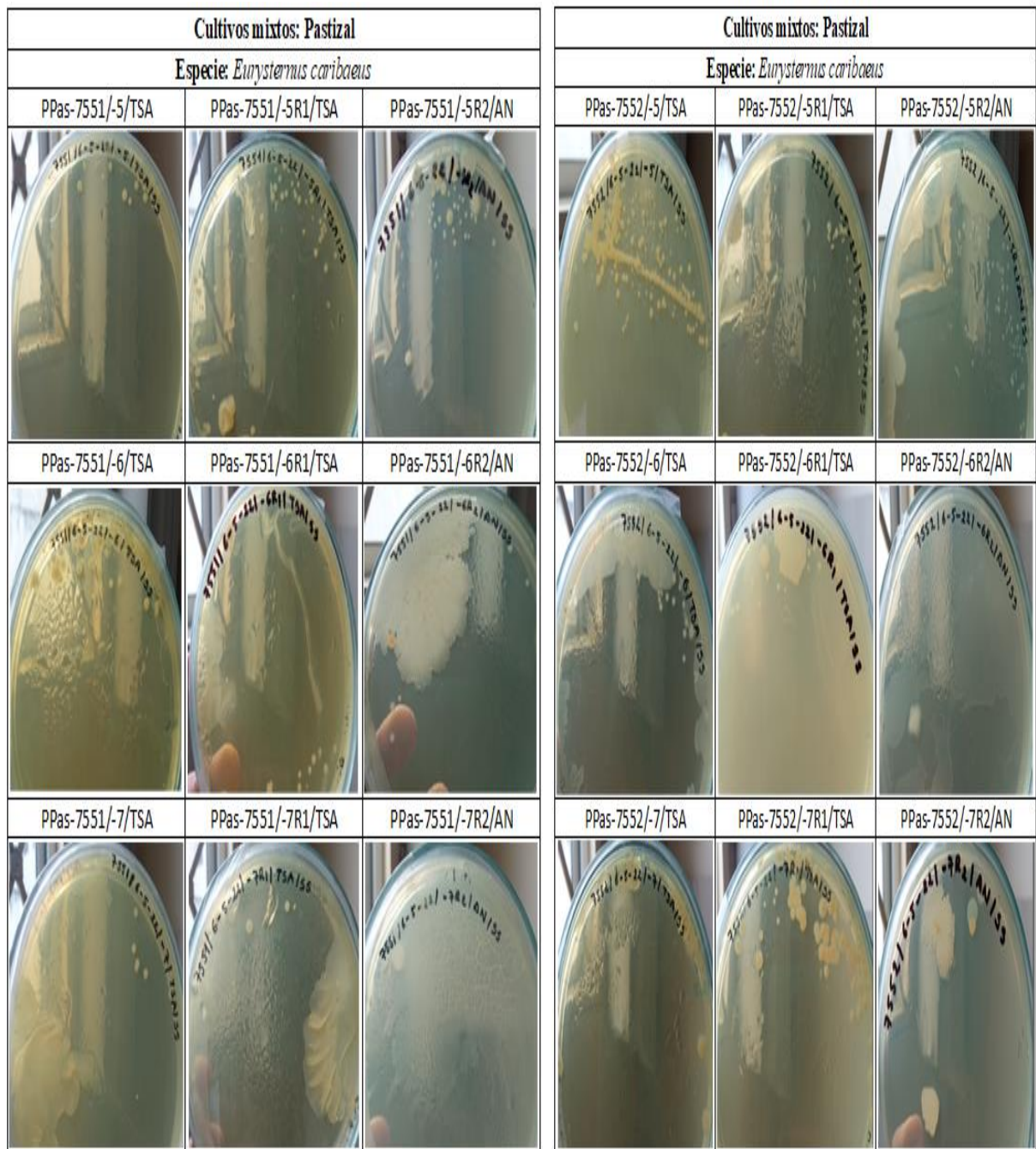
Anexo 9. Cultivos mixtos del aislamineto bacteriano del tracto digestivo de los escarabajos estercoleros del Bosque Ribera







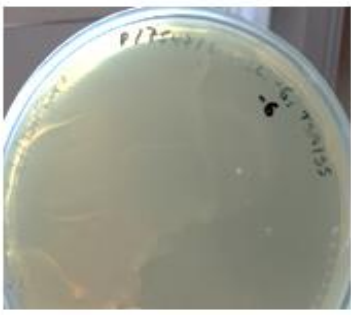






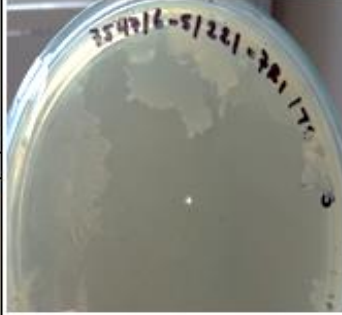





Anexo 10. Cultivos mixtos del aislamineto bacteriano del tracto digestivo de los escarabajos estercoleros del Bosque Natural de Ladera












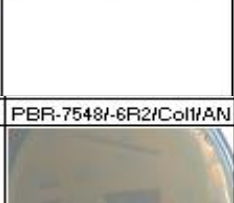






Anexo 11. Cultivos mixtos del aislamiento bacteriano del tracto digestivo de los escarabajos estercoleros del Pastizal















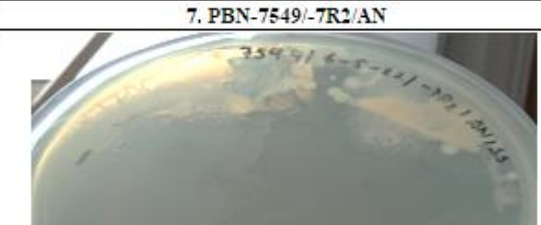

Anexo 12. Crecimiento bacteriano en estado puro del tracto digestivo de la especie *Coprophanæus telamón* (7547) del Bosque Ribera

Crecimiento en estado puro de colonias bacterianas de los Escarabajos: Bosque Ribera			
Especie: <i>Coprophanæus telamón</i>			
Cultivo mixto	Cultivo Puro	Cultivo mixto	Cultivo Puro
1. PBR-7547I-5I/TSA 	PBR-7547I-5I/Col1/AN 	2. PBR-7547I-5R2/AN 	PBR-7547I-5R2/Col1/AN 
3. PBR-7547I-6I/TSA 	PBR-7547I-6I/Col1/AN 	4. PBR-7547I-6R2/AN 	PBR-7547I-6R2/Col2/AN 
	PBR-7547I-6I/Col2/AN 		
5. PBR-7547I-7I/TSA 	PBR-7547I-7I/Col1/AN 	6. PBR-7547I-7R1I/TSA 	PBR-7547I-7R1I/Col1/AN 
	PBR-7547I-7I/Col2/AN 		
7. PBR-7547I-7R2/AN 	PBR-7547I-7R2I/Col1/AN 	PBR-7547I-7R2I/Col2/AN 	

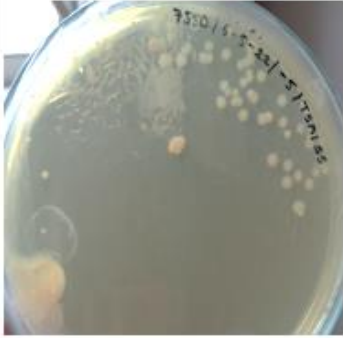
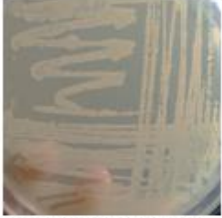






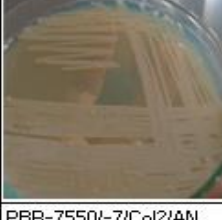
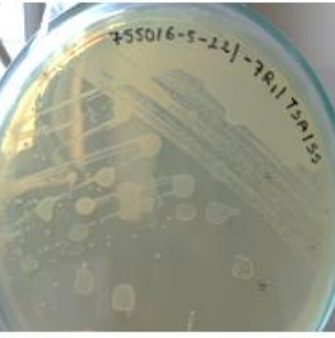





Anexo 13. Crecimiento bacteriano en estado puro del tracto digestivo de la especie *Dichotomius quinquelobatus* (7548) del Bosque Ribera

Crecimiento en estado puro de colonias bacterianas de los Escarabjos: Bosque Ribera			
Especie: <i>Dichotomius quinquelobatus</i>			
Cultivo misto	Cultivo Puro	Cultivo misto	Cultivo Puro
1. PBR-7548/-5/TSA 	PBR-7548/-5/Col1/AN 	2. PBR-7548/-5R2/AN 	PBR-7548/-5R2/Col2/AN 
3. PBR-7547/-6/TSA 	PBR-7547/-6/Col1/AN 	4. PBR-7547/-6R1/TSA 	PBR-7547/-6R1/Col1/AN 
5. PBR-7548/-6R2/AN 	PBR-7548/-6R2/Col1/AN 	6. PBR-7548/-7/TSA 	PBR-7548/-7/Col1/AN 
7. PBR-7548/-7R1/TSA 	PBR-7548/-7R1/Col1/AN 	8. PBR-7548/-7R2/AN 	PBR-7548/-7R2/Col1/AN 













Anexo 14. Crecimiento bacteriano en estado puro del tracto digestivo de la especie *Eurysternus caribaeus* (7549) del Bosque Natural de Ladera

Crecimiento en estado puro de colonias bacterianas de Escarabjos: Bosque Natural			
Especie: <i>Eurysternus caribaeus</i>			
Cultivo mixto	Cultivo Puro	Cultivo mixto	Cultivo Puro
1. PBN-7549/-5/TSA 	PBN-7549/-5/Col1/AN 	2. PBN-7549/-5R1/TSA 	PBN-7549/-5R1/Col1/AN 
3. PBN-7549/-5R2/AN 	PBN-7549/-5R2/Col1/AN 	4. PBN-7549/-6/TSA 	PBN-7549/-6/Col1/AN 
5. PBN-7549/-6R1/TSA 	PBN-7549/-6R1/Col1/AN 	6. PBN-7549/-6R2/AN 	PBN-7549/-6R2/Col1/AN 
7. PBN-7549/-7R2/AN 	PBN-7549/-7R2/Col1/AN 		










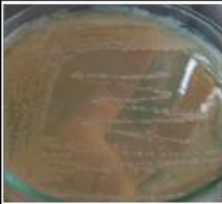



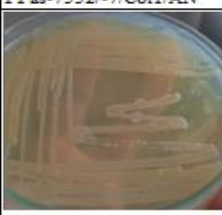




Anexo 15. Crecimiento bacteriano en estado puro del tracto digestivo de la especie *Eurysternus caribaeus* (7550) del Bosque Natural de Ladera

Crecimiento en estado puro de colonias bacterianas de Escarabjos: Bosque Natural			
Especie: <i>Eurysternus caribaeus</i>			
Cultivo mixto	Cultivo Puro	Cultivo mixto	Cultivo Puro
1. PBN-7550/-5/TSA	PBN-7550/-5/Col1/AN	2. PBN-7550/-6R1/TSA	PBN-7550/-6R1/Col1/AN
			
	PBR-7550/-5/Col2/AN	3. PBN-7550/-6R2/AN	PBN-7550/-6R2/Col1/AN
			
4. PBN-7550/-7/TSA	PBN-7550/-7/Col1/AN	5. PBN-7550/-7R1/TSA	PBN-7550/-7R1/Col1/AN
			
	PBR-7550/-7/Col2/AN		PBR-7550/-7R1/Col2/AN
			
6. PBN-7550/-7R2/AN	PBN-7550/-7R2/Col1/AN		
			


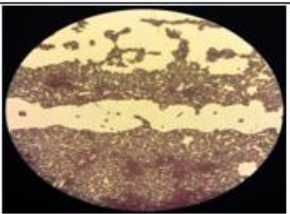

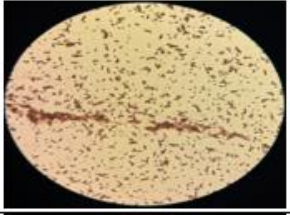



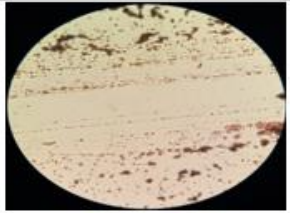

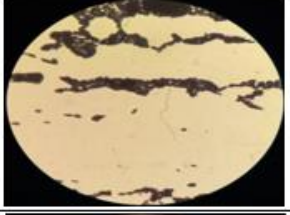

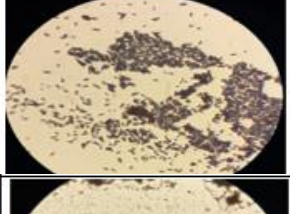


Anexo 16. Crecimiento bacteriano en estado puro del tracto digestivo de la especie *Eurysternus caribaeus* (7551) del Pastizal


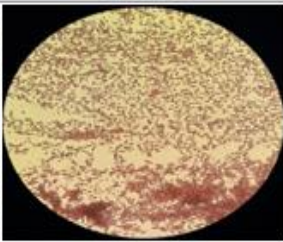

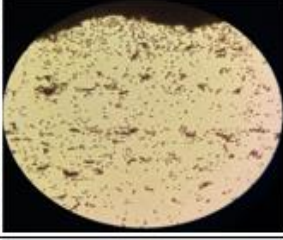

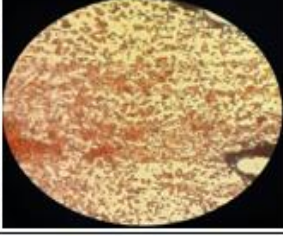
Crecimiento en estado puro de colonias bacterianas de Escarabjos: Pastizal			
Especie: <i>Eurysternus caribaeus</i>			
Cultivo mixto	Cultivo Puro	Cultivo mixto	Cultivo Puro
1. PPas-7551/-5/TSA 	PPas-7551/-5/Col2/AN 	2. PPas-7551/-5R1/TSA 	PPas-7551/-5R1/Col1/AN 
3. PPas-7551/-5R2/AN 	PPas-7551/-5R2/Col1/AN 		PBR-7547/-5R1/Col2/AN 
4. PPas-7551/-7R1/TSA 	PPas-7551/-7R1/Col1/AN 	5. PPas-7551/-7R2/AN 	PPas-7551/-7R2/Col1/AN 

Anexo 17. Crecimiento bacteriano en estado puro del tracto digestivo de la especie *Eurysternus caribaeus* (7552) del Pastizal


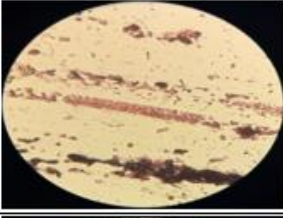

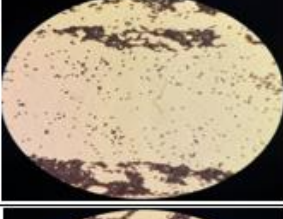

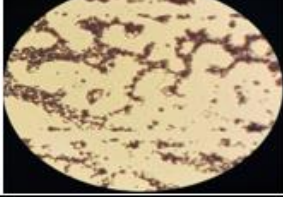
Crecimiento en estado puro de colonias bacterianas de Escarabjos: Pastizal			
Especie: <i>Eurysternus caribaeus</i>			
Cultivo mixto	Cultivo Puro	Cultivo mixto	Cultivo Puro
1. PPas-7552/-5/TSA 	PPas-7552/-5/Coll/AN 	2. PPas-7552/-5R1/TSA 	PPas-7552/-5R1/Coll/AN 
3. PPas-7552/-5R2/AN 	PPas-7552/-5R2/Coll/AN 	4. PPas-7552/-6/TSA 	PPas-7552/-6/Coll/AN 
5. PPas-7552/-6R1/TSA 	PPas-7552/-6R1/Coll/AN 	6. PPas-7552/-6R2/AN 	PPas-7552/-6R2/Coll/AN 
7. PPas-7552/-7/TSA 	PPas-7552/-7/Coll/AN 	8. PPas-7552/-7R1/TSA 	PPas-7552/-7R1/Coll/AN 
9. PPas-7552/-7R2/AN 		PPas-7552/-7R2/Coll/AN 	


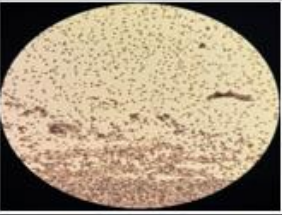

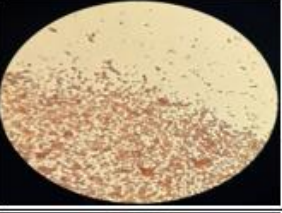



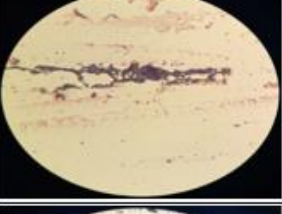

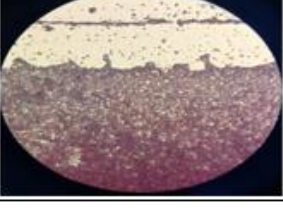
Anexo 18. Identificación morfológica de las cepas bacterianas del tracto digestivo de la especie *Coprophanaeus telamón* del Bosque Ribera en la Estación Experimental el Padmi

Identificación en placa: Colonias bacterianas de Escarabajos del Bosque Ribera				
Especie: <i>Coprophanaeus telamón</i>				
Código	Cultivo Puro	Tinción Gram	Características	Morfología Celular
1. PBR-7547/5-9-22/-5/Col1/AN			Forma: irregular, borde ondulado, elevación plana, opaca, brillante, no pigmentada de color crema, textura lisa, consistencia suave, olor fuerte.	Bacilos Gram +
2. PBR-7547/5-9-22/-5R2/Col1/AN			Forma: circular, borde entero, elevación elevada, opaca, no brillante, no pigmentada de color blanca, textura rugosa, consistencia dura, olor fuerte, catalasa +.	Bacilos Gram -
3. PBR-7547/5-9-22/-6/Col1/AN			Forma: irregular, borde rizado, elevación plana, opaca, no brillante, no pigmentada de color blanca, textura lisa, consistencia viscosa, olor fuerte, catalasa +.	Cocos Gram -
4. PBR-7547/5-9-22/-6/Col2/AN			Forma: irregular, borde lobulado, elevación plana, opaca, brillante, pigmentada de color amarilla, textura lisa, consistencia suave, olor fuerte, catalasa +.	Cocos Gram -
5. PBR-7547/5-9-22/-6R2/Col2/AN			Forma: circular (puntiforme), borde entero, elevación elevada, opaca, no brillante, no pigmentada de color blanca, textura rugosa, consistencia dura, olor fuerte, catalasa +.	Bacilos Gram +
6. PBR-7547/5-9-22/-7/Col1/AN			Forma: circular, borde entero, elevación convexa, opaca, brillante, no pigmentada de color blanca, textura rugosa, consistencia suave, olor fuerte,	Bacilos Gram +
7. PBR-7547/5-9-22/-7/Col2/AN			Forma: irregular, borde ondulado, elevación elevado, opaca, no brillante, no pigmentada de color crema, textura lisa, consistencia dura, olor fuerte, catalasa +.	Cocos Gram -




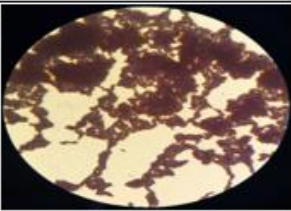

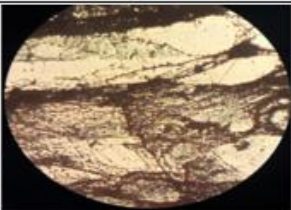

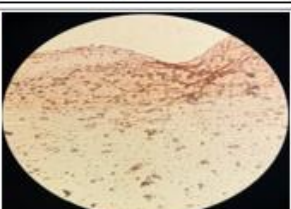

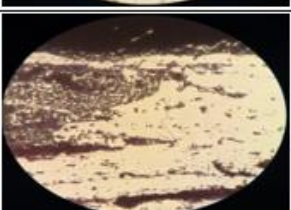



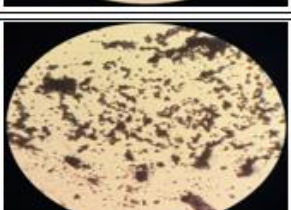
8. PBR-7547/5-9-22/-7R1/Col1/AN			Forma: irregular, borde entero, elevación plana, opaca, no brillante, no pigmentada de color crema, textura lisa, consistencia suave, olor fuerte, catalasa +.	Cocos Gram +
9. PBR-7547/5-9-22/-7R2/Col1/AN			Forma: circular, borde filamentoso, elevación convexa, opaca, brillante, no pigmentada de color blanca, textura rugosa, consistencia dura, olor fuerte, catalasa +.	Cocos Gram +
10. PBR-7547/5-9-22/-7R2/Col2/AN			Forma: circular (puntiforme), borde entero, elevación plana, opaca, brillante, pigmentada de color amarillo, textura rugosa, consistencia suave, olor fuerte, catalasa +.	Bacilos Gram -

Anexo 19. Identificación morfológica de las cepas bacterianas del tracto digestivo de la especie *Dichotomius quinquelobatus* del Bosque Ribera en la Estación Experimental el Padmi


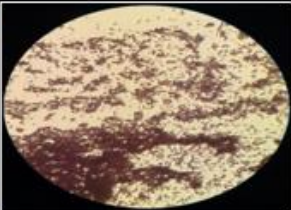

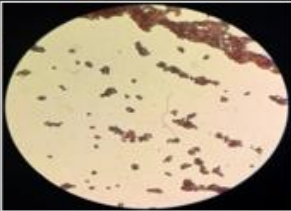

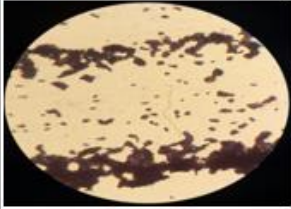

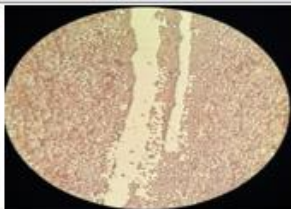
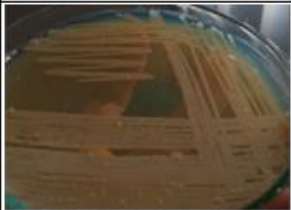
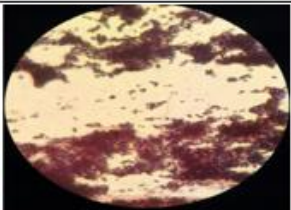

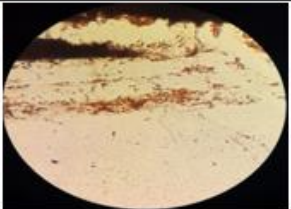
Identificación en placa: Colonias bacterianas de Escarabajos del Bosque Ribera				
Especie: <i>Dichotomius quinquelobatus</i>				
Código	Cultivo Puro	Tinción Gram	Características	Morfología Celular
1. PBR-7548/5-9-22/-5/Col1/AN			Forma: circular, borde entero, elevación elevada, opaca, no brillante, no pigmentada de color blanca, textura lisa, consistencia dura, olor fuerte, catalasa +.	CocoBacilos Gram +
2. PBR-7548/5-9-22/-5R2/Col2/AN			Forma: irregular, borde lobulado, elevación plana, opaca, brillante, pigmentada de color crema, textura lisa, consistencia suave, olor fuerte, catalasa +.	CocoBacilos Gram +
3. PBR-7548/5-9-22/-6/Col1/AN			Forma: circular (puntiforme), borde entero, elevación elevada, opaca, brillante, no pigmentada de color blanca, textura rugosa, consistencia suave, olor fuerte, catalasa -.	Cocos Gram -

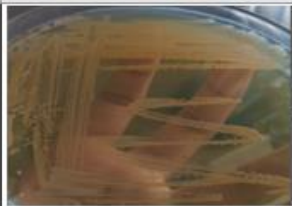
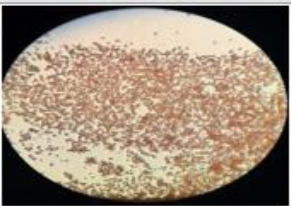



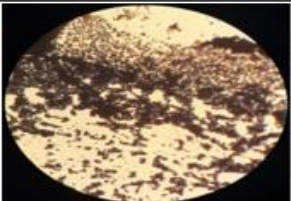
4. PBR-7548/5-9-22/-6R1/Col1/AN			Forma: circular, borde entero, elevación elevada, opaca, brillante, no pigmentada de color crema, textura rugosa, consistencia suave, olor fuerte, catalasa +.	Cocos Gram +
5. PBR-7548/5-9-22/-6R1/Col2/AN			Forma: irregular, borde entero, elevación plana, opaca, brillante, no pigmentada de color crema, textura lisa, consistencia dura, olor fuerte, catalasa +.	Espirilos Gram -
6. PBR-7548/5-9-22/-6R2/Col2/AN			Forma: irregular, borde lobulado, elevación plana, opaca, brillante, pigmentada de color amarilla, textura lisa, consistencia suave, olor fuerte, catalasa +.	Cocos Gram -
7. PBR-7548/5-9-22/-7/Col1/AN			Forma: circular, borde entero, elevación plana, transparente, brillante, no pigmentada de color crema, textura lisa, consistencia suave, olor fuerte, catalasa -.	CocoBacilos Gram +
8. PBR-7548/5-9-22/-7R1/Col1/AN			Forma: irregular, borde rizado, elevación plana, opaca, brillante, no pigmentada de color blanca, textura rugosa, consistencia suave, olor fuerte, catalasa -.	Espirilos Gram +

Anexo 20. Identificación morfológica de las cepas bacterianas del tracto digestivo de la especie *Eurysternus caribaeus* del Bosque de Ladera en la Estación Experimental el Padmi


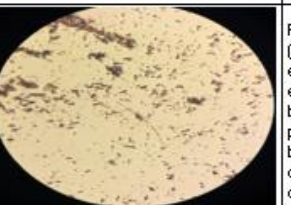




Identificación en placa: Colonias bacterianas de Escarabajos del Bosque Natural de Ladera				
Especie: <i>Eurysternus caribaeus</i>				
Cód	Cultivo Puro	Tinción Gram	Características	Morfología Celular
1. PBN-7549/5-9-22/5/Col1/AN			Forma: irregular, borde ondulado, elevación convexa, opaca, no brillante, no pigmentada de color crema, textura rugosa, consistencia mucóide, olor fuerte, catalasa -.	Cocos Gram -
2. PBN-7549/5-9-22/5R1/Col1/AN			Forma: circular, borde filamentosos, elevación convexa, opaca, no brillante, no pigmentada de color blanca, textura rugosa, consistencia dura, olor fuerte, catalasa +.	Cocos agrupados Gram +
3. PBN-7549/5-9-22/5R2/Col1/AN			Forma: irregular, borde entero, elevación plana, opaca, brillante, no pigmentada de color crema, textura lisa, consistencia suave, olor fuerte, catalasa +.	Cocos en cadena Gram +
4. PBN-7549/5-9-22/6/Col1/AN			Forma: irregular, borde entero, elevación plana, opaca, no brillante, no pigmentada de color crema, textura lisa, consistencia mucóide, olor fuerte, catalasa +.	Cocos en cadane Gram -
5. PBN-7549/5-9-22/6R1/Col1/AN			Forma: irregular, borde ondulado, elevación plana, opaca, brillante, no pigmentada de color blanca, textura lisa, consistencia suave, olor fuerte, catalasa +.	Cocobacilos Gram +
6. PBN-7549/5-9-22/6R2/Col1/AN			Forma: irregular, borde rizado, elevación plana, opaca, no brillante, no pigmentada de color blanca, textura lisa, consistencia suave, olor fuerte, catalasa +.	Cocos en cadena Gram -
7. PBN-7549/5-9-22/7R2/Col1/AN			Forma: circular (puntiforme), borde entero, elevación elevada, opaca, brillante, pigmentada de color naranja, textura rugosa, consistencia suave, olor suave, catalasa +.	Cocos agrupados Gram -


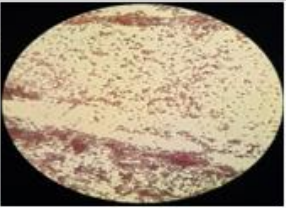

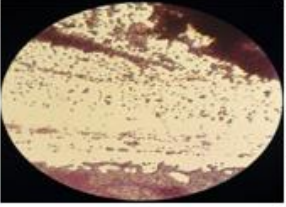

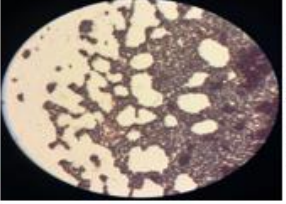
Anexo 21. Identificación morfológica de las cepas bacterianas del tracto digestivo de la especie *Eurysternus caribaeus* del Bosque de Ladera en la Estación Experimental el Padmi

Identificación en placa: Colonias bacterianas de Escarabajos del Bosque Natural de Ladera				
Especie: <i>Eurysternus caribaeus</i>				
Cód	Cultivo Puro	Tinción Gram	Características	Morfología Celular
1. PBN-7550/5-9-22/5/Col1/AN			Forma: circular (puntiforme), borde entero, elevación elevada, opaca, brillante, no pigmentada de color blanca, textura rugosa, consistencia dura, olor suave, catalasa +.	Cocos Gram -
2. PBN-7550/5-9-22/5/Col2/AN			Forma: circular (puntiforme), borde entero, elevación elevada, opaca, brillante, no pigmentada de color blanca, textura rugosa, consistencia suave, olor suave, catalasa +.	Cocos agrupados Gram -
3. PBN-7550/5-9-22/6R1/Col1/AN			Forma: irregular, borde lobulado, elevación plana, transparente, brillante, no pigmentada de color crema, textura lisa, consistencia suave, olor fuerte, catalasa -.	Bacilos agrupados Gram +
4. PBN-7550/5-9-22/6R2/Col1/AN			Forma: circular, borde entero, elevación convexa, opaca, brillante, no pigmentada de color blanca, textura lisa, consistencia suave, olor suave, catalasa +.	Cocos agrupados Gram -
5. PBN-7550/5-9-22/7/Col1/AN			Forma: circular (puntiforme), borde entero, elevación elevada, opaca, no brillante, no pigmentada de color blanca, textura rugosa, consistencia dura, olor fuerte, catalasa +.	Espirilos Gram +
6. PBN-7550/5-9-22/7/Col2/AN			Forma: irregular, borde entero, elevación plana, opaca, no brillante, no pigmentada de color blanca, textura lisa, consistencia dura, olor fuerte, catalasa +.	Espirilos Gram -


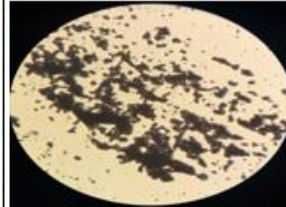

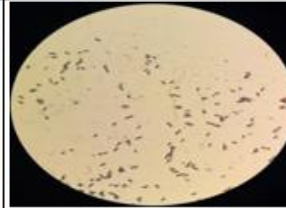

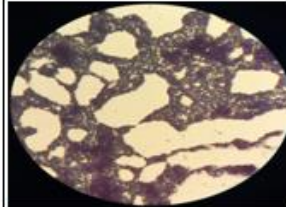
7. PBN-7550/5-9-22/-7R1/Col1/AN			Forma: circular (puntiforme), borde entero, elevación elevada, opaca, brillante, pigmentada de color naranja, textura rugosa, consistencia suave, olor fuerte, catalasa +.	Espirilos Gram -
8. PBN-7550/5-9-22/-7R1/Col2/AN			Forma: irregular (puntiforme), borde rizado, elevación plana, opaca, brillante, pigmentada de color naranja, textura rugosa, consistencia suave, olor suave, catalasa +.	Cocos agrupados Gram -
9. PBN-7550/5-9-22/-7R2/Col1/AN			Forma: irregular, borde rizado, elevación plana, opaca, brillante, pigmentada de color naranja, textura rugosa, consistencia suave, olor suave, catalasa +.	CocoBacilos Gram -


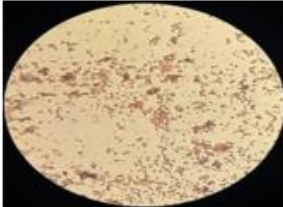
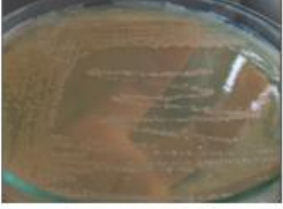
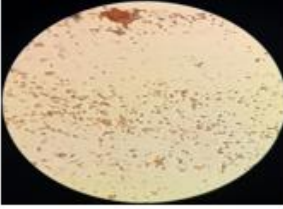

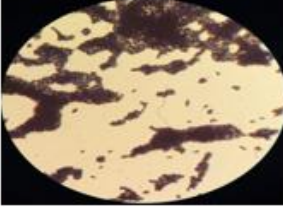

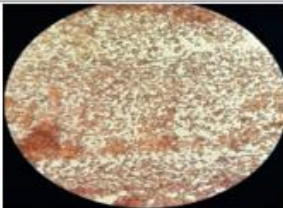

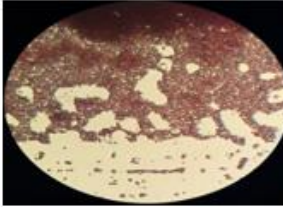

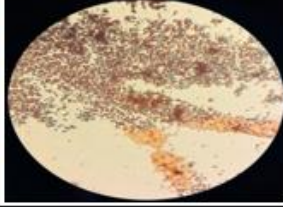
Anexo 22. Identificación morfológica de las cepas bacterianas del tracto digestivo de la especie *Eurysternus caribaeus* del Pastizal en la Estación Experimental el Padmi

Identificación en placa: Colonias bacterianas de Escarabajos del Pastizal				
Especie: <i>Eurysternus caribaeus</i>				
Código	Cultivo Puro	Tinción Gram	Características	Morfología Celular
1. PPas-7551/5-9-22/-5/Col2/AN			Forma: circular (puntiforme), borde entero, elevación elevada, opaca, brillante, no pigmentada de color blanca, textura rugosa, consistencia suave, olor fuerte, catalasa -.	Cocos Gram +
2. PPas-7551/5-9-22/-5R1/Col1/AN			Forma: circular, borde lobulado, elevación plana, opaca, no brillante, no pigmentada de color blanca, textura rugosa, consistencia dura, olor suave, catalasa +.	CocoBacilos Gram +
3. PPas-7551/5-9-22/-5R1/Col2/AN			Forma: circular (puntiforme), borde entero, elevación elevada, opaca, brillante, no pigmentada de color blanca, textura rugosa, consistencia dura, olor fuerte, catalasa -.	CocoBacilos Gram -

4. PP _{as} -7551/5-9-22I-5R2/Col1/AN			Forma: circular, borde entero, elevación plana, transparente, brillante, no pigmentada de color blanca, textura lisa, consistencia suave, olor fuerte, catalasa -.	Cocos Gram +
5. PP _{as} -7551/5-9-22I-7R1/Col1/AN			Forma: circular, borde entero, elevación elevada, transparente, brillante, no pigmentada de color crema, textura rugosa, consistencia suave, olor fuerte, catalasa -.	Cocos Gram +
6. PP _{as} -7551/5-9-22I-7R2/Col1/AN			Forma: irregular, borde rizado, elevación plana, opaca, no brillante, no pigmentada de color blanca, textura lisa, consistencia dura, olor fuerte, catalasa +.	Bacilos Gram +

Anexo 23. Identificación morfológica de las cepas bacterianas del tracto digestivo de la especie *Eurysternus caribaeus* del Pastizal en la Estación Experimental el Padmi

Identificación en placa: Colonias bacterianas de Escarabajos del Pastizal				
Especie: <i>Eurysternus caribaeus</i>				
Código	Cultivo Puro	Tinción Gram	Características	Morfología Celular
1. PP _{as} -7552-9-22I-5/Col1/AN			Forma: circular (puntiforme), borde entero, elevación elevada, opaca, brillante, pigmentada de color naranja, textura rugosa, consistencia suave, olor fuerte, catalasa +.	Cocos agrupados +
2. PP _{as} -7552/5-9-22I-5R1/Col1/AN			Forma: irregular, borde rizado, elevación elevada, opaca, no brillante, no pigmentada de color blanca, textura rugosa, consistencia dura, olor suave, catalasa +.	Bacilos Gram -
3. PP _{as} -7552/5-9-22I-5R2/Col1/AN			Forma: irregular, borde ondulado, elevación plana, opaca, no brillante, no pigmentada de color blanca, textura lisa, consistencia dura, olor fuerte, catalasa +.	Bacilos Gram +

4. PP _{as} -7552/5-9-22/6/Col1/AN			Forma: irregular, borde rizado, elevación elevada, opaca, brillante, no pigmentada de color blanca, textura rugosa, consistencia suave, olor fuerte, catalasa +.	CocoBacilos Gram -
5. PP _{as} -7552/5-9-22/6R1/Col1/AN			Forma: circular, borde entero, elevación convexa, opaca, brillante, no pigmentada de color blanca, textura lisa, consistencia suave, olor fuerte, catalasa +.	CocoBacilos Gram -
6. PP _{as} -7552/5-9-22/6R2/Col1/AN			Forma: irregular, borde rizado, elevación plana, opaca, no brillante, no pigmentada de color blanca, textura lisa, consistencia suave, olor fuerte, catalasa +.	Bacilos agrupados Gram +
7. PP _{as} -7552/5-9-22/7/Col1/AN			Forma: irregular, borde rizado, elevación plana, opaca, brillante, no pigmentada de color crema, textura rugosa, consistencia suave, olor fuerte, catalasa +.	Bacilos Gram -
8. PP _{as} -7552/5-9-22/7R1/Col1/AN			Forma: irregular, borde rizado, elevación plana, opaca, brillante, no pigmentada de color blanca, textura rugosa, consistencia suave, olor fuerte, catalasa +.	CocoBacilos Gram +
9. PP _{as} -7552/5-9-22/7R2/Col1/AN			Forma: circular, borde entero, elevación convexa, opaca, brillante, pigmentada de color naranja, textura rugosa, consistencia suave, olor fuerte, catalasa +.	CocoBacilos Gram -

Anexo 24. Certificación de la traducción del Resumen (Abstract)

Lic. Silvio Roberto Carrión Sánchez, Mgs

CERTIFICO:

Que he traducido el Resumen del Trabajo de Titulación denominado, “**Consortios bacterianos asociados a los escarabajos estercoleros (Coleoptera: Scarabaeinae) y su relación con la estructura del suelo en la Estación Experimental el Padmi**”, de autoría de la señorita egresada Soraya Lizbeth Salazar Romero de la carrera de Ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente en la Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional de Loja, previa a la obtención del título de Ingeniera en Manejo y Conservación del Medio Ambiente.

Es todo lo que puedo certificar en honor a la verdad, autorizando a la interesada hacer uso del presente en lo que estime conveniente.

Loja, 23 de enero de 2023

Atentamente:



Mgs. Silvio Roberto Carrión Sánchez
English Teacher
CI: 1104438856