



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES

ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**“CARACTERIZACIÓN DE LA DIVERSIDAD MICROBIANA PRESENTE EN
SUELOS DE TRES ECOSISTEMAS DE LA MICROCUENCA DEL RÍO
CHIMBORAZO”**

TRABAJO DE TITULACIÓN

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PARA TITULACIÓN DE GRADO

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER

EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO

VEGA MORENO ANDERSON JAVIER

RIOBAMBA - ECUADOR

2019

CERTIFICACIÓN**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO****FACULTAD DE RECURSOS NATURALES****ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

Riobamba, de noviembre del 2019

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN

El suscrito TRIBUNAL DE TRABAJO DE TITULACIÓN, Certifica: Que, el Sr. Anderson Javier Vega Moreno, en virtud que el estudiante ha concluido su trabajo de investigación denominado “CARACTERIZACIÓN DE LA DIVERSIDAD MICROBIANA PRESENTE EN SUELOS DE TRES ECOSISTEMAS DE LA MICROCUENCA DEL RIO CHIMBORAZO”, y ha sido prolijamente revisado y aprobado, quedando autorizada para su presentación y defensa.

**ING. NORMA ERAZO S. PHD**

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

**DRA. MAGDY ECHEVERRÍA**

ASESORA DEL TRIBUNAL

DECLARACION DE AUTENTICIDAD

Yo, **ANDERSON JAVIER VEGA MORENO**, declaro que el presente trabajo de titulación es mi autoría y que los resultados del mismo, son auténticos y originales. Los textos constantes y los documentos que provienen de otra fuente, están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación

Riobamba, 18 de noviembre del 2019

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Anderson', is written over a horizontal line.

Anderson Javier Vega Moreno

DEDICATORIA

Este logro va dedicado principalmente a mi madre Rosa Vega por siempre creer en mí y darme la confianza suficiente como para escoger mis caminos, le agradezco tanto por el apoyo económico como por la fuerza de empuje de nunca rendirme ante los obstáculos que se me presenten en la vida.

A mis abuelitos Delfín Vega y Targélia Moreno por ser el pilar fundamental en la disciplina y valores para poder llegar a la cima de este logro, este trabajo va dedicado a ellos por ser los primeros ingenieros del campo que he conocido ya que gracias a su motivación este logro no hubiera sido posible.

Mis hermanos Bryan, Estefanía y Brigitte por ser mi motivación, especialmente en los momentos más duros de mi vida, ya que en los momentos que me pensaba rendir ellos siempre estuvieron presentes en mis pensamientos, motivo fundamental para nunca rendirme.

Y como no agradecer a los amigos especialmente Juan Manzano que gracias a su ayuda intelectual y amistad las cosas se volvieron más fáciles para el desarrollo de este trabajo.

Anderson Javier Vega Moreno

AGRADECIMIENTO

A mi madre Rosa Vega por todo su apoyo incondicional.

A mis abuelitos Delfín Vega y Targelia Moreno por todo el apoyo brindado.

A mis hermanos Bryan, Estefanía y Brigitte por su aportación.

A mi familia en general que me ha brindado su apoyo incondicional.

A la Ingeniera Norma Erazo por su apoyo durante el trabajo de titulación.

A la Dra. Magdy Echeverría por hacer posible que este trabajo se realice.

Al grupo de investigación – Desarrollo para el Ambiente y Cambio climático (GIDAC) por el financiamiento y su interés en el desarrollo de la investigación.

Al Ingeniero Juan Manzano por su guía y apoyo durante el trabajo de titulación.

Anderson Javier Vega Moreno

INDICE DE CONTENIDOS

Certificación.....	ii
Declaración de autenticidad.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimiento.....	v
Índice de contenidos.....	vi
Lista de cuadros.....	xiii
Lista de tablas.....	xv
Lista de figuras.....	xvi
Lista de gráficos.....	xvii
Lista de anexos.....	xviii

TABLA DE CONTENIDOS

I. “CARACTERIZACIÓN DE LA DIVERSIDAD MICROBIANA PRESENTE EN SUELOS DE TRES ECOSISTEMAS DE LA MICROCUENCA DEL RÍO CHIMBORAZO”	1
II. INTRODUCCIÓN	1
A. IMPORTANCIA	1
B. PROBLEMA	2
C. JUSTIFICACIÓN	2
III. OBJETIVOS	1
A. OBJETIVO GENERAL	1
B. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	1
IV. HIPÓTESIS	5
A. HIPÓTESIS NULA	5
C. HIPÓTESIS ALTERNA	5
D. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	5
1. Variable Dependiente	5
2. Variable Independiente	5
• Propiedades físico-químicas de los suelos.	5
V. REVISIÓN DE LITERATURA.	6
A. MICROCUENCA DEL RIO CHIMBORAZO	6
B. ECOSISTEMAS REPRESENTATIVOS	6
1. Bosques y plantaciones en el área de estudio	6
2. Pajonales en el área de estudio	7
3. Cultivos en el área de estudio	7
C. SUELOS DE LA MICROCUENCA DEL RÍO CHIMBORAZO	8
1. Características físicas, químicas y biológicas	10
D. MICROORGANISMOS DEL SUELO.	13

1.	Clasificación de microorganismos del suelo según su tamaño.	13
2.	Diversidad microbiana presente en los suelos.	13
3.	Métodos de aislamiento e identificación de la diversidad microbiana del suelo.	15
4.	Métodos de dilución	17
5.	ADN total	18
VI.	MATERIALES Y METODOS	21
A.	CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR	21
1.	Localización de la zona de estudio	21
a.	Localización en campo	21
	El muestreo de los suelos se ubicó en la parroquia de San Juan del cantón Riobamba, provincia de Chimborazo.	21
2.	Ubicación geográfica de la MCRCH	22
3.	Condiciones climáticas	22
4.	Clasificación ecológica	22
2.	MATERIALES Y EQUIPOS	23
1.	Materiales de laboratorio	23
2.	Materiales de campo	24
3.	METODOLOGÍA	24
1.	Fase campo	24
2.	Fase Laboratorio	25
4.	MANEJO DEL ENSAYO	30
5.	EVALUACIÓN DE MICROORGANISMOS.	30
VII.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
A.	CARACTERIZACIÓN FLORÍSTICA: PAJONAL, CULTIVO DE PAPA Y BOSQUE DE PINO, PRESENTES EN LA MICROCUENCA DEL RÍO CHIMBORAZO.	31
1.	Ficha del ecosistema de pajonal	31

Nombre científico	31
Orden	31
Familia	31
Descripción botánica	31
Fotografía	31
<i>Baccharis</i>	31
<i>genistelloides (Lam)</i>	31
Asterales.....	31
Asteracea	31
Tallos marcadamente aplanados, triangulares y con segmentos alados. No tienen hojas. Las inflorescencias son capítulos solitarios o en grupos, están ubicados a lo largo de los tallos, las brácteas con tonos rosados. Las flores son numerosas, tubulares y blancas.....	31
.....	31
<i>Bidens andicola (Kunth)</i>	31
Asterales.....	31
Asteracea	31
Presenta tallos erectos; sus hojas son muy recortadas y crecen en la parte inferior del tallo; Las flores se agrupan en capítulos amarillos, que crecen solitarios en el ápice de los tallos; Los frutos son secos muy pequeños (aquenios).....	31
.....	31
<i>Achyrocline satureioides (Lam)</i>	32
Asterales.....	32
Asteracea	32
Con tallos más o menos erectos y con pubescencia color blanco; sus hojas son alternas, sésiles o angostas en corto, sus flores presentan capítulos numerosos, con dos tipos de flores, ovoideo - cilíndricos, agrupados en densos corimbos o cimas sus frutos son aquenios pequeños, poco comprimidos.....	32
.....	32

<i>Hyppochaseris sessiflora</i> (Kunth)	32
Asterales	32
Asteracea	32
Las hojas están dispuestas en rosetas basales, son alargadas y estrechas; La inflorescencia está formada por cabezuelas solitarias; Las flores son numerosas, todas irregulares, tienen una lengüeta llamativa de color amarillo con 5 pequeños dientes en la punta; Los frutos tienen una corona de pelos plumosos, de color blanco o rojizo..	32
.....	32
<i>Werneria nubigena</i> (Kunth)	32
Asterales	32
Asteracea	32
Las hojas están dispuestas en una roseta en la base, son alargadas y estrechas. Las inflorescencias son cabezuelas solitarias a ras del suelo. Las flores son de dos tipos: las externas son irregulares y presentan una lengüeta, de color blanco, las internas son cortas, tubulares y con 5 dientes, de color amarillo. Los frutos tienen una corona de pelos blancas.	32
.....	32
<i>Aetheolaena lingulata</i>	33
Asterales	33
Asteracea	33
Es una especie tipo arbusto; hojas dentadas de color verde oscuro; el tallo y la raíz son pequeñas.	33
.....	33
<i>Gentiana sedifolia</i> (Kunth)	33
Gentianales	33
Gentilacea	33
Las hojas están dispuestas en una roseta en la base, muy divididas en finos lóbulos; los pecíolos son largos y rojizos, con pelos blancos. Las flores son solitarias y se	

encuentran en el centro de la roseta, tienen 5 pétalos de color lila muy pálido con los nervios morados.	33
.....	33
<i>Hypericum lancioides</i> (Cuatrec)	33
Malpighiales	33
Hypericaceae.....	33
Especie tipo arbusto que presenta tallos erectos; Sus Hojas son opuestas; Inflorescencias en cimas terminales, laterales; 2–3 flores, cáliz con 5 sépalos libres; Fruto cápsula más corta que los sépalos, ovoide-elipsoide a cilindroelipsoide.	33
.....	33
<i>Calamagrostis intermedia</i> (J. Presl) Steud.	34
Poales	34
Poaceae.....	34
Hiervas en macollas densas. Las hojas son lineares y miden hasta 80 cm de largo; los bordes están doblados y dan una apariencia cilíndrica a las hojas. Las inflorescencias son llamativas, miden hasta 90 cm de largo, son racimos compuestos con numerosas espiguillas amarillentas.	34
.....	34
2. Ficha del ecosistema del cultivo de papa	35
.....	35
Nombre científico	35
Orden	35
Familia	35
Descripción botánica	35
Fotografía	35
<i>Rumex acetocella</i> L.	35
Caryophyllales.....	35
Polygonaceae.....	35

.....	35
<i>Plantago lanceolata</i> L.	35
Lamiales.....	35
Plantaginaceae.....	35
Herbácea sin tallos ramificados y con tallos florales, Las hojas lanceoladas u ovadas, largas, algo dentadas y radicales están dispuestas en una roseta basal en la base del tallo, la inflorescencia terminal es una espiga densa con flores muy pequeñas de color blanca o purpurea.	35
.....	35
<i>Rumex obtusifolius</i> L.	36
Caryophyllales.....	36
Polygonaceae.....	36
Hojas ovado-oblongas, cordadas o subcordadas en la base, con el limbo menor o tan largo como el peciolo, es canaliculado en su parte más próxima a la hoja. Flores con 6 piezas sepaloideas; las internas son acrescentes en la fructificación y forman 3 valvas cordiformes, con dientes triangulares (de hasta 2 mm), irregulares y numerosos.	36
.....	36
B. DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LOS SUELOS DE PAJONAL, CULTIVO DE PAPA Y BOSQUE DE PINO.	37
1. Análisis físico-químico de los tres ecosistemas estudiados.	37
1. pH.	38
2. Materia orgánica	39
3. Conductividad eléctrica	39
C. CARACTERIZACIÓN LA DIVERSIDAD MICROBIANA ASOCIADA A LA RIZOSFERA DE PAJONAL, CULTIVO DE PAPA Y BOSQUE DE PINO.	41
j. Análisis estadístico para presencia de bacterias y hongos.	57
VIII. CONCLUSIONES	63

IX. RECOMENDACIONES	65
X. RESUMEN	66
XI. SUMMARY	67
XII. BIBLIOGRAFÍA	68
XIII. ANEXOS	79

LISTA DE CUADROS

N°	DESCRIPCIÓN	PAG.
CUADRO 1.	TIPOS DE SUELO EN LA MICROCUENCA DEL RÍO CHIMBORAZO SEGÚN EL PISO ECOLÓGICO Y USO.....	8
CUADRO 2.	TIPOS DE SUELOS EN LA MICROCUENCA DEL RÍO CHIMBORAZO.....	9
CUADRO 3.	NIVELES DE PH EN EL SUELO.	25
CUADRO 4.	RANGOS DE PORCENTAJES DE MATERIA ORGÁNICA Y CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA.	26
CUADRO 5.	RANGO DE NITRÓGENO, FÓSFORO Y POTASIO EN PPM.....	28
CUADRO 6.	CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICAS DEL SUELO DE PAJONAL.....	37
CUADRO 7.	CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS DEL SUELO DE CULTIVO DE PAPA.	38
CUADRO 8.	CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS DEL SUELO DE PLANTACIÓN DE PINO.	38
CUADRO 9.	UFC EN LA DILUCIÓN 10^{-3} DE LOS ECOSISTEMAS PAJONAL, CULTIVO DE PAPA Y BOSQUE DE PINO.....	41
CUADRO 10.	UFC EN LA DILUCIÓN 10^{-4} DE LOS ECOSISTEMAS PAJONAL, CULTIVO DE PAPA Y BOSQUE DE PINO.....	42
CUADRO 11.	PHYLA, FAMILIAS, GÉNEROS Y ESPECIES ENCONTRADAS EN LOS ECOSISTEMAS PAJONAL, CULTIVO DE PAPA Y BOSQUE DE PINO.	49
CUADRO 12.	ANÁLISIS DE VARIANZA DE LAS UFC DE BACTERIAS EN LA DILUCIÓN $10X^{-3}$ EN AN.....	57
CUADRO 13.	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA PRESENCIA DE BACTERIAS EN LA DILUCIÓN $10X^{-3}$ EN AN.	58
CUADRO 14.	ANÁLISIS DE VARIANZA DE LAS UFC DE ACTINOMICETOS EN LA DILUCIÓN $10X^{-3}$ EN AA.....	58
CUADRO 15.	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA PRESENCIA DE ACTINOMICETOS EN LA DILUCIÓN $10X^{-3}$ EN AGAR AVENA.....	58
CUADRO 16.	ANÁLISIS DE VARIANZA DE LAS UFC DE HONGOS EN LA DILUCIÓN $10X^{-3}$ EN PDA.....	59
CUADRO 17.	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA PRESENCIA DE HONGOS EN LA DILUCIÓN $10X^{-3}$ EN PDA.	59
CUADRO 18.	ANÁLISIS DE VARIANZA DE LAS UFC DE BACTERIAS EN LA DILUCIÓN $10X^{-4}$ EN AN.	60
CUADRO 19.	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA PRESENCIA DE BACTERIAS EN LA DILUCIÓN $10X^{-4}$ EN AN.....	60
CUADRO 20.	ANÁLISIS DE VARIANZA DE LAS UFC DE ACTINOMICETOS EN LA DILUCIÓN $10X^{-4}$ EN AA.	61

CUADRO 21. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA PRESENCIA DE ACTINOMICETOS EN LA DILUCIÓN $10X^{-4}$ EN AA.	61
CUADRO 22. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LAS UFC DE HONGOS EN LA DILUCIÓN $10X^{-4}$ EN PDA.	61
CUADRO 23. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA PRESENCIA DE HONGOS EN LA DILUCIÓN $10X^{-4}$ EN PDA.	62

LISTA DE TABLAS

N°	DESCRIPCIÓN	PAG.
	TABLA 1. EVALUACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS MICROORGANISMOS DESARROLLADOS.	30
	TABLA 2. BACTERIAS EN COMÚN DE LOS TRES ECOSISTEMAS ESTUDIADOS.	53
	TABLA 3. USOS POTENCIALES DE LAS BACTERIAS B.V EN COMÚN EN LOS ECOSISTEMAS ESTUDIADOS.	56
	TABLA 4. HONGOS EN COMÚN DE LOS TRES ECOSISTEMAS ESTUDIADOS.	56

LISTA DE FIGURAS

N°	DESCRIPCIÓN	PAG.
	FIGURA 1. DIAGRAMA TEXTURAL DE LA USDA.....	10

LISTA DE GRAFICOS

N°	DESCRIPCIÓN	PAG.
	GRÁFICO 1. MAPA DE UBICACIÓN DE LAS ZONAS DE ESTUDIO.	21
	GRÁFICO 2. PERFIL TAXONÓMICO DE BACTERIAS ENCONTRADAS EN EL ECOSISTEMA PAJONAL.....	43
	GRÁFICO 3. PERFIL TAXONÓMICO DE HONGOS ENCONTRADOS EN EL ECOSISTEMA PAJONAL.....	44
	GRÁFICO 4. PERFIL TAXONÓMICO DE BACTERIAS ENCONTRADAS EN EL ECOSISTEMA DE CULTIVO	45
	GRÁFICO 5. PERFIL TAXONÓMICO DE HONGOS ENCONTRADOS EN EL ECOSISTEMA DE CULTIVO DE PAPA.....	46
	GRÁFICO 6. PERFIL TAXONÓMICO DE BACTERIAS ENCONTRADAS EN EL ECOSISTEMA DE BOSQUE DE PINO.	47
	GRÁFICO 7. PERFIL TAXONÓMICO DE HONGOS ENCONTRADOS EN EL ECOSISTEMA DE BOSQUE DE PINO.	48
	GRÁFICO 8. PHYLA VS ESPECIES DE BACTERIAS EN EL ECOSISTEMA DE PAJONAL.....	50
	GRÁFICO 9. PHYLA VS ESPECIES DE BACTERIAS EN EL ECOSISTEMA DE PAPA.	50
	GRÁFICO 10. PHYLA VS ESPECIES DE BACTERIAS EN EL ECOSISTEMA DE PINO.	51
	GRÁFICO 11. PHYLA VS ESPECIES DE HONGOS EN EL ECOSISTEMA DE PAJONAL.....	51
	GRÁFICO 12. PHYLA VS ESPECIES DE HONGOS EN EL ECOSISTEMA DE PAPA.	52
	GRÁFICO 13. PHYLA VS ESPECIES DE HONGOS EN EL ECOSISTEMA DE PINO.	52

LISTA DE ANEXOS

N°	DESCRIPCIÓN	PAG.
	ANEXO 1. FASE DE CAMPO.	79
	ANEXO 2. FASE DE LABORATORIO.....	80
	ANEXO 3. IDENTIFICACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE LOS MICROORGANISMOS CULTIVABLES EN MEDIOS ARTIFICIALES.....	81
	ANEXO 4. ANÁLISIS DE MUESTRAS DE SUELO OTORGADO POR EL LABORATORIO DE SUELOS PERTENECIENTE A LA ESPOCH.	81
	ANEXO 5. CLASIFICACIÓN DE HONGOS EN EL ECOSISTEMA PÁRAMO.....	82
	ANEXO 6. CLASIFICACIÓN DE HONGOS EN EL ECOSISTEMA CULTIVO DE PAPA.	83
	ANEXO 7. CLASIFICACIÓN DE HONGOS EN EL ECOSISTEMA BOSQUE DE PINO.	85
	ANEXO 8. CLASIFICACIÓN DE BACTERIAS EN EL ECOSISTEMA PÁRAMO. 92	92
	ANEXO 9. CLASIFICACIÓN DE BACTERIAS EN EL ECOSISTEMA CULTIVO DE PAPA.	100
	ANEXO 10. CLASIFICACIÓN DE BACTERIAS EN EL ECOSISTEMA BOSQUE DE PINO.....	112

I. “CARACTERIZACIÓN DE LA DIVERSIDAD MICROBIANA PRESENTE EN SUELOS DE TRES ECOSISTEMAS DE LA MICROCUENCA DEL RÍO CHIMBORAZO”

II. INTRODUCCIÓN

Los microorganismos del suelo a nivel de la rizosfera que habitan en los ecosistemas de la Microcuenca del Río Chimborazo cumplen un papel fundamental en la estabilidad del suelo mediante la descomposición de la materia orgánica y las relaciones que existen entre ellos en formas muy variadas y complejas, generando de esta manera una inquietud a los investigadores por conocer la biodiversidad que domina el suelo de dichos ecosistemas.

En el suelo se desarrollan apropiadamente los microorganismos tanto eucariotas (algas, hongos, protozoos) como procariotas (bacterias y arqueas). También encontramos virus y bacteriófagos. Todos los microorganismos cumplen diversas funciones independientemente uno del otro pero también contribuyen a las características propias del suelo por su papel en la modificación de las fases sólida, líquida y gaseosa. (Nogales B. , 2005)

Dada la importancia del suelo que es considerado como un lugar donde se almacena una amplia biodiversidad de microorganismos por lo cual se vuelve necesario caracterizar la diversidad microbiana que los domina, donde métodos tradicionales de laboratorio imposibilitan el reconocimiento total de la diversidad microbiana por lo que hoy en día se emplean técnicas moleculares de ADN que permiten caracterizar y cuantificar los atributos funcionales microbianos del suelo con mayor profundidad.

Existe una amplia diversidad de microorganismos en todos los ecosistemas del planeta, cumpliendo funciones muy importantes debido a su capacidad de descomponer materia orgánica e inorgánica, la fijación de nitrógeno, mejoramiento de la estructura de los suelos etc., lo que indica un importante interés sobre los diversos ecosistemas, pudiendo ser páramos, bosques, cultivos entre otros, actuando de manera diferente en cada uno de ellos por lo que se enmarca el estudio sobre cuáles son los microorganismos que actúan en dichos medios.

A. IMPORTANCIA

Rocha, G. (2015) menciona que los microorganismos son habitantes muy importantes del suelo, por lo que es importante conocer la actividad que cada uno desempeña, además de su influencia en las propiedades del suelo y de las especies vegetales que se encuentran en dicho ecosistema Soroa *et al.* (2009) menciona que conocer los integrantes de la comunidad microbiana asociada al cultivo de interés es un aspecto de

particular atención para favorecer el análisis del comportamiento de dichos microorganismos.

Los microorganismos desempeñan funciones de gran importancia en relación con procesos de edafogénesis como son ciclos biogeoquímicos de elementos como el carbono, el nitrógeno, oxígeno, el azufre, el fósforo, el hierro y otros metales, ayudan a la fertilidad de las plantas y protección frente a patógenos; intervienen en la degradación de algunos compuestos químicos. (Nogales, B. 2005)

La diversidad microbiana presente en suelos de diferentes ecosistemas en la Microcuenca del Río Chimborazo nos permitirá comprender la riqueza que estos poseen en cuanto a que estos ayudan a mantener la estructura de los suelos en buen estado, permitiendo la retención de humedad siendo además descomponedores de la materia orgánica los cuales generan de esta manera el retorno de los nutrientes que han sido utilizados por las plantas y volverlos asimilables para que pueden seguir siendo utilizados y muchos otros beneficios que estos generan de acuerdo a los grupos de microorganismos que se encuentren habitando.

B. PROBLEMA

La falta de investigaciones acerca de la diversidad microbiana presente en los suelos de ecosistemas de bosque, pajonal y cultivos de papa ubicados en la Microcuenca del Río Chimborazo, limita su uso y los diferentes beneficios que estos puedan tener en relación a dichos ecosistemas. Los suelos del país necesitan ser investigados para conocer la riqueza microbiana que estos contienen individualmente de sus reinos para así poder generar información que nos permita mantener y dar un uso apropiado a los ecosistemas evitando erradicar a los microorganismos de una forma indirecta.

Al no existir un estudio de la caracterización de la diversidad microbiana en la Microcuenta del Río Chimborazo se fundamenta la propuesta de realizar la caracterización de los tres ecosistemas que nos puedan ayudar a determinar la riqueza microbiana presente, como la generación de nuevas investigaciones aplicando metodologías tradicionales de laboratorio y técnicas moleculares de ADN.

C. JUSTIFICACIÓN

El valor de los microorganismos presentes en suelos de diversos ecosistemas no ha sido muy apreciado por lo cual se han generado pérdidas de la mayoría de la vida microbiana, debido al uso indiscriminado de los suelos de tal forma que se ven afectados perdiendo su capacidad productiva como también la limitación para el desarrollo microbiano.

Existen diversos hábitats dentro de cada ecosistema del planeta que podrían contener una elevada diversidad microbiana aún no descubierta según Montaña *et al.*, (2010) es por ello que la presente investigación tiene como objetivo caracterizar la diversidad microbiana de los ecosistemas de pajonal, cultivo de papa y plantación de pino a nivel de la rizosfera en la Microcuenca del Río Chimborazo que son de gran importancia dentro del país y de la zona de estudio.

Los diferentes grupos microbianos son de gran importancia, sin embargo actualmente la información es muy escasa y casi nula, especialmente en la Microcuenca del Río Chimborazo, perteneciente a la Provincia de Chimborazo por lo que es necesario realizar un estudio en estos ecosistemas con el fin de crear una base de datos de los microorganismos encontrados en el suelo, mediante la recolección de muestras de suelo para realizar un análisis mediante la aplicación de metodologías tradicionales de laboratorio y técnicas moleculares de ADN que nos permitan su caracterización.

III. OBJETIVOS

A. OBJETIVO GENERAL

- Caracterizar la diversidad microbiana presente en suelos de tres ecosistemas representativos de la Microcuenca del Río Chimborazo.

B. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar los ecosistemas: bosque, pajonal y cultivo de papa presentes en la Microcuenca del Río Chimborazo.
- Determinar las características físicas y químicas de los suelos de bosque, pajonal y cultivo de papa presentes en la Microcuenca del Río Chimborazo.
- Caracterizar la diversidad microbiana asociada a la rizosfera de bosque, pajonal y cultivo de papa.

IV. HIPÓTESIS

A. HIPÓTESIS NULA

La diversidad microbiana presente en los suelos de tres ecosistemas representativos de la Microcuenca del Río Chimborazo es similar.

C. HIPÓTESIS ALTERNA

La diversidad microbiana presente en los suelos de tres ecosistemas representativos de la Microcuenca del Río Chimborazo es diferente.

D. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

1. Variable Dependiente

- Diversidad microbiana

2. Variable Independiente

- Propiedades físico-químicas de los suelos.
- Características edafoclimáticas.
- Diversidad botánica.

V. REVISIÓN DE LITERATURA.

A. MICROCUENCA DEL RIO CHIMBORAZO

La Microcuenca del Río Chimborazo (MCRCH) está localizada en América del sur, en el centro del Ecuador; ubicada en el noroccidente de la Provincia de Chimborazo, tiene una superficie aproximada de 16522 ha, abarca las parroquias San Juan, Calpi y San Andrés, a una distancia de 18 Km de la ciudad de Riobamba. (Acuña, 2010)

La MCRCH está compuesta por cuatro zonas: de reserva (3880-4800 msnm), en esta zona se encuentra la Reserva Faunística Chimborazo, con más del 40% del total de la microcuenca, se caracteriza por presentar tierras de altura con suelos de baja fertilidad y por la presencia de escasa población. La zona de páramo (3700-4200 msnm), donde se pueden observar algunos terrenos comunales de altura. Una zona de cultivos de altura de papa, cebada, haba y pasto (3400-3700 msnm). Y la zona de cultivos de valle ubicada a 3100-3400 msnm. (López, 2013)

La MCRCH presenta una temperatura promedio de 11°C, una precipitación de 637,35 mm y una evapotranspiración de 450,57 mm, es decir existe un remanente en la cuenca de 186,78 mm por año que equivale a 20 millones de metros cúbicos de agua aproximadamente, los mismos que son aprovechados por los diferentes ecosistemas (páramo, vegetación remanente, plantaciones, zonas de producción agropecuaria. (Red Consultora Socio Ambiental. TZEDAKA CIA. LTDA., 2012)

B. ECOSISTEMAS REPRESENTATIVOS

1. Bosques y plantaciones en el área de estudio

Los bosques cumplen un rol fundamental en la captura de carbono, pero algunas de las especies tienden a tener problemas durante su establecimiento por diversos factores, sin embargo, según la Red Consultora Socio Ambiental TZEDAKA CIA. LTDA. (2012). El establecimiento de plantaciones forestales con especies nativas (*Polylepis racemosa*) tienen problemas de prendimiento por distintas causas; ambientales, genéticas y de manejo, lo que ha ocasionado que un área aproximada de 12,9 has, tengan limitaciones de prendimiento y sobrevivencia.

La cantidad de especies que han sido introducida en los páramos corresponden a distintas especies de importancia económica, sin embargo, según Bustos & Bustos (2007) 9384 has son páramos que según el uso potencial deben ser destinadas para áreas de conservación; de las cuales 2559,69 has son parte del arenal del Chimborazo y 925,72 has han sido intervenidas para actividades agropecuarias y forestales, representan el 37% del páramo; produciéndose un deterioro de este ecosistema frágil.

2. Pajonales en el área de estudio

Las especies de pajonal se clasifican en cinco formas de crecimiento, que responden a las adaptaciones más notables: penachos, rosetas gigantes, rosetas sin tallo, almohadillas y arbustos. (Acuña, 2010)

- Las hojas delgadas y largas de los penachos evitan la pérdida de agua por transpiración.
- Entre las rosetas gigantes más conocidas se encuentran los frailejones (*Espeletia* y géneros afines) y las achupallas (*Puya*), que resaltan el paisaje. Ambas poseen una densa vellosidad en sus hojas y flores, y pueden alcanzar varios metros de alto.
- A pesar de que los árboles son en general escasos, se pueden encontrar bosquetes hasta por sobre los 4000 metros de yahuales o queñoas (*Polilepys* spp.) y otras especies arbóreas como el quishuar (*Buddleja incana*).
- El tumbuzo (*Werneria nubigena*) es el exponente más conocido de las almohadillas.
- La chuquiragua (*Chuquiraga jussieui*), el romerillo (*Hypericum laricifolium*) y el mortiño (*Vaccinium floribundum*) son los arbustos más notorios. (Acuña, 2010)

El páramo en la MCRCH cubre un área de 8430 hectáreas, algunas acciones se han realizado para recuperar la fauna nativa como la reintroducción de alpacas con un hato de 368 animales que está distribuido en las comunidades de San Luis de Chinigua, Asociación Chorrera Mirador Alto, Tambo Huasha, Cooperativa Agrícola Santa Teresita, Pulinguí San Pablo y la propiedad de Marco Cruz que actualmente no reciben buen manejo. (Red Consultora Socio Ambiental TZEDAKA CIA. LTDA., 2012)

3. Cultivos en el área de estudio

Las familias que habitan en las cercanías a la MCRCH mantienen los cultivos tradicionales para el autoconsumo como son: papa, haba, melloco, mashua, cebada, cebolla blanca, ajo, oca, arveja, zanahoria mientras en algunos terrenos se siembra hierba y pasto para los animales. (Acuña, 2010)

Del total de 12161,77 hectáreas que forman la MCRCH, el 23,8% es decir 2897,41 has están destinadas a actividades agropecuarias. (Red Consultora Socio Ambiental-TZEDAKA CIA. LTDA, 2012)

El deterioro de los suelos se debe principalmente a la actividad agrícola excesiva, donde existe la falta de capacitación a los agricultores lo cual conlleva a problemas futuros, terminando con todos sus componentes productivos, sin embargo, según la Red Consultora Socio Ambiental-TZEDAKA CIA. LTDA. (2012), en la zona alta de MCRCH, solamente son ocupadas 108,12 has del suelo para uso agropecuario, de las cuales 90,1 hectáreas son de pastizales y 18 hectáreas son destinadas para cultivos

andinos como papa, zanahoria, cebolla, ajo, melloco, ocas las cuales sirven para autoconsumo y venta.

C. SUELOS DE LA MICROCUENCA DEL RÍO CHIMBORAZO

1. Tipos de suelo en la Microcuenca del Río Chimborazo según el piso ecológico y uso.

En la MCRCH existen varios tipos de suelos, en nuestra investigación podemos apreciar tres pisos ecológicos, además se especifica el tipo de suelo y los usos que se dan a cada uno de ellos, esto se detalla en el cuadro 1.

Cuadro 1. Tipos de suelo en la Microcuenca del Río Chimborazo según el piso ecológico y uso.

Piso ecológico	Tipo de suelo	Usos
Pajonal o páramo	Tierra negra	Pasto
	Cangahuoso	Reforestación
	Turba	Viveros, "Parece abono de gallina"
Zona alta de cultivo	Tierra negra	Siembra, pasto
	Tierra semi arenosa	Pasto
Pampada	Húmedo	Pasto
	Arenoso	Siembra de maíz, pasto (necesita riego)
	Semi - arenoso	Siembra, pasto (necesita riego)

Fuente: (Programa Regional BioAndes. Diagnóstico Participativo Comunitario)
Zona biocultural: Microcuenca del Río Chimborazo.

En las zonas altas los pobladores describen al suelo como de tierra negra, como el más abundante y que caracteriza a la zona, considerado como el mejor para la siembra y el pastoreo, aunque también están presentes otros tipos de suelos. (Acuña, 2010)

En las zonas bajas, una parte de la tierra es descrita como arenosa o semi-arenosa que es apta para la siembra, aunque tiene bajo rendimiento en producción de pasto. Otra parte de las tierras bajas es considerada húmeda con buenas características para la producción de pasto que para la siembra de tubérculos y hortalizas. (Acuña, 2010)

El tipo de suelo propio de la zona es negro arcilloso profundo, franco limoso, franco arcilloso y franco arenoso; zona constituida en gran parte por áreas cubiertas de pajonales y pasto natural, con cultivos como: cebada, centeno, papa, melloco, haba y avena en zonas de secano, y pastos introducidos para potrero en zonas de bajo riego. (Acuña, 2010)

2. Tipos de suelos en la Microcuenca del Río Chimborazo según el origen

Son de origen volcánico, los cuales se dividen en tres órdenes principales: Entisoles, Inceptisoles y Mollisoles. Estos suelos conforman la MCRCH detallado en el cuadro 2.

Cuadro 2. Tipos de suelos en la Microcuenca del Río Chimborazo.

Los tipos de suelos de la Microcuenca del Río Chimborazo.		
Orden	Extensión (ha)	Porcentaje (%)
Entisol	625	5,0
Inceptisol	8410	67,3
Mollisol	8	0,1
Nieve y hielo	925	7,4
Eriales o afloramientos rocosos	2522	20,2
TOTAL	12491	100,0

Fuente: (Cegespu, 2015)

Según Ibañez, *et al*, (2011) los Entisoles son suelos que se encuentran en laderas donde la escorrentía no permite la evolución de los suelos en profundidad a causa de la erosión hídrica.

Los Entisoles también se los pueden encontrar en zonas de barrancos con aluviones constantes que no permiten el desarrollo en profundidad, son suelos potencialmente muy fértiles debido a los diferentes aluviones recibidos, utilizándose principalmente para la producción de cultivos hortícolas y frutícolas. (Ibañez, *et al*, 2011)

Los Inceptisoles son aquellos suelos con características de evolución de horizontes. En este orden los suelos aparecen con uno o más horizontes de diagnóstico cuya génesis es de rápida formación, con procesos de translocación de materiales o meteorización extrema. (Ibañez, *et al*, 2011)

Los Mollisoles son generalmente suelos minerales típicos de las estepas que tienen un horizonte superficial muy oscuro, coloreado y rico en bases. Casi todos estos suelos tienen un epipedón móllico y muchos también poseen un horizonte de diagnóstico subsuperficial argílico, nátrico o cálcico. (Ibañez, *et al*, 2011)

1. Características físicas, químicas y biológicas

a. Características físicas

Según FAO, (2012) las propiedades físicas de los suelos, determinan la capacidad de los suelos para muchos de sus usos. La condición física de un suelo, determina, la rigidez y la fuerza de sostenimiento, la facilidad para la penetración de las raíces, la aireación, la capacidad de drenaje y de almacenamiento de agua, la plasticidad, y la retención de nutrientes.

1) Textura

La textura de un suelo indica el contenido relativo de partículas de diferente tamaño, como la arena, el limo y la arcilla, en el suelo. La textura se relaciona directamente con la facilidad de trabajo del suelo, la cantidad de agua y aire que retiene y la velocidad con que el agua penetra en el suelo y lo atraviesa. (FAO, 2017)

El Diagrama textural de la USDA es una herramienta para obtener las clases texturales en función de los porcentajes de arena, limo y arcilla.

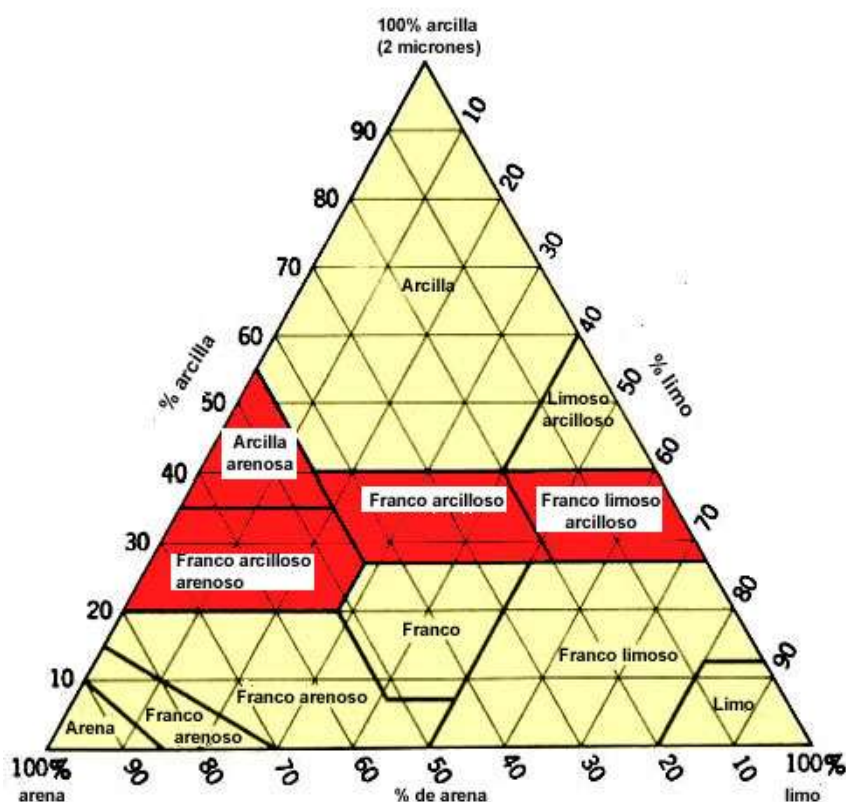


Figura 1. Diagrama textural de la USDA

Fuente: (USDA, Keys to soil taxonomy, 2006).

El triángulo se divide en una serie de áreas que corresponden a las diversas clases texturales, que representan grupos de texturas con aptitudes o propiedades análogas. Las clases suelen asociarse en cuatro grupos principales que corresponden a las texturas arcillosas, limosas, arenosas y francas o equilibradas; según exista un componente dominante o una proporción adecuada de todos ellos. (Ibañez, *et al.*, 2011)

2) Estructura

Según Vargas, C. (2012) es la forma en que las partículas del suelo se reúnen para formar agregados de acuerdo a esta característica se distinguen suelos de estructura esferoidal, laminar, prismática, blocosa, y granular.

La estructura afecta a la aireación y al movimiento de agua, así como al nacimiento de las especies vegetales y la formación de una costra superficial. El paso de raíces entre los agregados y la erosionabilidad del suelo, son otros factores importantes que dependen en gran medida de la estructura de suelo. Suelos bien estructurados presentan menores riesgos para la degradación del suelo. (Moreno, *et al.*, 2010)

b. Características químicas

1) pH.

El pH indica el grado de acidez de la solución del suelo, pero no la acidez total del suelo. El pH debido a la influencia que tiene sobre el desarrollo de las plantas y la fauna del suelo, incide además en la velocidad y calidad de los procesos de humificación y mineralización, así como en el estado de determinados nutrientes. (Pereira, *et al.*, 2011)

El pH del suelo regula la reacción y una multiplicidad de enzimas en microorganismos. (Yiqi, *et al.*, 2010)

En los suelos el pH es una propiedad química de mucha importancia porque indica que tan ácida o alcalina se encuentra en el suelo, que es de donde las raíces y los microorganismos del suelo toman sus nutrientes. (Osorio, 2012)

2) Conductividad eléctrica

Acuña, D. (2010) menciona que los valores de conductividad eléctrica se relacionan con la cantidad de sales disueltas en el suelo. Los suelos son considerados como no salinos os al tener valores menores a 0.2 mhos, no se le atribuye a este factor un indicador o causa de degradación.

Intagri, (2017) menciona que la conductividad eléctrica determina la calidad y fertilidad de un suelo agrícola. Estas sales reducen el potencial osmótico de la solución del suelo,

reduciendo al mismo tiempo la disponibilidad de agua para las plantas, a pesar de que el suelo muestre niveles razonables de humedad. Los problemas de salinidad son más acentuados en regiones áridas y semiáridas. La manera en la que se mide dicha salinidad en los suelos es mediante la conductividad eléctrica (CE).

3) Disponibilidad de los nutrientes

En suelos de pH bajo (<5.5) la presencia de iones de Al restringe la solubilidad-disponibilidad de fosfato, sulfato y molibdato. Igualmente, se restringe la nitrificación y la descomposición de la materia orgánica del suelo. El efecto será más severo si el pH es aún más bajo. (Osorio, 2012)

La presencia de iones de aluminio (Al^{3+} , $Al(OH_2^+)$), hidrogeno (H^+) e hidroxilo (OH^-) son determinantes en la solubilidad de los nutrimentos en el suelo como son fosfatos, sulfatos, molibdatos, hierro, manganeso, cobre o zinc. Sin embargo, también pueden ser indicadores de la escasez de las formas disponibles de calcio, magnesio, potasio o sodio en el mismo suelo. (Intagri, 2018)

Un suelo arenoso, con baja capacidad de intercambio catiónico, tiene baja capacidad tampón de K. Es decir, es de baja capacidad para mantener la concentración de K en la solución del suelo cuando las plantas lo retiran durante la etapa de crecimiento o cuando se pierde por lixiviación. Por el contrario, un suelo con mayor capacidad de intercambio catiónico, puede aumentar la retención de K en la solución del suelo a través del desarrollo de un cultivo. (Ruiz, *et al.*, 2005)

4) Materia orgánica

La materia orgánica del suelo es la fracción que incluye residuos vegetales y animales en diferentes estados de descomposición. Los procesos que aumentan el contenido del COS son la producción de masa, la humificación, la agregación y la deposición de sedimentos, los que disminuyen el COS son la erosión, la lixiviación y la descomposición de materia orgánica. (Rosero, 2019)

La materia orgánica cumple un papel importante para el medio ambiente por su capacidad de limitar el daño físico, mejorar la disponibilidad de nutrientes y la actividad biológica. (FAO, 2003)

Se denomina indistintamente materia orgánica o humus a la parte orgánica que cumple un papel esencial en el suelo. No existe una definición de humus con la que todos los especialistas estén de acuerdo, pero en general, el término humus designa a las sustancias orgánicas variadas, de color pardo y negruzco, que resultan de la descomposición de materias orgánicas de origen exclusivamente vegetal. (Julca *et al.*, 2006)

D. MICROORGANISMOS DEL SUELO.

La diversidad microbiana que habita el suelo cumple funciones determinantes en la transformación de los componentes orgánicos e inorgánicos que se le incorporan. Esto permite comprender su importancia en la nutrición de las plantas al efectuar procesos de transformación hasta elementos que pueden ser asimilados por sus raíces. La humificación de la materia orgánica es un proceso realizado por los microorganismos del suelo. (Ecured, 2017)

1. Clasificación de microorganismos del suelo según su tamaño.

a. Macrofauna

La macrofauna edáfica está constituida por organismos invertebrados que presentan un ancho del cuerpo mayor a 2 mm, que se destacan principalmente porque de forma directa o indirecta afectan las propiedades del suelo, contribuyendo de esta manera a los procesos de mejoramiento de estructura. (Stella, 2010)

b. Mesofauna.

Estos organismos del suelo intervienen en los procesos de descomposición de la materia orgánica, de aceleración y reciclaje de los nutrientes y, en particular, en el de mineralización del fósforo y el nitrógeno. (Socarrás, 2013)

c. Microfauna.

La microfauna edáfica está constituida por animales acuáticos que se encuentran entre las partículas del suelo, miden menos de 0.2 mm y se incluyen, fundamentalmente, protozoarios, rotíferos y nemátodos. El segundo grupo lo componen organismos cuyo tamaño oscila entre los 0.2 y 2 mm y forman parte de él los microartrópodos (ácaros, colémbolos, proturos, dipluros y sínfilos) y los enquitreídos. (Crespo, 2001)

2. Diversidad microbiana presente en los suelos.

La diversidad microbiana del suelo es importante para la salud de los ecosistemas. Los procesos agrícolas, así como el manejo de los recursos vegetales inciden sobre este componente afectando tanto a su biodiversidad como a la densidad de las poblaciones microbianas implicadas; los resultados a mediano y largo plazo pueden ser la pérdida de fertilidad de los suelos y su progresivo empobrecimiento. (Calvo *et al*, 2008)

Calvo *et al.*, (2008) menciona que existen varios factores abióticos que influyen la vida de los microorganismos en el suelo. Uno de los factores más importantes es el pH. Una modificación de éste puede activar o casi inactivar las enzimas de los microorganismos lo cual impide sus funciones o la misma sobrevivencia de los mismos.

Cuando los diversos organismos del suelo interactúan, con las plantas, animales y entre sí mismos, forman una compleja red de actividad ecológica denominada red alimentaria del suelo. La resiliencia de la red alimentaria está inexorablemente ligada a la biodiversidad del suelo. (FAO, 2015)

La diversidad microbiana en un sentido amplio se puede definir como la variedad de microorganismos que hay en la naturaleza y sus adaptaciones. (Capello, *et al.*, 2000)

a. Bacterias

En la microflora del suelo está constituida por distintos géneros bacterianos. Estos se encuentran preferentemente interactuando con las raíces de las plantas. Dicha acción puede ser benéfica, perjudicial o neutral desde el punto de vista del desarrollo y crecimiento vegetal. (Schoebitz, 2006)

Cada bacteria en particular puede afectar al crecimiento de las plantas, utilizando uno o varios mecanismos. Sin embargo, es difícil delimitar el mecanismo de acción utilizado debido, por una parte, a que pueden utilizar varios y por otra, a que son necesarios estudios del estado nutricional de las plantas y del suelo en presencia y ausencia de nutrientes, análisis de la morfología aérea y radical, así como ensayos del efecto de la inoculación en condiciones estériles y no estériles. (Sarabia *et al.*, 2010)

b. Actinobacterias

Los actinomicetos se encuentran ampliamente distribuidos en ecosistemas naturales y tienen gran importancia en la participación de la degradación de materia orgánica, además de ciertas propiedades fisiológicas que los hacen particulares. En un principio los actinomicetos se incluyeron entre los hongos porque su morfología y desarrollo presentaban gran similitud, dotados de un micelio verdadero; debido a esto se les denominó “hongos radiados”. Sin embargo, hoy en día, y dado su carácter procariótico, se sustenta muy bien su clasificación como bacterias. (Franco, 2009)

Los actinomicetos son cosmopolitas, están distribuidos en los ecosistemas naturales en todo el mundo y juegan un papel importante en el reciclaje de la materia orgánica. Así como su forma y ornamentación de las esporas es diversa, como la manera en que se agrupan, siendo este criterio empleado para subdividir e identificar algunos grupos de actinomicetos. (Quiñones, *et al.*, 2016)

c. Hongos

Los hongos juegan un papel muy importante en la retención e inmovilización de nutrientes en el suelo volviéndolos disponibles para las plantas. Los ácidos orgánicos producidos como productos ayudan a crear materia orgánica resistente a la degradación. Los hongos están presentes donde se encuentre materia rica en carbono, materia orgánica leñosa donde se esté pudriendo, árboles en un bosque, hojarasca en la superficie del ecosistema, suelos o raíces de plantas. (Jenkins, 2005)

Los hongos generalmente dominan la biomasa microbiana y la actividad, es decir, la respiración en horizontes orgánicos del suelo, particularmente en bosques. (Joergensen *et al*, 2008)

Los hongos del suelo desempeñan funciones muy importantes en los ecosistemas y estas poblaciones están muy relacionadas con el tipo de suelo, características climáticas, otros microorganismos y comunidades de plantas. Las actividades del hombre, principalmente la agricultura altera su hábitat y por lo tanto afecta la diversidad de hongos y a sus funciones. (Pacasa, 2017)

3. Métodos de aislamiento e identificación de la diversidad microbiana del suelo.

El aislamiento en medio sólido consiste en separar e inmovilizar individuos en un medio con agar. De esta manera cada célula al multiplicarse formará una colonia visible macroscópicamente. La técnica más común de aislamiento es la de “estrías en superficie o método de aislamiento por agotamiento” y consiste en diluir progresivamente una alícuota de un cultivo (inóculo) mediante el trazado de líneas sobre la superficie del agar (estrías). Se inocula la muestra sobre un extremo de la placa con un asa y se extiende formando estrías sobre la superficie en varios sentidos. (Universidad Nacional de Córdoba, 2015)

El aislamiento de microorganismos por agotamiento está basado en arrastrar, mediante un asa de siembra, un número cada vez más pequeño de individuos. Es un método rápido y simple de agotamiento progresivo y continuo del inóculo sobre un medio sólido contenido en una placa de Petri. El objetivo es obtener, a partir de un elevado número de bacterias, un número reducido de ellas distribuidas individualmente sobre la superficie de la placa. Al incubar la placa, y dejar crecer las bacterias distribuidas sobre ella, cada una de las bacterias originará una colonia. (Universitat de les Illes Balears, 2010)

a. Recuento en medio sólido

Consiste en contar las colonias que se desarrollan sobre o dentro del agar asumiendo que cada célula origina una sola colonia. Como no siempre una colonia se forma a partir de una sola célula, los resultados se expresan en unidades formadoras de colonias (UFC). A pesar de esta limitación es un método ampliamente utilizado debido a su practicidad. Antes de realizar la siembra de una muestra mediante este método, usualmente se realizan diluciones seriadas. El resultado se expresa en UFC/mL o UFC/g.

$$\text{UFC/mL o UFC/g} = \text{colonias contadas} \times (1/\text{factor de dilución}) \times (1/\text{volumen de inóculo}).$$

(Universidad Nacional de Córdoba, 2015)

b. Métodos de coloración

Las coloraciones o tinciones son técnicas que permiten observar microorganismos en función de la afinidad de diversas estructuras celulares con determinadas sustancias colorantes. Los colorantes son compuestos orgánicos que tienen las siguientes funciones:

- 1) Permiten hacer visibles los objetos microscópicos y transparentes
- 2) Revelan su forma y tamaño
- 3) Producen reacciones químicas específicas

(Universidad Nacional de Córdoba, 2015)

c. Tinción de Gram

Es definida como una tinción diferencial, ya que utiliza dos colorantes y clasifica a los microorganismos en dos grandes grupos: bacterias Gram negativas y Gram positivas. Fue desarrollada por el científico danés Hans Christian Gram en 1884, a quien debe su nombre. Los fundamentos de la tinción de Gram están basados en las características de la pared celular de las bacterias Gram positivas y Gram negativas, la cual le confiere propiedades determinantes a cada microorganismo y determina sus características tintoriales. (Universidad Nacional de Córdoba, 2015)

Según Sanz, (2011) es una de las tinciones diferenciales de más uso en bacteriología. Como es sabido, el distinto efecto de la combinación de colorantes, disolventes sobre los distintos microorganismos está relacionado con la composición química de su pared celular.

d. Método de número más probable

El método de número más probable (NMP) es una estrategia eficiente de estimación de las densidades poblacionales especialmente cuando una evaluación cuantitativa de células individuales no es factible. La técnica se basa en la determinación de la presencia o ausencia (tubos positivos o negativos) en réplicas de diluciones consecutivas de atributos particulares de los microorganismos presentes en muestras de suelo u otros ambientes. (Universidad Nacional de Córdoba, 2015)

e. Método de placa vertida

Sobre una placa estéril sin medio de cultivo se agrega cierto volumen del inóculo (0.1-1.0 ml) al que se añade el medio de cultivo con una temperatura de 45 o 50 °C, luego se agita suavemente la placa para mezclar, después que el agar se solidifica y se incuba las colonias crecerán y en la superficie del agar. (Lidueñas et al., 2016)

f. Cámara de recuento

Estas cámaras son unos portas especiales que tiene grabada una superficie cuadrículada exactamente medida. Sobre ella se pone la suspensión de la muestra de la que se quiere determinar el número de microorganismos y, al ser cubierta por un cubreobjetos, se delimita un volumen exacto sobre cada cuadro. Este volumen, así como la superficie del cuadrado más pequeño viene indicado en el mismo porta. (Sanz, 2011)

4. Métodos de dilución

Este método consiste en realizar diluciones sucesivas de la muestra en condiciones de esterilidad con objeto de sembrar después cantidades conocidas de las mismas en una serie paralela de placas Petri. Evidentemente, alguna de las diluciones será tal que, al distribuir una parte de ella en la placa, originará colonias separadas. Conocidos el número de colonias, la cantidad sembrada y la dilución correspondiente, esta técnica permite también evaluar el número de microorganismos viables en la muestra original. (Sanz, 2011)

Cuando una muestra contenga muchos microorganismos que superen las 300 UFC se recomienda realizar diluciones seriadas que faciliten el conteo y permita obtener resultados confiables; luego de las diluciones se siembran las placas y se procede a hacer el conteo del número de colonias que debe ser multiplicado por el factor de dilución para obtener las UFC por mililitro de muestra original. (Lidueñas *et al.*, 2016)

5. ADN total

El aislamiento de ácidos nucleicos, constituye el primer paso en los análisis metagenómicos. A pesar de que no existe un protocolo general de extracción y purificación aplicable a todas las muestras, se han reportado diversos métodos de extracción de ADN total para la construcción de bancos metagenómicos. Para muestras con alto contenido de materia orgánica, como las de suelo, los protocolos reportados han sufrido modificaciones que consisten en hacer lavados con soluciones amortiguadoras para eliminar sustancias contaminantes. (Máximo *et al.*, 2010)

La extracción de ADN de los microorganismos presentes en el suelo depende del contenido celular, las características físico-químicas: pH, contenidos de materia orgánica, contenido de arcilla, además agua, calcio entre otros, son factores importantes que influyen para obtener un protocolo de purificación y extracción eficaz. Los protocolos de extracción de material genético a partir de muestras de suelo pueden ser clasificados en dos grupos: 1) Separación de los microorganismos de la matriz antes de la extracción de ADN mediante lisis física o química y, 2) Extracción directa del ADN microbiano a partir de muestras de suelo. (Figuroa *et al.*, 2017)

VI. MATERIALES Y METODOS

A. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR

1. Localización de la zona de estudio

a. Localización en campo

El muestreo de los suelos se ubicó en la parroquia de San Juan del cantón Riobamba, provincia de Chimborazo.

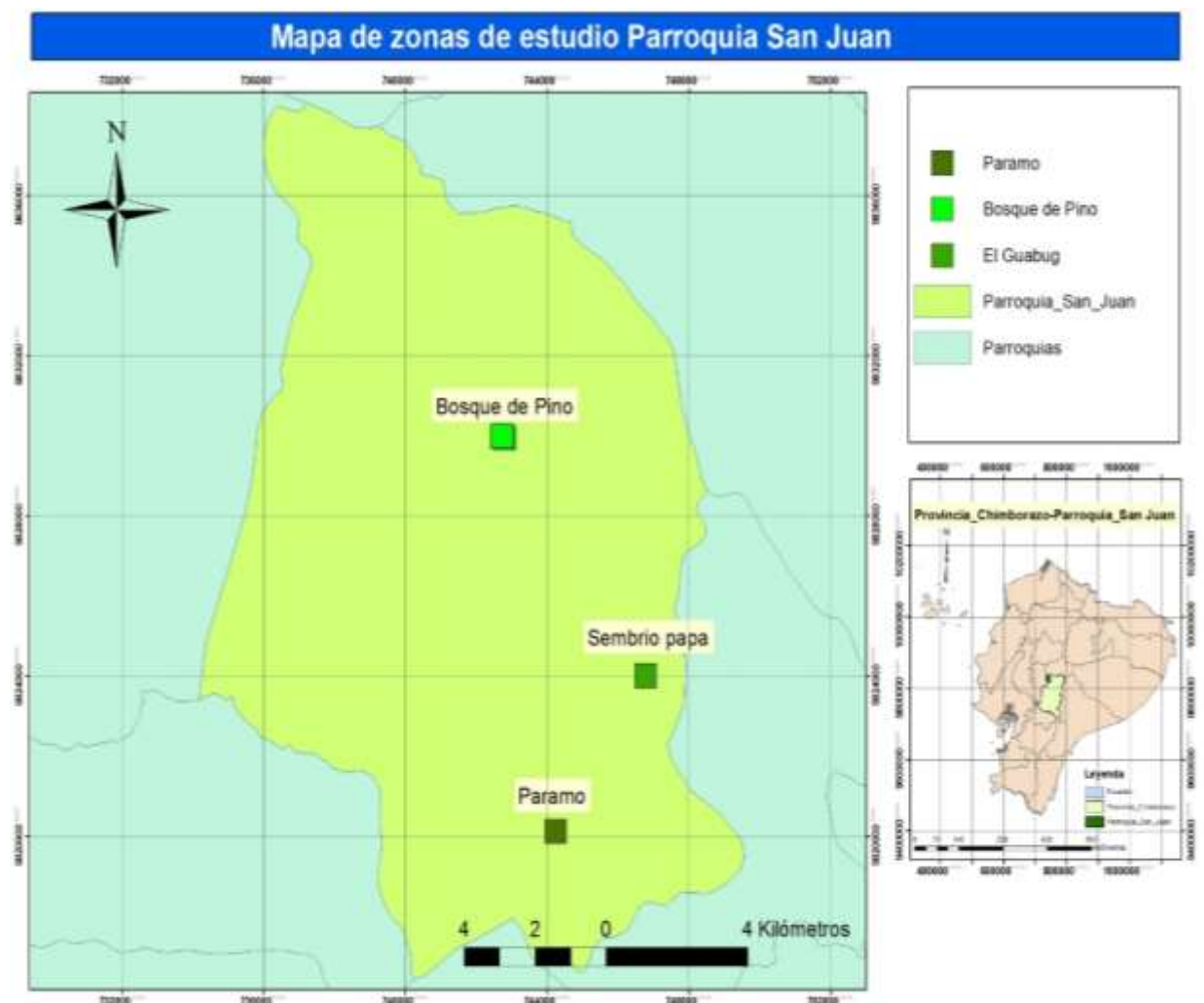


Gráfico 1. Mapa de ubicación de las zonas de estudio.

Fuente: (Vega, A. 2019)

2. Ubicación geográfica de la MCRCH

- **Límite norte.**

Latitud 983700 UTM

Longitud 736500 UTM

- **Limite occidental**

Latitud 982599 UTM

Longitud 749000 UTM

- **Altura**

Zona media: 3 600 a 3 800 msnm

Zona occidental: 3 260 a 3 600 msnm

(Red Consultora Socio Ambiental Tzedaka CIA. LTDA, 2012)

3. Condiciones climáticas

La microcuenca del río Chimborazo presenta una temperatura promedio de 11°C, una precipitación de 637,35 mm y una evapotranspiración de 450,57 mm (Red Consultora Socio Ambiental Tzedaka CIA. LTDA, 2012)

4. Clasificación ecológica

Según el Ministerio del Ambiente (2016) las comunidades se clasifican en Páramo de Pajonal Almohadillas, Bosque de pino.

5. Ubicación geográfica de las zonas de muestreo

- **Ubicación geográfica del ecosistema pajonal**

17 M 0763129

UTM 9759719

Alt. 4149 msnm

- **Ubicación geográfica del ecosistema cultivo de papa.**

17 M 0746789

UTM 9824015

Alt. 3373 msnm

- **Ubicación geográfica del ecosistema bosque de pino.**

17 M 0742748

UTM 9829999

Alt. 3865 msnm

b. Localización del laboratorio

La investigación se realizó en el Laboratorio de Biología, Facultad de Recursos Naturales de la ESPOCH, ubicado en la parroquia Lizarzaburu, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo.

1. Ubicación geográfica

Latitud: 1°39'05.10'S

Longitud: 78°40'59,86'O

Altitud: 2820 msnm (Google Maps, 2019)

2. MATERIALES Y EQUIPOS

1. Materiales de laboratorio

- Autoclave
- Estufa
- Micropipetas
- Blancos de dilución
- pH-metro
- Incubadora
- Parafilm
- Cajas Petri
- Cilindro de gas
- Pastillas de (Cloranfenicol;acromaxfenicol)

- Alcohol industrial 96^o
- Mascarillas
- Guantes
- Cofias
- Agua destilada
- Papel aluminio

2. **Materiales de campo**

- Hielera con hielo
- Fundas ciploc
- Pala pequeña
- Dispensador de alcohol
- Alcohol antiséptico
- Toallas de papel lavable
- Fundas de basura
- Fundas de halar
- Termómetro
- Agua
- Marcador rojo doble punta
- GPS

3. **METODOLOGÍA**

1. **Fase campo**

a. **Áreas de estudio.**

Para la selección del área de estudio se tomó en cuenta tres tipos de ecosistemas que fueron representativos en la Microcuenca del Río Chimborazo, los cuales son: cultivo de papa, plantación de pino y pajonal, estos fueron georeferenciados independientemente y posteriormente se tomaron muestras de suelo de cada ecosistema planteado.

b. **Recolección de las especies florísticas.**

Se colectó todas las especies florísticas e identificaron las más representativas que conformaban los ecosistemas de pajonal, cultivo de papa y plantación de pino, teniendo en cuenta que estas contengan todos sus órganos completos para su reconocimiento en el herbario de la ESPOCH.

c. **Recolección de muestras de suelo.**

Las muestras de suelo se obtuvieron de la rizosfera a 20cm de profundidad de cada uno de los tres ecosistemas, es decir del cultivo de papa, de pino y de pajonal, donde se realizó un muestreo en forma de zigzag. En cada ecosistema se tomó una muestra compuesta teniendo cuidado de no extraer rastrojo.

Se realizaron los análisis físico-químico y microbiológico.

2. **Fase Laboratorio**

a. **Análisis físicos químicos de las muestras de suelo**

La metodología utilizada para realizar los análisis físico-químicos correspondió a la utilizada por la red de laboratorios del Ecuador.

1) **pH**

Se determinó el pH de las muestras de suelo en condiciones de laboratorio a través del método del electrodo, donde el suelo proveniente de los tres ecosistemas estudiados, se coloca sobre una hoja de papel para que se seque y posteriormente se tamizó. Se pesaron 20 gramos de suelo tamizado en un vaso de precipitación., después se añadió 50 mililitros de agua destilada, se mezcló la preparación por cinco minutos con la ayuda de una cuchara, luego se lo dejó reposar por media hora. Finalmente se procedió a tomar la lectura que se mostró en el pHmetro, para determinar el nivel de pH que posee cada suelo (cuadro 3).

Cuadro 3. Niveles de pH en el suelo.

Niveles de pH en el suelo	
Muy Acido	< 5.1
Moderadamente Acido	5.2 - 6.0
Ligeramente Acido	6.1 - 6.5
Neutro	6.6 - 7.3
Moderadamente Alcalino	7.4 - 8.4
Muy Alcalino	> 8.4

Fuente: (Agrolab, 2005)

2) Porcentaje de Materia Orgánica

Se determinó el contenido de materia orgánica (MO) en condiciones de laboratorio y se lo expresó en porcentaje. Se aplicó el método de ignición donde se tomó el peso de una cápsula de porcelana, posteriormente se pesó 5 gramos de suelo tamizado y se colocó en dicha cápsula de porcelana, una vez pesado se procedió a colocar la cápsula en la estufa a 105° por 24 horas, transcurrido el tiempo requerido se dejó enfriar y se procedió a pesar y registrar el peso del suelo seco, posteriormente se colocó el suelo seco en la mufla a 400° por cinco minutos, transcurrido el tiempo requerido se dejó enfriar y se procedió a pesar y registrar el peso del suelo seco. Obtenidos los datos necesarios se calculó el porcentaje de materia orgánica mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

$$\% \text{ MO} = \frac{\text{Peso neto de la muestra} - \text{Peso neto después de la estufa}}{\text{Peso neto después de la mufla}} \times 100$$

3) Conductividad eléctrica

Se utilizó el método de pasta saturada donde; en un vaso de precipitación se colocó suelo tamizado y se colocó agua destilada hasta obtener una pasta, se mezcló dicha pasta por el lapso de 15 minutos. Se dejó reposar la mezcla por 30 min y luego se procedió a tomar y registrar la lectura con ayuda de un conductímetro. Se puede apreciar los rangos de porcentaje de materia orgánica y los niveles de conductividad eléctrica presentes en el suelo con sus respectivas calificaciones (cuadro 4).

Cuadro 4. Rangos de porcentajes de materia orgánica y conductividad eléctrica.

Materia orgánica %	Rango	Conductividad eléctrica μS/cm	Reacción
< 0,9	Muy bajo	250	Excelente
1,0 – 1,9	Bajo	250-750	Buena
2,0 – 2,5	Normal	750-2000	Permisible
2,6 – 3,5 A	Alto	2000-3000	Uso dudoso
> 3,6	Muy alto	3000	Inapropiado

Fuente: (Agrolab, 2005)

4) Textura

La textura se determinó en el laboratorio por el método de Bouyoucos, donde se pesó 100 gramos de suelo tamizado, luego se introdujo el suelo a un frasco de boca ancha, se agregó 200 ml de agua destilada y 10 ml de agente dispersante (Solución de hexametáfosfato de sodio), se removió por el lapso de 15 minutos. Realizada la mezcla

se traspasó la misma hacia un Bouyoucus (capacidad 1000 ml), y se colocó agua destilada hasta completar los 800 ml, después se introdujo un hidrómetro en el Bouyoucus y se aforo con agua destilada hasta llegar a los 1000 ml. Se retiró el hidrómetro y con ayuda de una varilla de agitación se removió vigorosamente toda la mezcla durante un minuto.

Después de realizar todo el proceso se procedió a tomar y registrar la primera lectura, se sumergió el hidrómetro en el Bouyoucus y después de 40 segundos se registró la primera lectura, la segunda lectura se tomó y se registró después del transcurso de dos horas. Obtenidos los datos necesarios se realizó los cálculos de textura mediante la aplicación de las siguientes fórmulas:

$$\% \text{ de arena} = 100 \frac{\text{Primera lectura}}{\text{g de la muestra}} \times 100$$

$$\% \text{ de arcilla} = \frac{\text{segunda lectura}}{\text{g de la muestra}} \times 100$$

$$\% \text{ de limo} = 100 - (\% \text{ de arena} + \% \text{ de arcilla})$$

Luego de obtener el porcentaje de arena y arcilla se halló el resultado de tipo de suelo en el triángulo de texturas de suelos.

5) Potasio

Se determinó el contenido de K en laboratorio por el método Olsen modificado, utilizando el espectrofotómetro de absorción atómica (Baush-lomb) donde se utilizó el siguiente procedimiento: Para determinar la cantidad de potasio en el suelo se extrajo una solución para la cual se pesó 5 gramos de suelo tamizado y se colocó en un frasco de boca ancha, se añadió 25 ml de solución Olsen (bicarbonato de sodio) y se agitó durante 15 minutos, luego se filtró la solución en un frasco de boca pequeña. Se tomó 1 ml de alícuota (anteriormente preparada) con una pipeta y se colocó en un vaso de precipitación de 40 ml, se añadió 9 ml de agua destilada con una bureta, y 10 ml de óxido de lantano, finalmente se tomó la lectura con ayuda de un espectrofotómetro de absorción atómica a 770 de longitud de onda.

6) Fósforo

Se determinó el contenido de P en laboratorio por el método Olsen modificado, utilizando el espectrofotómetro de absorción atómica (Baush-lomb) donde se utilizó el siguiente procedimiento: Para determinar la cantidad de fósforo se tomó 0.5 ml de

alícuota con una pipeta y se colocó en un vaso de precipitación de 40 ml, se agregó 9.5 ml de agua destilada y 10 ml de reactivo “B” con una bureta, se dejó reposar por 20 minutos y se procedió a tomar la lectura en ayuda de un Colorímetro.

7) Nitrógeno

Se determinó el contenido de N en laboratorio por el método Olsen modificado, utilizando el espectrofotómetro de absorción atómica (Baush-lomb) donde se utiliza el siguiente procedimiento: Para determinad la cantidad del nitrógeno se tomó 1 ml de alícuota con una pipeta y se colocó en un vaso de precipitación de 40 ml, se agregó 9 ml de fenol y 10 ml de cloro con una bureta, se mantuvo en reposo por 20 minutos y se procedió a la lectura en el colorímetro.

Cuadro 5. Rango de nitrógeno, fósforo y potasio en ppm.

Rango/Elementos	Nitrógeno ppm N	Fósforo ppm P	Potasio ppm K
Bajo	< 20	< 21	< 60
Medio	20-41	10-20	61-120
Alto	41-75	21-40	121-180
Muy alto	> 75	> 40	>180

Fuente: (Agrolab, 2005)

b. Diversidad microbiana

1. Método de dilución

Para determinar la presencia microbiana se utilizó el método de dilución, para ello se pesaron 10 gramos suelo de cada uno de los tres ecosistemas estudiados, posteriormente se colocaron en un frasco de boca ancha y se añadió 90 ml de agua destilada previamente esterilizada, la suspensión de suelo preparada se agitó por 20 minutos.

Una vez transcurrido el tiempo necesario se prepararon las diluciones hasta llegar $1/10^4$. Cien microlitros de las diluciones $1/10^3$ y $1/10^4$ respectivamente fueron colocados y extendido con una aza en cajas petri con tres medios de cultivo, los cuales son Agar avena (cultivo donde crecen actinomicetos), Potato Dextrose Agar (Agar más cloranfenicol donde crecen hongos) y Agar nutritivo (donde crecen bacterias), con tres repeticiones para cada muestra, luego se colocaron en un contenedor a temperatura de 20°.

En primera instancia se realizó un reconocimiento de las colonias de los diferentes microorganismos desarrollados, mediante la observación directa de las características principales como son el color, olor, forma, presencia o ausencia de micelio, textura y rugosidad para poder identificarlas. Luego del reconocimiento se realizó un conteo en todas las repeticiones establecidas de las colonias de bacterias, hongos y actinomicetos con ayuda de un contador. Finalmente se determinó el número de unidades formadoras de colonias por gramo de suelo (ufc/g), mediante la utilización de la siguiente fórmula:

$$UFC/g \text{ Suelo} = \frac{N \times FD \times Vt}{Vi \times S}$$

N = Número de colonias

FD = Dilución en la cual se contó N (Ej: si N se contó en la dilución 1/1000 = 1×10^3)

Vt = Volumen de la dilución 1/10, en mililitros

Vi = Volumen inoculado en mililitros

S = Cantidad de suelo utilizado para preparar la dilución 1/10.

Para el estudio de presencia de colonias microbianas (método de dilución) se ordenaron los datos en una tabla Excel, y se aplicó la estadística de un diseño de un modelo con efectos fijos.

c. Método de secuenciación masiva de ADN

Para el método de secuencia masiva se toma una muestra de 200 mg de suelo de cada uno de los tres ecosistemas, luego se procede con la extracción de ADN utilizando el Kit de aislamiento SurePre Soil DNA. El ADN total se envió a MACROGEN, quien se encargó de la construcción de librerías con Herculase II Fusion DNA Polymerase, siguiendo el protocolo de Preparación de la biblioteca de secuenciación metagenómica 16S y la secuenciación masiva en la plataforma MiSeq de Illumina para la generación de lecturas pareadas de 301 pares de bases. Las secuencias obtenidas fueron analizadas por la empresa IDgen donde se limpiaron los amplicones con Trimmomatic.

Las secuencias pareadas se empalmaron con BBmerge y se agruparon con Vsearch y Swarm, eliminándose las secuencias quiméricas con Uchime. Empleando las bases de datos RefSeq 16S para bacterias y UNITE ITS para hongos con la herramienta BLAST+ se buscaron secuencias con similitud superior al 97%. Finalmente, se generaron las tablas de unidades taxonómicas operacionales (OTUs por sus siglas en inglés) y los gráficos de los perfiles taxonómicos utilizando Krona, cuyos resultados se presentaron en extensión de archivo HTML.

4. MANEJO DEL ENSAYO

Para realizar este proyecto de investigación en primera instancia se obtuvo los permisos pertinentes para ingresar a los ecosistemas de plantación de pino y pajonal, después nos contactamos con los dueños de los predios del cultivo de papa, esto se hizo con el fin de obtener la autorización para la implementar el ensayo y poder realizar las evaluaciones pertinentes y extraer muestras de suelo de los tres ecosistemas ubicados en la Microcuenca del Río Chimborazo.

5. EVALUACIÓN DE MICROORGANISMOS.

La siembra de los microorganismos se realizó el 28 de marzo del presente año, la frecuencia de las evaluaciones se hizo cada tres días con el fin de contabilizar todas las bacterias, actinomicetos y hongos desarrollados.

Tabla 1. Evaluación y descripción de los microorganismos desarrollados.

EVALUACIÓN	DESCRIPCIÓN
Conteo inicial de bacterias	4 días después de la siembra
Conteo final de bacterias	5 días después de la siembra
Conteo inicial de actinomicetos	4 días después de la siembra
Conteo final de actinomicetos	5 días después de la siembra
Conteo inicial de hongos	7 días después de la siembra
Conteo final de hongos	8 días después de la siembra



Fuente: (Vega, A. 2019)

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. CARACTERIZACIÓN FLORÍSTICA: PAJONAL, CULTIVO DE PAPA Y BOSQUE DE PINO, PRESENTES EN LA MICROCUENCA DEL RÍO CHIMBORAZO.

Se caracterizó los ecosistemas estudiados mediante el reconocimiento de las especies vegetales más representativas mencionadas en las siguientes fichas.

1. Ficha del ecosistema de pajonal

Nombre científico	Orden	Familia	Descripción botánica	Fotografía
<i>Baccharis genistelloides</i> (Lam)	Asterales	Asteracea	Tallos marcadamente aplanados, triangulares y con segmentos alados. No tienen hojas. Las inflorescencias son capítulos solitarios o en grupos, están ubicados a lo largo de los tallos, las brácteas con tonos rosados. Las flores son numerosas, tubulares y blancas.	
<i>Bidens andicola</i> (Kunth)	Asterales	Asteracea	Presenta tallos erectos; sus hojas son muy recortadas y crecen en la parte inferior del tallo; Las flores se agrupan en capítulos amarillos, que crecen solitarios en el ápice de los tallos; Los frutos son secos muy pequeños (aquenios).	

***Achyrocline
satureioides*
(Lam)**

Asterales

Asteracea

Con tallos más o menos erectos y con pubescencia color blanco; sus hojas son alternas, sésiles o angostas en corto, sus flores presentan capítulos numerosos, con dos tipos de flores, ovoideo - cilíndricos, agrupados en densos corimbos o cimas sus frutos son aquenios pequeños, poco comprimidos.



***Hypochaseris
sessiflora* (Kunth)**

Asterales

Asteracea

Las hojas están dispuestas en rosetas basales, son alargadas y estrechas; La inflorescencia está formada por cabezuelas solitarias; Las flores son numerosas, todas irregulares, tienen una lengüeta llamativa de color amarillo con 5 pequeños dientes en la punta; Los frutos tienen una corona de pelos plumosos, de color blanco o rojizo.



***Werneria
nubigena*
(Kunth)**

Asterales

Asteracea

Las hojas están dispuestas en una roseta en la base, son alargadas y estrechas. Las inflorescencias son cabezuelas solitarias a ras del suelo. Las flores son de dos tipos: las externas son irregulares y presentan una lengüeta, de color blanco, las internas son cortas, tubulares y con 5 dientes, de color amarillo. Los frutos tienen una corona de pelos blancas.



***Aetheolaena
lingulata***
(Schltdl)

Asterales

Asteracea

Es una especie tipo arbusto; hojas dentadas de color verde oscuro; el tallo y la raíz son pequeñas.



Gentiana sedifolia
(Kunth)

Gentianales

Gentilacea

Las hojas están dispuestas en una roseta en la base, muy divididas en finos lóbulos; los pecíolos son largos y rojizos, con pelos blancos. Las flores son solitarias y se encuentran en el centro de la roseta, tienen 5 pétalos de color lila muy pálido con los nervios morados.



***Hypericum
lancioides***
(Cuatrec)

Malpighiales

Hypericoacea

Especie tipo arbusto que presenta tallos erectos; Sus Hojas son opuestas; Inflorescencias en cimas terminales, laterales; 2–3 flores, cáliz con 5 sépalos libres; Fruto cápsula más corta que los sépalos, ovoide-elipsoide a cilindroelipsoide.



*Calamagrostis
intermedia*
(J. Presl) Steud.

Poales

Poaceae



Hiervas en macollas densas. Las hojas son lineares y miden hasta 80 cm de largo; los bordes están doblados y dan una apariencia cilíndrica a las hojas. Las inflorescencias son llamativas, miden hasta 90 cm de largo, son racimos compuestos con numerosas espiguillas amarillentas.



Fuente: (Vega, A. 2019)

Las especies vegetales representativas en el ecosistema de páramo fueron *Baccharis genistelloides* (Lam), *Bidens andicola* (Kunth), *Achyrocline satureioides* (Lam), *Hyppochaseris sessiflora* (Kunth), *Werneria nubigena* (Kunth), *Aetheolaena lingulata* (Schltdl), *Gentiana sedifolia* (Kunth), *Hypericum lancioides* (Cuatrec) y *Calamagrostis intermedia* (J. Presl) Steud. Existiendo más especies de importancia las cuales no se pudieron identificar debido a la falta de la presencia de todos sus órganos lo cual imposibilitó su identificación.

2. Ficha del ecosistema del cultivo de papa

Nombre científico	Orden	Familia	Descripción botánica	Fotografía
<i>Rumex acetocella</i> L.	Caryophyllales	Polygonaceae	Tiene tallos subterráneos (rizomas), el tallo erguido o tendido en el suelo y con las puntas ascendentes, verde o rojizo, hojas alternas, las flores están dispuestas en finas panículas ubicadas en las puntas de los tallos, presenta flores muy pequeñas.	
<i>Plantago lanceolata</i> L.	Lamiales	Plantaginaceae	Herbácea sin tallos ramificados y con tallos florales, Las hojas lanceoladas u ovadas, largas, algo dentadas y radicales están dispuestas en una roseta basal en la base del tallo, la inflorescencia terminal es una espiga densa con flores muy pequeñas de color blanca o purpurea.	

*Rumex
obtusifolius* L.

Caryophyllales Polygonaceae

Hojas ovado-oblongas, cordadas o subcordadas en la base, con el limbo menor o tan largo como el peciolo, es canaliculado en su parte más próxima a la hoja. Flores con 6 piezas sepaloideas; las internas son acrescentes en la fructificación y forman 3 valvas cordiformes, con dientes triangulares (de hasta 2 mm), irregulares y numerosos.



Fuente: (Vega, A. 2019)

G

Las especies vegetales representativas en el ecosistema cultivo de papa fueron *Rumex acetocella* L, *Plantago lanceolata* L y *Rumex obtusifolius* L. Algunas especies no se pudieron identificar debido a la falta de la presencia de todos sus órganos y las labores de deshierba que habían sido realizadas lo cual imposibilitó su identificación.

En el ecosistema de bosque de pino no se identificaron especies debido a su escasa presencia sobre este ecosistema y porque las especies encontradas no presentaban el desarrollo completo todos sus órganos lo que imposibilitó su identificación.

B. DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LOS SUELOS DE PAJONAL, CULTIVO DE PAPA Y BOSQUE DE PINO.

Se determinó las características físicas químicas de las muestras de suelo de los tres ecosistemas estudiados, los resultados e interpretaciones se lo detalla en los cuadros 6,7 y 8.

1. Análisis físico-químico de los tres ecosistemas estudiados.

a. Análisis físico - químico en suelos de pajonal

Las características del suelo de pajonal presentaron: textura arena franca, estructura suelta, ligeramente ácido con pH 6.04, porcentaje de materia orgánica bajo (2.41), conductividad eléctrica 80.6 $\mu\text{S}/\text{cm}$, nitrógeno bajo con 4.8 mg/L, fósforo alto (24.3 mg/L), potasio bajo de (0.28 Meq/100 g). (Cuadro 6)

Cuadro 6. Características físico químicas del suelo de pajonal.

pH	MO (%)	Conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	NH ₄ (mg/L)	P (mg/L)	K (Meq/100 g)	Textura	Estructura
6.04	2.41	80.6	4.8	24.3	0.28	Arena franca	Suelta.
Ligeramente ácido	Bajo	No salino	Bajo	Medio	Bajo		

Fuente: (Laboratorio de suelos, 2019).

b. Análisis físico-químico en suelos de cultivo de papa

Las características del suelo de papa presentaron: textura franco arenoso, estructura suelta, ligeramente ácido con pH 6.46, porcentaje de materia orgánica bajo (3.79), conductividad eléctrica 202.0 $\mu\text{S}/\text{cm}$, nitrógeno bajo con 7.5 mg/L, fósforo alto (30.4 mg/L), potasio bajo de (0.47 Meq/100 g). (Cuadro 7)

Cuadro 7. Características físico - químicas del suelo de cultivo de papa.

pH	MO (%)	Conductividad eléctrica (μS/cm)	NH₄ (mg/L)	P (mg/L)	K (Meq/100 g)	Textura	Estructura
6.46	3.79	202.0	7.5	30.4	0.47	Franco arenoso	Suelta.
Ligeramente ácido	Medio	No salino	Bajo	Alto	Bajo		

Fuente: (Laboratorio de suelos, 2019).

c. Análisis físico - químico del suelo del bosque de pino

Las características del suelo de pino presentaron: textura franco arenoso, estructura suelta, ligeramente ácido con pH 5.67, porcentaje de materia orgánica medio (3.76), conductividad eléctrica 151.3 μS/cm, nitrógeno bajo con 6.04 mg/L, fósforo alto (32.5 mg/L), potasio bajo de (0.32 Meq/100 g). (Cuadro 8)

Cuadro 8. Características físico - químicas del suelo de plantación de pino.

pH	MO (%)	Conductividad eléctrica (μS/cm)	NH₄ (mg/L)	P (mg/L)	K (Meq/100 g)	Textura	Estructura
5.67	3.76	151.3	6.04	32.5	0.32	Franco arenoso	Suelta.
Ligeramente ácido	Medio	No salino	Bajo	Alto	Bajo		

Fuente: (Laboratorio de suelos, 2019)

1. pH.

Algunas bacterias llevan a cabo reacciones en el suelo, como la descomposición de la materia orgánica (aporta nitrógeno y fósforo), y el proceso de nitrificación. Estos procesos se vuelven significativamente lentos en los suelos ácidos y por lo tanto limitan la disponibilidad de los nutrientes. (Smart Fertilizer Management, 2017)

Cada tipo de hongo puede tener diferentes reacciones en cada valor de pH, pero la información concerniente al pH óptimo necesario para el establecimiento de una simbiosis entre un hongo específico y las raíces de su hospedero es todavía limitada (Hung y Trappe, 1983), citado por (Vazquez, A. *et al.*, 2002). Se han registrado datos experimentales que indican un buen crecimiento a pH desde 3.2 hasta 6.5, el óptimo

oscila entre 4.5 y 5.5 para la mayoría de los aislamientos probados, en el suelo de bosque de pino de esta investigación se obtuvo un pH ligeramente ácido lo que nos indica, según lo mencionado anteriormente, que el desarrollo de los hongos es favorable en dichos suelos. También existen algunas especies con buen crecimiento a un pH de 6.8 y 8.3 (Vazquez, A. *et al.*, 2002).

2. Materia orgánica

El incremento en la actividad microbiana benéfica está relacionado con el incremento de materia orgánica (Sikora y Stott, 1996) citado por Felix, J. *et al.*, (2010). La materia orgánica es vital como fuente de alimento y refugio para los microorganismos benéficos relacionados con la supresión de enfermedades, estructura del suelo, mejoramiento de las propiedades del suelo y el buen estado del cultivo (Hoitink y Boehm, 1999; Chen *et al.*, 1988; Mandelbaum *et al.*, 1988) citado por Felix, J. *et al.*, (2010).

Los resultados en la investigación "*Propiedades microbiológicas de compostas maduras producidas a partir de diferente materia orgánica*" indican que las compostas varían en sus propiedades dependiendo de la naturaleza de la materia orgánica de la cual se originaron, la cuenta viable de microorganismos mostró que las compostas presentaron mayor abundancia de bacterias que de hongos, y que hubo mayor crecimiento a pH ácido que a neutro, además de su efecto como activadoras de la microflora del suelo. Esto nos indica que la abundancia de bacterias y hongos está conjuntamente relacionado a la riqueza del material orgánico, es decir a mayor cantidad de materia orgánica mayor cantidad de número de bacterias y hongos. Por lo cual en esta investigación el ecosistema cultivo de papa con un contenido de MO de 3,79% y bosque de pino con un contenido de MO de 3,76% presentan una mayor diversidad de microorganismos en relación al ecosistema pajonal con un contenido de MO de 2,41%.

En el suelo, el tamaño y número de la comunidad de actinomicetos depende de diversos factores, principalmente de las características físicas y químicas como pueden ser la textura, humedad, pH y contenido de materia orgánica. Cuando se aíslan actinomicetos del suelo mediante medios de cultivo sólidos, el género predominante suele ser *Streptomyces*, con el 70 al 90% de las colonias, seguido por *Nocardia* con 10 a 30%, y el tercero puede ser *Micromonospora* que constituye del 1 al 15% de actinomicetos (Quiñones, E. *et al.*, 2016), en el suelo de bosque de pino podemos apreciar que la cantidad de materia orgánica presente es media por lo que la cantidad de actinomicetos no es abundante.

3. Conductividad eléctrica

Se determinó que la conductividad eléctrica en los tres tipos de ecosistemas estudiados son suelos no salinos, en la investigación "*Bioingeniería y suelo: abundancia microbiológica, pH y conductividad eléctrica bajo tres estratos de erosión*", nos indica que valores entre (0-800 $\mu\text{S}/\text{cm}$) son aceptables para el crecimiento de los cultivos, los

resultados de esta investigación están dentro de los rangos establecidos como aceptables. Los indicadores químicos como es la conductividad eléctrica, hacen referencia a las condiciones que afectan la relación suelo-planta, la calidad, disponibilidad de agua, nutrimentos para las plantas y los microorganismos (Romero, M, *et al*, 2009), por lo antes mencionado las bacterias, hongos y actinomicetos se desarrollan de forma normal en cada uno de los tres ecosistemas estudiados.

Según Romero, Santamaría, & Zafra (2009) en su investigación los resultados sugirieron que la abundancia microbiológica tiende a ser mayor con la implementación de las obras de bioingeniería ó con la reducción del grado de erosión. Es decir, a medida que un suelo se recupera a través de la implementación de obras de bioingeniería su conductividad eléctrica tiende a disminuir. Esta tendencia probablemente está asociada con el aumento de la materia orgánica. La investigación anterior está relacionada con los tres ecosistemas de esta investigación donde los valores de Ce no se ven afectados de forma considerable por la presencia de metales, lo cual permite un crecimiento normal de los microorganismos.

4. Nitrógeno, fósforo y potasio

En la investigación “*Grupos funcionales microbianos en agroecosistemas dedicados al cultivo de la papa (Solanum tuberosum L.) en Bolivia*”, el nitrógeno presentó diferencias significativas, entre los sitios de pajonal andino, este resultado puede estar relacionado con los mayores contenidos de materia orgánica encontrados en este ecosistema, en este sentido se conoce que los compuestos orgánicos del suelo en los ecosistemas naturales son más estables que en los agroecosistemas. Los niveles de fósforo en el mismo ecosistema disminuyen, lo que puede traer como consecuencia un aumento de la microbiota fúngica, Wright y Reddy (2001) citado por (Medina, M., et al. 2011), destacan que la actividad microbiana heterotrófica se incrementaba en áreas con menores contenidos de este elemento lo cual coincide con los sitios de pajonal.

Según Calvo, P. *et al.*,(2008) en la investigación “Poblaciones microbianas de la rizosfera del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) en zonas altoandinas”, se reporta que las características fisicoquímicas de las dos regiones muestreadas indican que la región de Puno tuvo un pH de 6.25 +/- 0.13, % de M.O de 2.64, C.E dS/m 0.46, P (ppm) 20.20, K (ppm) 231.04 y una clase Textural Franco arenoso. Mientras que para la región de Huancavelica se reportan las características de pH de 5.8 +/- 0.28, % de M.O de 6.60, C.E dS/m 0.58, P (ppm) 8.40, K (ppm) 75.00 y clase Textural Franco arenoso. El estudio comparativo de las dos regiones, indica que la correspondiente a Puno muestra una mayor población de bacterias totales, lo que se puede deber entre otros factores al pH del suelo que es más alcalino, una altura menor y temperatura un poco mayor que la región de Huancavelica. Lo cual demuestra que el pH podría ser determinante en el desarrollo de las poblaciones microbianas sobre todo porque su diferencia con la región de Huancavelica es considerable. Mientras que en esta investigación las características

físico-químicas con valores similares son para el ecosistema cultivo de papa con un pH de 6,46, % de M.O de 3,79, C.E de 202 ($\mu S/cm$), P (ppm) 30,4, K (Meq/100g) 0,47 y clase textural Franco arenoso lo cual podría permitir un mejor desarrollo microbiano según lo mencionado.

C. CARACTERIZACIÓN LA DIVERSIDAD MICROBIANA ASOCIADA A LA RIZOSFERA DE PAJONAL, CULTIVO DE PAPA Y BOSQUE DE PINO.

1. Diversidad microbiana.

La diversidad microbiana se calculó mediante la utilización de la fórmula para determinar la Unidades formadoras de colonias (UFC) en una solución de 10^{-3} en cada uno de los tres ecosistemas estudiados (cuadro 9).

Cuadro 9. UFC en la dilución 10^{-3} de los ecosistemas pajonal, cultivo de papa y bosque de pino.

Ecosistemas	UFC/gr de suelo		
	\bar{X} Bacterias	\bar{X} Actinos	\bar{X} Hongos
PAJ01	$5,63 \times 10^{-5}$	$8,20 \times 10^{-5}$	$1,33 \times 10^{-4}$
PAP01	$3,33 \times 10^{-5}$	$1,33 \times 10^{-5}$	$2,33 \times 10^{-4}$
PIN01	$7,23 \times 10^{-5}$	$5,36 \times 10^{-5}$	$1,36 \times 10^{-5}$

Fuente: (Vega, A. 2019).

Se evaluaron tres ecosistemas donde se determinó que en el bosque de pino obtuvo la mayor cantidad de bacterias con $7,23 \times 10^{-5}$ (UFC/g), mientras que el menor fue para el cultivo de papa con $3,33 \times 10^{-5}$ (UFC/g). En el medio de cultivo Agar avena, se determinó que la mayor cantidad de actinomicetos fue para el ecosistema pajonal con $8,20 \times 10^{-5}$ (UFC/g), mientras que el menor fue el cultivo de papa con $1,33 \times 10^{-5}$ (UFC/g). En el medio de cultivo con Potato Dextrose Agar se obtuvo que el ecosistema con mayor cantidad de hongos fue el bosque de pino con $1,36 \times 10^{-5}$ (UFC/g), mientras que el pajonal con $1,33 \times 10^{-4}$ (UFC/g) tuvo menor cantidad.

Se realizó una segunda evaluación de la diversidad microbiana donde, se calculó mediante la utilización de la fórmula para determinar las Unidades formadoras de colonias (UFC) en una dilución de 10^{-4} en cada uno de los tres ecosistemas estudiados (cuadro 10).

Cuadro 10. UFC en la dilución 10^{-4} de los ecosistemas pajonal, cultivo de papa y bosque de pino.

Ecosistemas	UFC/gr de suelo		
	\bar{X} Bacterias	\bar{X} Actinos	\bar{X} Hongos
PAJ01	$2,00 \times 10^{-6}$	$1,90 \times 10^{-6}$	0
PAP01	$7,50 \times 10^{-6}$	$1,80 \times 10^{-6}$	0
PIN01	$7,33 \times 10^{-5}$	$1,73 \times 10^{-6}$	$2,00 \times 10^{-5}$

Fuente: (Vega, A. 2019).

De los tres ecosistemas evaluados se determinó en el cultivo de papa obtuvo la mayor cantidad de bacterias con $7,50 \times 10^6$ (UFC/g), mientras que el menor fue para el ecosistema páramo con $7,33 \times 10^5$ (UFC/g). En la solución Agar avena, se determinó que la mayor cantidad de actinomicetos fue para el ecosistema pajonal con $1,9 \times 10^6$ (UFC/g), seguido del cultivo de papa con $1,8 \times 10^6$ (UFC/g) que es similar y el que presentó menor cantidad fue el bosque de pino con $1,73 \times 10^6$ (UFC/g). En la solución Potato Dextrose Agarse obtuvo que solo existió desarrollo de hongos en el bosque de pino con $2,00 \times 10^5$ (UFC/g), mientras que en pajonal y cultivo de papa no existe el desarrollo de ningún hongo debido probablemente a la dilución utilizada.

Según Méndez, P. (2016), en la investigación “*Análisis de la microbiota de los suelos impactados y no impactados por minería metálica en República Dominicana*” donde el suelo no impactado obtuvo en UFC $1,650 \times 10^3$ en número para bacterias, mientras para actinomicetos obtuvo 580×10^3 UFC en número y para hongos obtuvo 7.1×10^3 UFC en número, por lo que los valores plenamente se encuentran por debajo de los obtenidos en la dilución 10^{-4} de la investigación (cuadro 9) con $7,5 \times 10^6$ (UFC/g) de bacterias para el ecosistema de papa, $1,9 \times 10^6$ (UFC/g) de actinomicetos para el ecosistema de pajonal y con $2,00 \times 10^5$ (UFC/g) de hongos en el ecosistema bosque de pino, mientras que en la dilución 10^{-3} (cuadro 10) el bosque de pino obtuvo el mayor promedio de bacterias con $7,23 \times 10^5$ (UFC/g), el mayor promedio de actinos fue para el ecosistema pajonal con $8,20 \times 10^5$ (UFC/g), el ecosistema con mayor promedio de hongos fue el bosque de pino con $1,36 \times 10^5$ (UFC/g).

Según Marín, S. (2015) en la investigación “*Comparación de un Andisol manejado convencional y orgánicamente mediante la respuesta de la papa en invernadero a prácticas de fertilización convencional, orgánica y de aplicación de solubilizadores de fosforo*”, en la cual se obtuvieron $9,5 \times 10^6$ UFC de bacterias, mientras para actinomicetos obtuvieron $4,7 \times 10^6$ UFC y mientras que para hongos se obtuvo $3,2 \times 10^5$ UFC encontrados en un suelo de producción convencional, donde en la investigación realizada se obtuvieron valores inferiores a los mencionados en las diluciones correspondientes; en la dilución 10^{-3} la cantidades más elevadas de UFC fue: en el bosque de pino para bacterias con $7,23 \times 10^5$ (UFC/g), actinomicetos en el ecosistema pajonal fue de $8,20 \times 10^5$ (UFC/g) y hongos en el bosque de pino con $1,36 \times 10^5$

(UFC/g). Mientras que la dilución 10^{-4} la cantidad más alta de UFC para bacterias es $7,5 \times 10^{-6}$ (UFC/g) en papa, $1,9 \times 10^{-6}$ (UFC/g) de actinomicetos en pajonal y $2,00 \times 10^{-5}$ (UFC/g) de hongos en el bosque de pino,

2. Perfiles taxonómicos de bacterias y hongos en los ecosistemas pajonal, cultivo de papa y bosque de pino.

a. Perfil taxonómico de bacterias encontradas en el ecosistema pajonal.

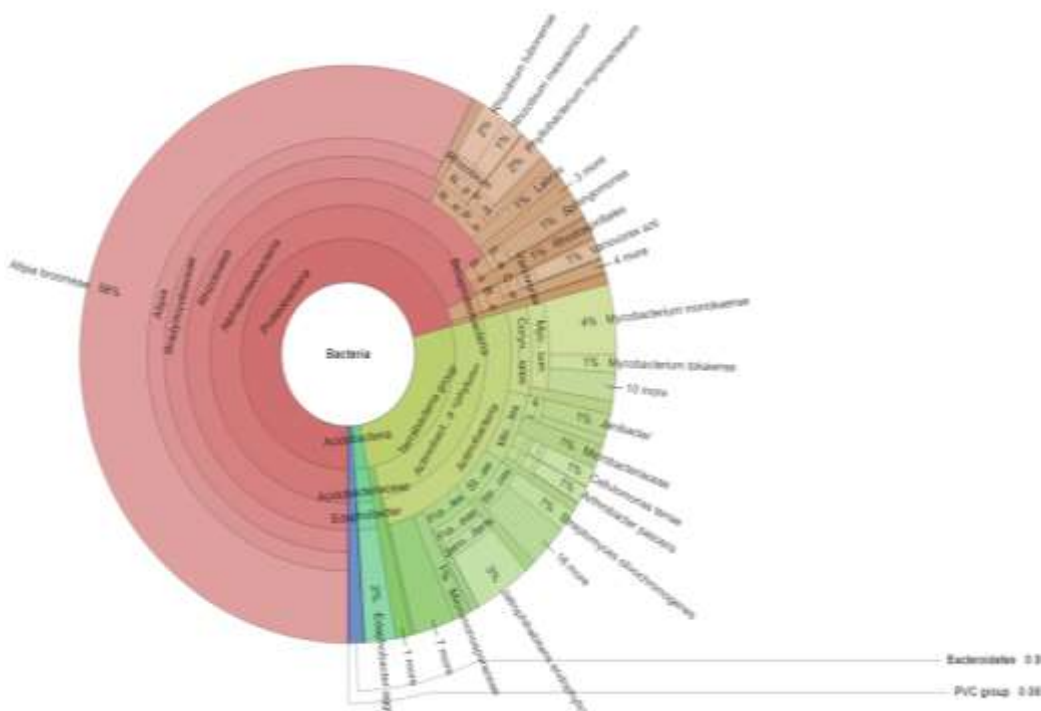


Gráfico 2. Perfil taxonómico de bacterias encontradas en el ecosistema pajonal.

Fuente: (Vega, A. 2019).

En el disco Krona, (gráfico 2) se describe que en el ecosistema pajonal se encontraron 6 phyla, 58 familias, 112 géneros y 212 especies de bacterias. Se determinó que 23 de ellos son bacterias benéficas en vegetales, 3 son patógenos en vegetales, 6 tienen usos clínicos, 10 generan enfermedades en humanos, 24 tienen usos ambientales, 2 tienen otros usos, y 144 no poseen uso definido.

b. Perfil taxonómico de hongos encontrados en el ecosistema pajonal



Gráfico 3. Perfil taxonómico de hongos encontrados en el ecosistema pajonal.

Fuente: (Vega, A. 2019).

En el disco Krona, (gráfico 3) se describe que en el ecosistema pajonal se encontraron 5 phyla, 35 familias, 41 géneros y 59 especies de hongos. Se determinó que 2 de ellos son hongos benéficos en vegetales, 5 son patógenos en vegetales, 3 tienen usos clínicos, 7 tienen usos ambientales, 4 tienen otros usos, y 39 no poseen uso definido.

c. Perfil taxonómico de bacterias encontradas en el ecosistema de cultivo de papa.



Gráfico 4. Perfil taxonómico de bacterias encontradas en el ecosistema de cultivo

Fuente: (Vega, A. 2019).

En el disco Krona, (gráfico 4) se describe que en el ecosistema de cultivo de papa se encontraron 7 phyla, 74 familias, 184 géneros y 460 especies de bacterias. Se pudo determinar que 33 de ellos son bacterias benéficas en vegetales, 10 son patógenos en vegetales, 6 tienen usos clínicos, 14 generan enfermedades en humanos, 53 tienen usos ambientales, 15 tienen otros usos, y 330 no poseen uso definido.

d. Perfil taxonómico de hongos encontrados en el ecosistema de cultivo de papa.



Gráfico 5. Perfil taxonómico de hongos encontrados en el ecosistema de cultivo de papa.

Fuente: (Vega, A. 2019).

En el disco Krona, (gráfico 5) se describe que en el ecosistema de cultivo de papa se encontraron 6 phyla, 61 familias, 79 géneros y 137 especies de hongos. Se determinó que 11 de ellos son hongos benéficos en vegetales, 14 son patógenos en vegetales, 1 tienen usos clínicos, 2 generan enfermedades en humanos, 11 tienen usos ambientales, 2 tienen otros usos, y 96 no poseen uso definido.

e. Perfil taxonómico de bacterias encontradas en el ecosistema de bosque de pino.



Gráfico 6. Perfil taxonómico de bacterias encontradas en el ecosistema de bosque de pino.

Fuente: (Vega, A. 2019).

En el disco Krona, (gráfico 6) se describe que en el ecosistema pajonal se encontraron 6 phyla, 62 familias, 140 géneros y 275 especies de bacterias. Se determinó que 17 de ellos son bacterias benéficas en vegetales, 5 son patógenos en vegetales, 5 tienen usos clínicos, 11 generan enfermedades en humanos, 28 tienen usos ambientales, 13 tienen otros usos, y 197 no poseen uso definido.

f. Perfil taxonómico de hongos encontrados en el ecosistema de bosque de pino.



Gráfico 7. Perfil taxonómico de hongos encontrados en el ecosistema de bosque de pino.

Fuente: (Vega, A. 2019).

En el disco Krona, (gráfico 7) se describe que en el ecosistema pajonal se encontraron 4 phyla, 48 familias, 60 géneros y 104 especies de hongos en su totalidad. Se determinó que 10 de ellos son hongos benéficos en vegetales, 7 son patógenos en vegetales, 1 tiene usos clínicos, 1 generan enfermedades en humanos, 8 tienen usos ambientales, 6 tienen otros usos, y 71 no poseen uso definido.

g. Cantidad de phyla, familias, géneros y especies encontradas en los ecosistemas estudiados.

En el cuadro 11 se detalla el número de phyla, familias, géneros y especies que se encontraron en su totalidad en los ecosistemas estudiados.

Cuadro 11. Phyla, familias, géneros y especies encontradas en los ecosistemas pajonal, cultivo de papa y bosque de pino.

Procedencia/organismos	Phylum	Familia	Género	Especie
Bacterias				
Pajonal	6	58	112	212
Cultivo de papa	7	74	184	460
Bosque de pino	6	62	140	275
Hongos				
Pajonal	5	35	41	59
Cultivo de papa	6	61	79	137
Bosque de pino	4	48	60	104

Fuente: (Vega, A. 2019).

En esta investigación se determinó que entre los tres ecosistemas estudiados la mayor cantidad de bacterias encontradas fue en el ecosistema de cultivo de papa con un total de 7 phyla, 74 familias, 184 géneros y 460 especies reconocidas, mientras que el ecosistema pajonal es el que menor número de bacterias obtuvo con un total de 6 phyla, 58 familias, 112 géneros y 212 especies.

Se afirma que la mayor cantidad de hongos encontrados están en el ecosistema de cultivo de papa con un total de 6 phyla, 61 familias, 79 géneros y 137 especies, mientras que el ecosistema que obtuvo menor número de hongos fue el pajonal con 5 phyla, 35 familias, 41 géneros y 59 especies.

Se determinó un mayor número de especies de bacterias y hongos se encuentran presentes en el cultivo de papa, mientras que el menor número especies de bacterias y hongos se encuentran presentes en el ecosistema pajonal.

En la investigación realizada por Dolores, B. (2018) mediante el análisis de secuenciación masiva de ADN para bacterias reporta en el Bosque Palictahua 27 Phylum, 244 Familias, 719 géneros y 843 especies; en el Bosque Llucud 20 Phylum, 201 Familias, 649 géneros y 758 especies. Mientras que la secuenciación masiva de ADN para hongos reporta en el Bosque Palictahua; 5 Phylum, 58 familias, 60 géneros y 55 especies; en el Bosque Llucud 4 Phylum, 46 familias, 49 géneros y 38 especies. En esta investigación difiere los reportes en 6 Phylum, 62 familias, 40 géneros y 275 especies para bacterias mientras que para hongos se reportan 4 Phylum, 48 familias, 60 géneros y 134 especies. Resultados los cuáles difieren en gran medida debido a que este bosque de pino ha sido intervenido en comparación a los bosques de Palictahua y Llucud.

h. Representación gráfica de los phyla y especies de bacterias y hongos encontrados en los ecosistemas pajonal, cultivo de papa y bosque de pino.

1) Phyla y especies de bacterias en el ecosistema de páramo.

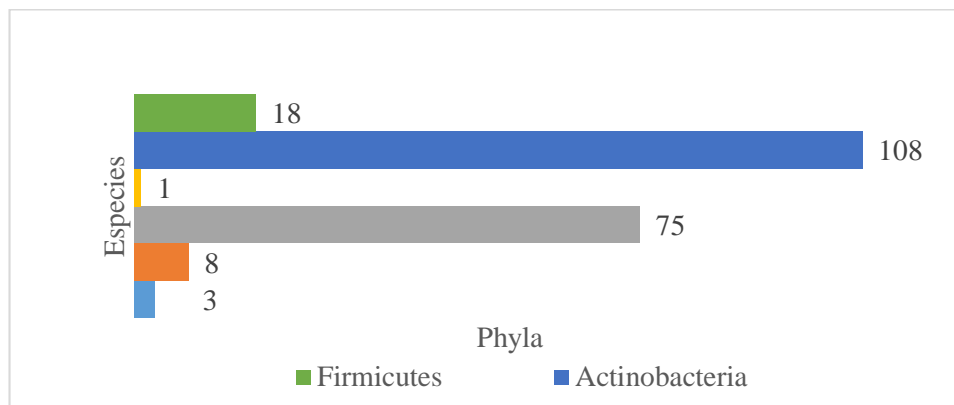


Gráfico 8. Phyla y especies de bacterias en el ecosistema de páramo.

Fuente: (Vega, A. 2019).

La representación gráfica indica que en el ecosistema de pajonal el phylum con mayor número de especies corresponde a Actinobacteria con 108 especies, mientras que el phylum con menor número de especies corresponde a Verrucomicrobia con 1 especie.

2) Phyla y especies de bacterias en el ecosistema de papa.

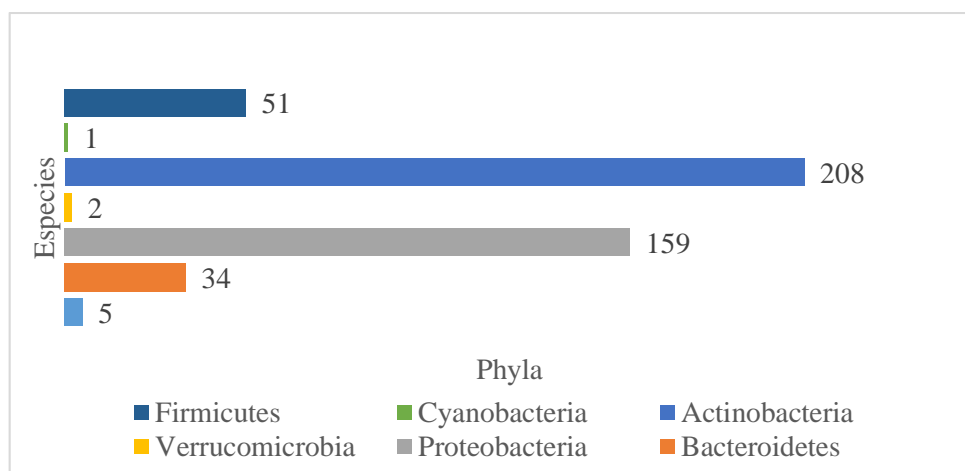


Gráfico 9. Phyla y especies de bacterias en el ecosistema de papa.

Fuente: (Vega, A. 2019)

La representación gráfica indica que en el ecosistema de papa el phylum con mayor número de especies corresponde a Actinobacteria con 208 especies, mientras que el phylum con menor número de especies corresponde a Cyanobacteria con 1 especie.

3) Phyla y especies de bacterias en el ecosistema de pino.

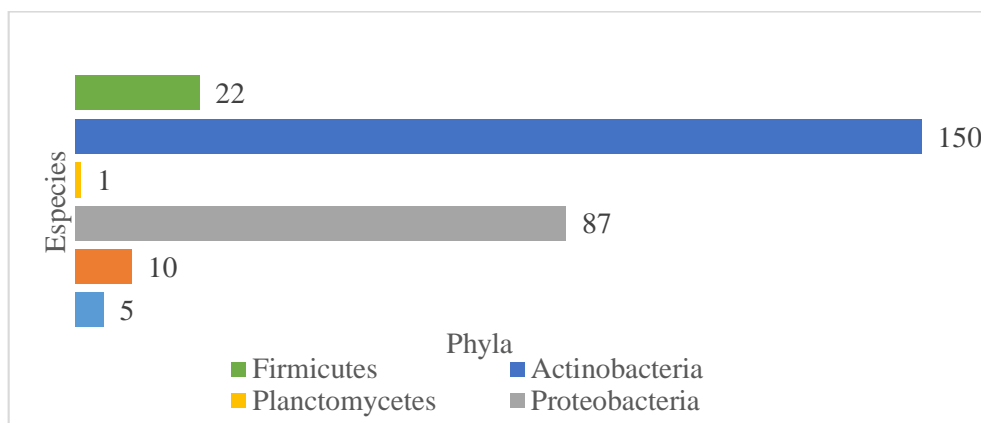


Gráfico 10. Phyla y especies de bacterias en el ecosistema de pino.

Fuente: (Vega, A. 2019).

La representación gráfica indica que en el ecosistema de pino el phylum con mayor número de especies corresponde a Actinobacteria con 150 especies, mientras que el phylum con menor número de especies corresponde a Planctomycetes con 1 especie.

Menciona Sánchez, D. (2017) que los suelos colectados en su proyecto realizaron extracciones de DNA de rizosfera y endosfera donde obtuvieron como resultados que los phyla bacterianos más abundantes fueron: Actinobacteria (34 %), Proteobacteria (20.93 %), Plactomycetes (11.53 %), Acidobacteria (10.74 %) y Chloroflexi (7.42 %). En la rizosfera de las plantas locales los phyla bacterianos más abundantes fueron: Actinobacteria (30.83 %), Proteobacteria (24.73 %), Plactomycetes (13.84 %), Acidobacteria (11.63 %) y Chloroflexi (8.80 %). El phylum Actinobacteria es de los más abundantes tanto en suelos, rizosferas y endosferas. Lo cual concuerda con esta investigación donde el phylum con mayor cantidad de especies bacterianas en este estudio es para Actinobacteria, dominando en los tres ecosistemas.

4) Phyla y especies de hongos en el ecosistema de pajonal.

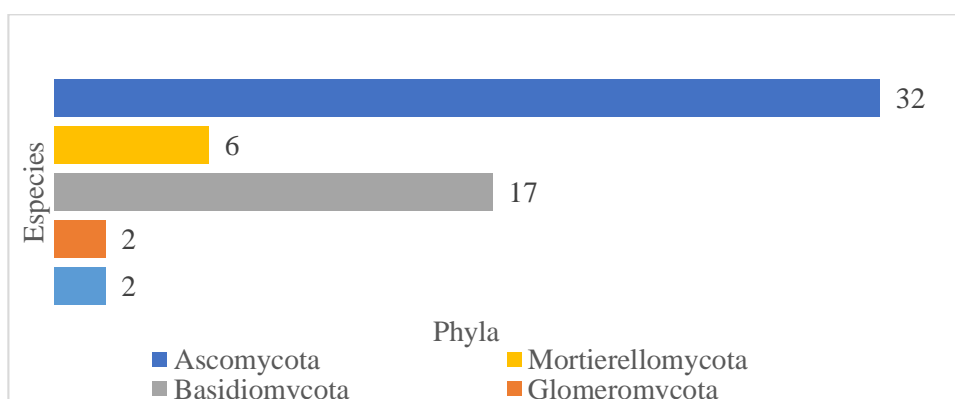


Gráfico 11. Phyla y especies de hongos en el ecosistema de pajonal.

Fuente: (Vega, A. 2019).

La representación gráfica nos indica que en el ecosistema de pajonal el phylum con mayor número de especies corresponde a Ascomycota con 32 especies, mientras que el phylum con menor número de especies corresponde a Glomeromycota y Mucoromycota con 2 especies para cada uno.

5) Phyla y especies de hongos en el ecosistema de papa.

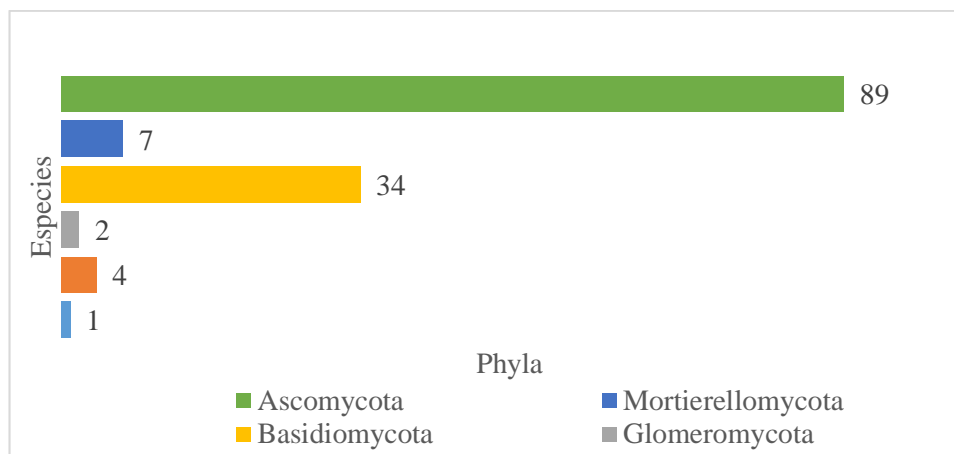


Gráfico 12. Phyla y especies de hongos en el ecosistema de papa.

Fuente: (Vega, A. 2019).

La representación gráfica nos muestra que en el ecosistema cultivo de papa el phylum con mayor número de especies corresponde a Ascomycota con 89 especies, mientras que el phylum con menor número de especies corresponde a Chytridiomycota con 1 especie.

6) Phyla y especies de hongos en el ecosistema de pino.

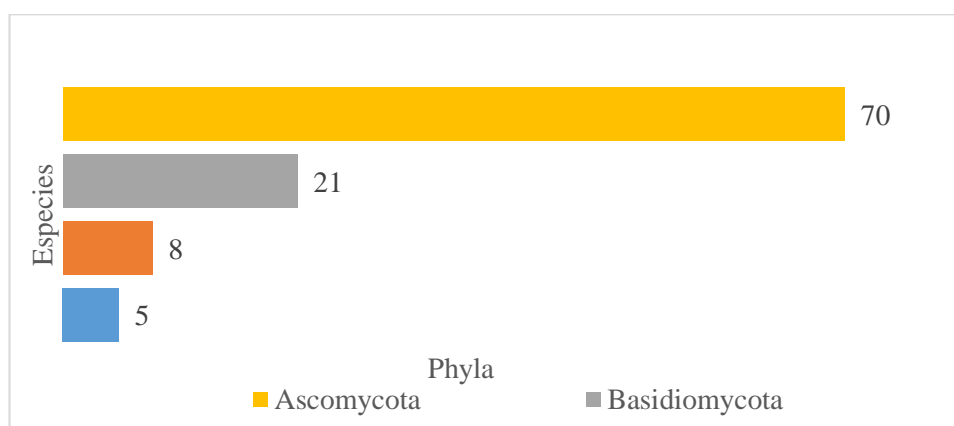


Gráfico 13. Phyla y especies de hongos en el ecosistema de pino.

Fuente: (Vega, A. 2019).

La representación gráfica nos muestra que en el ecosistema bosque de pino el phylum con mayor número de especies corresponde a Ascomycota con 70 especies, mientras

<i>Cellulomonas terrae</i>	-	-	-	-	-	-	X
<i>Chryseolinea serpens</i>	-	-	-	-	-	-	X
<i>Devosia insulae</i>	-	-	-	-	-	-	X
<i>Edaphobacter aggregans</i>	-	-	-	-	-	-	X
<i>Ferruginibacter profundus</i>	-	-	-	-	-	-	X
<i>Hyphomicrobium facile</i>	-	-	-	-	-	-	X
<i>Inquilingus ginsengisoli</i>	-	-	-	-	-	-	X
<i>Janibacter alkaliphilus</i>	-	-	-	-	-	-	X
<i>Janibacter melonis</i>	-	-	-	X	-	-	-
<i>Jatrophihabitans</i>	-	-	-	-	-	-	X
<i>endophyticus</i>							
<i>Kitasatospora paranensis</i>	-	-	-	-	-	-	X
<i>Kribbella swartbergensis</i>	-	-	-	-	-	-	X
<i>Labrys wisconsinensis</i>	X	-	-	-	-	-	-
<i>Lysinimonas kribbensis</i>	-	-	-	-	-	-	X
<i>Lysinimonas soli</i>	-	-	-	-	-	-	X
<i>Lysobacter ginsengisoli</i>	-	-	-	-	-	-	X
<i>Marmoricola aequoreus</i>	-	-	-	-	-	-	X
<i>Marmoricola aquaticus</i>	-	-	-	-	-	-	X
<i>Mesorhizobium metallidurans</i>	-	-	-	-	-	-	X
<i>Mesorhizobium qingshengii</i>	-	-	-	-	-	-	X
<i>Mesorhizobium sangaii</i>	-	-	-	-	-	-	X
<i>Modestobacter marinus</i>	-	-	-	-	-	-	X
<i>Modestobacter multiseptatus</i>	-	-	-	-	-	-	X
<i>Mycobacterium cosmeticum</i>	-	-	-	-	-	-	X
<i>Mycobacterium hodleri</i>	-	-	-	-	X	-	-
<i>Mycobacterium</i>	-	-	-	-	-	-	X
<i>madagascariense</i>							
<i>Mycobacterium moriokaense</i>	-	-	-	X	-	-	X
<i>Mycobacterium pallens</i>	-	-	-	-	X	-	-
<i>Mycobacterium rhodesiae</i>	-	-	-	X	-	-	X
<i>Mycobacterium tokaiense</i>	-	-	-	-	-	-	X
<i>Nakamurella flavida</i>	-	-	-	-	-	-	X
<i>Nocardia globerula</i>	-	-	-	-	-	-	X
<i>Nocardioides halotolerans</i>	-	-	-	-	-	-	X
<i>Nocardioides massiliensis</i>	-	-	-	-	-	-	X
<i>Oryzihumus terrae</i>	-	-	-	-	-	-	X
<i>Paenibacillus alginolyticus</i>	X	-	-	-	-	-	-
<i>Paenibacillus pectinilyticus</i>	-	-	-	-	-	-	X
<i>Panacibacter</i>	-	-	-	-	-	-	X
<i>ginsenosidivorans</i>							
<i>Paraburkholderia</i>	-	-	-	-	-	-	X
<i>xenovorans</i>							
<i>Phenyllobacterium mobile</i>	-	-	-	-	-	-	X

<i>Phyllobacterium</i>	-	-	-	-	-	-	X
<i>bourgognense</i>							
<i>Phyllobacterium</i>	-	-	-	-	-	-	X
<i>myrsinacearum</i>							
<i>Povalibacter uvarum</i>	-	-	-	-	-	X	-
<i>Pseudomonas corrugata</i>	-	X	-	-	-	-	-
<i>Pseudomonas migulae</i>	-	-	-	-	X	-	-
<i>Psychrobacillus</i>	-	-	-	-	-	-	X
<i>psychrodurans</i>							
<i>Reyranella soli</i>	-	-	-	-	-	-	X
<i>Rhizobium hainanense</i>	X	-	-	-	-	-	X
<i>Rhizobium mesosinicum</i>	-	-	-	-	-	-	X
<i>Rhizobium tubonense</i>	X	-	-	-	-	-	-
<i>Rhodococcus jostii</i>	-	-	-	-	X	-	-
<i>Solirubrobacter</i>	-	-	-	-	-	-	X
<i>ginsenosidimutans</i>							
<i>Solitalea koreensis</i>	-	-	-	-	-	-	X
<i>Sphaerisorangium melleum</i>	-	-	-	-	-	-	X
<i>Sphingomonas lutea</i>	-	-	-	-	-	-	X
<i>Sphingomonas mali</i>	-	-	-	-	-	-	X
<i>Sphingomonas</i>	-	-	-	-	-	-	X
<i>oligophenolica</i>							
<i>Sporosarcina contaminans</i>	-	-	-	-	-	-	X
<i>Stenotrophobacter terrae</i>	-	-	-	-	-	-	X
<i>Streptomyces atratus</i>	-	-	-	X	-	-	-
<i>Streptomyces aureus</i>	-	-	-	-	X	-	-
<i>Streptomyces ferralitis</i>	-	-	-	-	-	-	X
<i>Streptomyces scabrisporus</i>	-	-	X	-	-	-	-
<i>Streptomyces virginiae</i>	-	-	-	-	-	-	X
<i>Streptosporangium album</i>	-	-	-	-	-	-	X
<i>Tardiphaga robiniae</i>	-	-	-	-	-	-	X
<i>Terrabacter lapilli</i>	-	-	-	-	-	-	X
<i>Variovorax ginsengisoli</i>	-	-	-	-	-	-	X
<i>Variovorax soli</i>	-	-	-	-	-	-	X

Fuente: (Vega, A. 2019)

BV= Benéfico vegetal; PV= Patógeno vegetal; UC = Uso clínico; PH = Patógeno en humanos; UA= Usos ambientales; OU= Otros usos; SUD= Sin uso definido

(-) = ausencia (x) = presencia

Tabla 3. Usos potenciales de las bacterias B.V en común en los ecosistemas estudiados.

Nombre científico	Usos potenciales
<i>Angustibacter luteus</i>	Control Biológico
<i>Labrys wisconsinensis</i>	Control Biológico
<i>Bradyrhizobium japonicum</i>	Biofertilizantes
<i>Bradyrhizobium oligotrophicum</i>	Biofertilizantes
<i>Bradyrhizobium vignae</i>	Biofertilizantes
<i>Bradyrhizobium yuanmingense</i>	Biofertilizantes
<i>Bradyrhizobium canariense</i>	Biofertilizantes
<i>Paenibacillus alginolyticus</i>	Biofertilizantes
<i>Rhizobium hainanense</i>	Biofertilizantes
<i>Rhizobium tubonense</i>	Biofertilizantes

Fuente: (Vega, A. 2019).

Tabla 4. Hongos en común de los tres ecosistemas estudiados.

HONGOS COMUNES ENTRE LOS ECOSISTEMAS CULTIVO DE PAPA, PAJONAL Y PLANTACIÓN DE PINO							
NOMBRE CIENTÍFICO	B.V	P.V	U.C	P.H	U.A	O.U	S.U.D
<i>Acremonium polychromum</i>	-	-	-	-	-	-	X
<i>Apiotrichum dulcitum</i>	-	-	-	-	-	-	X
<i>Geomyces auratus</i>	-	-	-	-	-	-	X
<i>Gibberella tricineta</i>	-	X	-	-	-	-	-
<i>Ilyonectria mors-panacis</i>	-	X	-	-	-	-	-
<i>Mortierella alpina</i>	-	-	-	-	-	-	X
<i>Mortierella humilis</i>	-	-	-	-	X	-	-
<i>Mortierella nantahalensis</i>	-	-	-	-	-	-	X
<i>Mortierella sarnyensis</i>	-	-	-	-	-	-	X
<i>Mucor abundans</i>	-	-	-	-	-	-	X
<i>Oidiodendron cereale</i>	-	-	-	-	-	-	X
<i>Oidiodendron echinulatum</i>	-	-	-	-	-	-	X
<i>Oidiodendron griseum</i>	-	-	X	-	-	-	-
<i>Penicillium jensenii</i>	-	-	X	-	-	-	-
<i>Penicillium raistrickii</i>	-	-	-	-	X	-	-
<i>Penicillium swiecickii</i>	-	-	-	-	-	-	X
<i>Pochonia cordycepisociata</i>	-	-	-	-	-	-	X
<i>Rhexocercosporidium panacis</i>	-	X	-	-	-	-	-

<i>Schizothecium</i>	-	-	-	-	-	-	x
<i>miniglutinans</i>							
<i>Slooffia cresolica</i>	-	-	-	-	-	-	x
<i>Solicoccozyma aerea</i>	-	-	-	-	-	x	-
<i>Solicoccozyma fuscescens</i>	-	-	-	-	-	-	x
<i>Suillus luteus</i>	-	-	-	-	-	-	x
<i>Tetracladium</i>	-	x	-	-	-	-	-
<i>marchalianum</i>							
<i>Trichoderma</i>	-	-	-	-	x	-	-
<i>paraviridescens</i>							

Fuente: (Vega, A. 2019).

BV= Benéfico vegetal; PV= Patógeno vegetal; UC = Uso clínico; PH = Patógeno en humanos; UA= Usos ambientales; OU= Otros usos; SUD= Sin uso definido

(-) = ausencia (x) = presencia

j. Análisis estadístico para presencia de bacterias y hongos.

a. Bacterias en la dilución $10X^{-3}$ en Agar Nutritivo.

El análisis de varianza de las UFC para bacterias en la dilución $10X^{-3}$ en Agar Nutritivo se determinó que no existen diferencias significativas entre los ecosistemas evaluados, con un coeficiente de variación de 25,05 (cuadro 18).

Cuadro 12. Análisis de Varianza de las UFC de bacterias en la dilución $10X^{-3}$ en AN.

F.V	SC	g.l	CM	F	p-valor	Sig
ECOSISTEMA	137831,32	2	68915,66	2,18	0,1943	ns
Error	189671,64	6	31611,94			
Total	327502,96	8				
C.V	25,05					

Fuente: (Vega, A. 2019).

ns: no significativo, * Significativo, **Altamente Significativo

Cuadro 13. Prueba de Tukey al 5% para presencia de bacterias en la dilución $10X^{-3}$ en AN.

ECOSISTEMA	MEDIAS	GRUPO
Pino	850,35	A
Pajonal	729,45	A
Papa	549,17	A

Fuente: (Vega, A. 2019).

En la prueba de Tukey al 5% para las UFC de bacterias en la dilución $10X^{-3}$ en AN, donde las medias se presentan en un solo rango; "A" con un valor comprendido para pino con 850 UFC en número, pajonal con 730 UFC en número y papa con 549 UFC en número (cuadro 19).

b. Actinomicetos en la dilución $10X^{-3}$ en Agar Avena.

El análisis de varianza para las UFC de actinomicetos en la dilución $10X^{-3}$ en Agar Avena se determinó que existe una diferencia significativa entre los ecosistemas evaluados, con un coeficiente de variación del 23,65% (cuadro 20).

Cuadro 14. Análisis de Varianza de las UFC de actinomicetos en la dilución $10X^{-3}$ en AA.

F.V	SC	g.l	CM	F	p-valor	Sig
ECOSISTEMA	192730,76	2	96365,38	6,10	0,0358	*
Error	94782,80	6	15797,13			
Total	287513,56	8				
C.V	23,65					

Fuente: (Vega, A. 2019).

ns: no significativo, * Significativo, **Altamente Significativo

Cuadro 15. Prueba de Tukey al 5% para presencia de actinomicetos en la dilución $10X^{-3}$ en Agar Avena.

ECOSISTEMAS	MEDIAS	GRUPO
Pino	721,03	A
Pajonal	508,73	A B
Papa	364,76	B

Fuente: (Vega, A. 2019).

En la prueba de Tukey al 5% se puede apreciar las medias obtenidas en cada uno de los tres ecosistemas, donde existen tres rangos; en el rango "A" donde se ubica el ecosistema de pino con una media de 721 UFC en número, en el rango "AB" donde se ubica el ecosistema de pajonal con una media de 509 UFC en número y el rango "B" donde se ubica el ecosistema de papa con una media de 365 UFC en número (cuadro 21).

c. Hongos en la dilución $10X^{-3}$ en Potato Dextrose Agar.

El análisis de varianza para las UFC de hongos en la dilución $10X^{-3}$ en Potato Dextrose Agar se determinó que existen diferencias altamente significativas en los ecosistemas evaluados, con un coeficiente de variación del 25,39 % (cuadro 22).

Cuadro 16. Análisis de Varianza de las UFC de hongos en la dilución $10X^{-3}$ en PDA.

F.V	SC	g.l	CM	F	p-valor	Sig
ECOSISTEMA	128347,29	2	64173,64	23,85	0,0014	**
Error	16141,74	6	2690,29			
Total	144489,02	8				
C.V	25,39					

Fuente: (Vega, A. 2019).

ns: no significativo, * Significativo, **Altamente Significativo

Cuadro 17. Prueba de Tukey al 5% para presencia de hongos en la dilución $10X^{-3}$ en PDA.

ECOSISTEMA	MEDIAS	GRUPO
Pino	369,47	A
Papa	152,02	B
Pajonal	91,31	B

Fuente: (Vega, A. 2019).

En la prueba de Tukey al 5% se puede apreciar que el ecosistema de bosque de pino obtuvo la mayor media con 370 UFC en número, mientras que el ecosistema de páramo obtuvo la menor media entre los tres ecosistemas evaluados con 91 UFC en número (cuadro 23).

d. Bacterias en la dilución $10X^{-4}$ en Agar Nutritivo.

El análisis de varianza para las UFC de bacterias en la dilución $10X^{-4}$ en Agar Nutritivo se determinó que entre los tres ecosistemas evaluados existen diferencias altamente significativas, con un coeficiente de variación de 17,91 (cuadro 12).

Cuadro 18. Análisis de Varianza de las UFC de bacterias en la dilución $10X^{-4}$ en AN.

F.V	SC	g.l	CM	F	p-valor	Sig
ECOSISTEMA	5598342,31	2	2799171,16	31,94	0,00016	**
Error	525808,75	6	87634,79			
Total	6124151,06	8				
C.V	17,91					

Fuente: (Vega, A. 2019).

ns: no significativo, * Significativo, **Altamente Significativo

Cuadro 19. Prueba de Tukey al 5% para presencia de bacterias en la dilución $10X^{-4}$ en AN.

ECOSISTEMA	MEDIAS	GRUPO
Papa	2721,87	A
Pajonal	1392,26	B
Pino	843,27	B

Fuente: (Vega, A. 2019).

En la prueba de Tukey al 5% se observa que el ecosistema de papa obtuvo la mayor cantidad de UFC con 2722 en número, mientras que el cultivo que obtuvo menor cantidad de UFC fue el ecosistema de pino con 843,27 en número (cuadro 13).

e. Actinomicetos en la dilución $10X^{-4}$ en Agar Avena.

El análisis de varianza para las UFC de actinomicetos en la dilución $10X^{-4}$ en Agar Avena se determinó que en los tres ecosistemas evaluados no existen diferencias significativas, con un coeficiente de variación de 14,80% (cuadro 14).

Cuadro 20. Análisis de Varianza de las UFC de actinomicetos en la dilución $10X^{-4}$ en AA.

F.V	SC	g.l	CM	F	p-valor	Sig
ECOSISTEMA	3172,21	2	1586,10	0,04	0,9607	ns
Error	235893,07	6	39315,51			
Total	239065,28	8				
C.V	14,80					

Fuente: (Vega, A. 2019).

ns: no significativo, * Significativo, **Altamente Significativo

Cuadro 21. Prueba de Tukey al 5% para presencia de actinomicetos en la dilución $10X^{-4}$ en AA.

ECOSISTEMA	MEDIAS	GRUPO
Pajonal	1360,08	A
Papa	1345,05	A
Pino	1314,93	A

Fuente: (Vega, A. 2019).

En la prueba de Tukey al 5% se puede apreciar que las UFC son similares en número para los tres ecosistemas evaluados, con valores de 1360 UFC para pajonal, 1345 UFC para papa y 1315 para pino (cuadro 15)

f. Hongos en la dilución $10X^{-4}$ en Potato Dextrose Agar.

El análisis de varianza para las UFC de hongos en la dilución $10X^{-4}$ en Potato Dextrose Agar se determinó que existen diferencias altamente significativas en los ecosistemas evaluados, con un coeficiente de variación del 45,85 debido a la variación de resultados que existe entre pajonal y papa donde no existió crecimiento a comparación de pino que si hubo crecimiento fúngico. (Cuadro 16).

Cuadro 22. Análisis de Varianza de las UFC de hongos en la dilución $10X^{-4}$ en PDA.

F.V	SC	g.l	CM	F	p-valor	Sig
ECOSISTEMA	380799,39	2	190399,69	42,39	0,0003	**
Error	26949,65	6	4491,61			
Total	407749,04	8				
C.V	45,85					

Fuente: (Vega, A. 2019).

ns: no significativo, * Significativo, **Altamente Significativo

Cuadro 23. Prueba de Tukey al 5% para presencia de hongos en la dilución 10X⁻⁴ en PDA.

ECOSISTEMA	MEDIAS	GRUPO
Pino	437,06	A
Papa	0,71	B
Pajonal	0,71	B

Fuente: (Vega, A. 2019).

En la prueba de Tukey al 5% se puede apreciar que el bosque de pino obtuvo una mayor cantidad de UFC con 437 en número, mientras que los ecosistemas de cultivo de papa y pajonal obtuvieron los valores más bajos, siendo estos iguales, donde las UFC presentan 0,71 en número respectivamente (cuadro 17).

Según (Cardona, Peña, & Ruiz, 2009) describieron en su investigación "Comunidades de hongos y actinomicetos en tres tipos de vegetación de la Amazonia colombiana: abundancia, morfotipos y el gen 16s ADNr" que no existen diferencias significativas en la dilución 10⁴ en abundancia de actinomicetos, al comparar rastrojos y bosques, a una profundidad de 20-30cm. Lo mismo ocurre al comparar pastos con rastrojos y pastos con bosques a la misma profundidad, lo cual indica que a la profundidad 20-30cm la abundancia de actinomicetos es igual en las tres coberturas, donde el promedio de UFC con mayor abundancia fueron para bosque con $0,89 \pm 0,62$. Mientras que al comparar con una profundidad 0-20cm, observaron en la dilución 10⁴ no hay diferencias significativas entre los rastrojos y pastizales, pero que sí existen diferencias entre pastizales y bosques, así como entre rastrojos y bosques. Donde el promedio de UFC con mayor abundancia fueron para bosque con $2,81 \pm 0,48$. Mientras que en esta investigación las muestras de suelo fueron tomadas a una profundidad de 20 cm, teniendo en cuenta que la mayor cantidad de UFC fue para pajonal con 1360 (UFC/gr) de actinomicetos en número y la cantidad más baja fue para el bosque de pino con 1315 (UFC/gr) en número, presentando una diferencia no significativa por lo cual la cantidad de actinomicetos en los ecosistemas estudiados se encuentran en equilibrio, esto posiblemente se encuentre determinado por la profundidad de muestreo y de la zona muestreada (Cuadro 21).

VIII. CONCLUSIONES

- Las especies florísticas representativas en los ecosistemas fueron; para pajonal: *Baccharis genistelloides* (Lam), *Bidens andicola* (Kunth), *Achyrocline satureioides* (Lam), *Hyppochaseris sessiflora* (Kunth), *Werneria nubigena* (Kunth), *Aetheolaena lingulata* (Schltdl), *Gentiana sedifolia* (Kunth), *Hypericum lancioides* (Cuatrec) y *Calamagrostis intermedia* (J. Presl) Steud; para cultivo de papa: *Rumex acetocella* L, *Plantago lanceolata* L y *Rumex obtusifolius* L. mientras que en el ecosistema bosque de pino no se identificaron especies florísticas debido a la ausencia de algunos de sus órganos, lo que imposibilitó su reconocimiento.
- Las especies vegetales desarrolladas en estos ecosistemas no influye directamente sobre la cantidad de microorganismos reportados, debido a que hay otros factores como las características físico – químicas de los suelos que determinan la microbiota asociada.
- Los análisis físico-químico de las muestras de suelo presentaron para el cultivo de papa una textura franco arenoso, estructura suelta, ligeramente ácidos con pH 6.46, porcentaje de materia orgánica medio (3.79), conductividad eléctrica 202.0 $\mu\text{S}/\text{cm}$, nitrógeno bajo con 7.5 mg/L, fósforo alto (30.4 mg/L), potasio bajo de (0,47 Meq/100g). Pajonal con textura arena franca, estructura suelta, ligeramente ácido con pH 6.04, porcentaje de materia orgánica bajo (2.41), conductividad eléctrica 80.6 $\mu\text{S}/\text{cm}$, nitrógeno bajo con 4.8 mg/L, fósforo alto (24.3 mg/L), potasio bajo de (0.28 Meq/100 g). Mientras que el bosque de pino una textura franco arenoso, estructura suelta, ligeramente ácido con pH 5.67, porcentaje de materia orgánica medio (3.76), conductividad eléctrica 151.3 $\mu\text{S}/\text{cm}$, nitrógeno bajo con 6.04 mg/L, fósforo alto (32.5 mg/L), potasio bajo de (0.32 Meq/100 g).
- En la dilución 10^{-3} de los ecosistemas se obtuvo; En el bosque de pino un promedio de bacterias de $7,23 \times 10^{-5}$ (UFC/g), promedio de actinomicetos para pajonal con $8,20 \times 10^{-5}$ (UFC/g) y el promedio de hongos que se obtuvo en el ecosistema bosque de pino con $1,36 \times 10^{-5}$ (UFC/g).
- El análisis molecular indica que la clasificación taxonómica más representativa fue para el ecosistema cultivo de papa donde; en la clasificación bacteriana se encontraron; 7 phyla, 74 familias, 184 géneros y 460 especies y en la clasificación fúngica se presentan 6 phyla, 61 familias, 79 géneros y 137 especies. Mientras que el ecosistema menos representativo fue pajonal, donde; en la clasificación bacteriana se encontraron; 6 phyla, 58 familias, 112 géneros, 212 especies y en la clasificación fúngica se encontraron; 5 phyla, 35 familias, 41 géneros y 59 especies.

- En el cultivo de papa se determinó los phyla de bacterias: Acidobacteria, Bacteroidetes, Proteobacteria, Verrucomicrobia, Actinobacteria, Cyanobacteria y Firmicutes, considerado como el ecosistema con mayor diversidad de phyla. El phylum más representativo fue Actinobacteria, dentro del cual se menciona a las familias Mycobacteriaceae, Nocardiaceae, Intrasporangiaceae, Microbacteriaceae, Micrococcaceae, Micromonosporaceae, Nocardiodiaceae, Pseudonocardiaceae, treptomycetaceae y Streptosporangiaceae.
- Se acepta la hipótesis alterna de esta investigación al demostrar que la diversidad microbiana presente en los tres ecosistemas estudiados es diferente, mediante los resultados del método de dilución y el análisis molecular.

IX. RECOMENDACIONES

- Investigar la relación que tienen las especies vegetativas representativas de los bosques de pino sobre la microbiota del suelo.
- Realizar una secuenciación masiva de ADN a nivel de rizosfera y endosfera de diferentes ecosistemas intervenidos y naturales para el estudio de diversidad microbiana.
- Realizar pruebas de campo con microorganismos benéficos representativos cultivados artificialmente de diferentes ecosistemas.
- Realizar estudios de caracterización microbiana de suelos a diferentes profundidades.
- Realizar en otros estudios de diversidad microbiana aplicando el método de dilución con otros medios de cultivo diferentes a los utilizados en esta investigación.
- Se recomienda realizar pruebas de patogenicidad de microorganismos presentes en diferentes ecosistemas agrícolas.
- Realizar el método de metabolómica para conocer la ecología de los diferentes ecosistemas.

X. RESUMEN

La presente investigación propone: caracterizar la diversidad microbiana presente en suelos de tres ecosistemas representativos de la microcuenca del río Chimborazo, perteneciente a la parroquia San Juan, Cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo; estudio realizado en el Laboratorio de Biología, Facultad de Recursos Naturales de la ESPOCH. Se evaluaron parámetros como: propiedades físicas y químicas (pH, Ce, M.O, NPK, textura y estructura) y microbiológicos (métodos de dilución y ADN Total). Los análisis físico-químico de las muestras de suelo presentaron para el cultivo de papa una textura franco arenoso, estructura suelta, ligeramente ácidos con pH 6.46, porcentaje de materia orgánica medio (3.79), conductividad eléctrica 202.0 $\mu\text{S}/\text{cm}$, nitrógeno bajo con 7.5 mg/L, fósforo alto (30.4 mg/L), potasio bajo de (0.47 Meq/100g). El análisis molecular indica que la clasificación taxonómica más representativa fue para el ecosistema cultivo de papa donde; en la clasificación bacteriana se encontraron; 7 phyla, 74 familias, 184 géneros y 460 especies y en la clasificación fúngica se presentan 6 phyla, 61 familias, 79 géneros y 137 especies. Se concluye que en la dilución 10^{-3} de los ecosistemas se obtuvo; En el bosque de pino un promedio de bacterias de $7,23 \times 10^{-5}$ (UFC/g), promedio de actinomicetos para pajonal con $8,20 \times 10^{-5}$ (UFC/g) y el promedio de hongos que se obtuvo en el ecosistema bosque de pino con $1,36 \times 10^{-5}$ (UFC/g). Se recomienda realizar el método de metabolómica para conocer la ecología de los diferentes ecosistemas.

Palabras clave: SUELOS - DIVERSIDAD MICROBIANA - ECOSISTEMAS - MICROCUENCA DEL RÍO CHIMBORAZO.

Por: Anderson Vega



25/15/2020
14 Enero 2020
[Handwritten signature]

XI. SUMARY

The present research proposes: To characterize the microbial diversity existing in soils of three representative ecosystems of the Chimborazo micro basin, belonging to the San Juan parish, Riobamba canton, Chimborazo province; a study carried out in the Biology Laboratory, School of Natural Resources of ESPOCH. Parameters such as physical and chemical properties (pH, Ce, M.O, NPK, texture, and structure) and microbiological (dilution methods and Total DNA) were evaluated. The physical-chemical analysis of the soil samples presented a sandy loam texture for the potato crop, loose structure, slightly acidic with pH 6.46, percentage of average organic matter (3.79), electrical conductivity 202.0 $\mu\text{S}/\text{cm}$, low nitrogen with 7.5 mg /L, high phosphorus (30.4 mg/L), and low potassium (0.47 Meq/100g). Molecular analysis indicates that the most representative taxonomic classification was for the potato crop ecosystem, where; in the bacterial classification they were found; 7 phyla, 74 families, 184 genera, and 460 species, meanwhile in the fungal classification; 6 phyla, 61 families, 79 genera, and 137 species were presented. It is concluded that in the 10^{-3} dilution of the ecosystems was obtained; in the pine forest, an average of bacteria of 7.23×10^{-5} (CFU/g), medium actinomycetes for turkey with 8.20×10^{-5} (CFU /g), and the average of fungi obtained in the pine forest ecosystem with 1.36×10^{-5} (CFU/g). It is recommended to perform the metabolic method to know the ecology of the different ecosystems.

Keywords: SOILS - MICROBIAN DIVERSITY - ECOSYSTEMS - CHIMBORAZO RIVER MICRO BASIN.



XII. BIBLIOGRAFÍA

- Abreu, L. (2012). *Hongos del suelo saprófitos y patógenos de plantas*. En Manual de biología de suelos tropicales. pp. 1-38. Instituto Nacional de Ecología. Recuperado el 08 de mayo de 2019. Disponible en: http://cambioclimatico.gob.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/publicaciones/217/667_2012_Manual_biologia_suelos_tropicales.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Agrolab. (2005). *Guía de referencia para la interpretación análisis de suelos agrolab introducción*. Recuperado el 08 de mayo de 2019. Disponible en: <http://edafologia.ugr.es/conta/tema12/medida.htm>
- Ana Socarrás. (2013). *Mesofauna edáfica: indicador biológico de la calidad del suelo. Pastos y Forrajes*. Recuperado el 12 de mayo de 2019. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942013000100001.
- Avellaneda, L. (2014). *Caracterización de comunidades microbianas asociadas a prácticas agrícolas y usos del suelo de la vereda El Bosque-Parque Nacional Natural de los Nevados*. Recuperado el 16 de mayo 2019. Disponible en: <http://bdigital.unal.edu.co/46588/1/07797081.2014.pdf>
- Acuña, L. (2010). *Gestión ambiental integral para el manejo y conservación del páramo de la microcuenca del Río Chimborazo*. (Tesis de grado. Ingeniero Ambiental). Universidad Nacional de Chimborazo. Riobamba – Ecuador.
- Beltrán, K., León, S., Velástegui, A., Cuesta, F., Salgado, S., Romoleroux, K., & Cárdenas, A. (2009). *Distribución espacial, sistemas ecológicos y caracterización florística de los páramos en el Ecuador*. EcoCiencia, pp 1-27. Recuperado el 09 de mayo del 2019. Disponible en: <http://openbiblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/43577.pdf>.
- Bustos, A., & Bustos, E. (2007). *La protección de la microcuenca del Río Chimborazo; a través de la implementación del plan de manejo ambiental, participativo y sustentable de los recursos agua y suelo*. Ecuador. Recuperado el 09 de mayo del 2019. Disponible en: <https://ceas->

ecuador.weebly.com/uploads/4/9/7/0/4970364/resumen_ejecutivo_proyecto_microcuenca_rio_chimborazo.pdf.

- Calvo, P., Reymundo, L., & Zúñiga, D. (2008). *Estudio de las poblaciones microbianas de la rizósfera del cultivo de papa (Solanum tuberosum) en zonas altoandinas*. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú. Recuperado el 08 de mayo del 2019. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/ecol/v7n1-2/a17v7n1-2.pdf>
- Calvo, P., Reymundo, L., & Zúñiga, D. (2008). *Estudio de las poblaciones microbianas de la rizósfera del cultivo de papa (solanum tuberosum) en zonas altoandinas*. *Ecología Aplicada*. (7ª. ed.). pp. 141-148. Recuperado el 08 de mayo de 2019. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/ecol/v7n1-2/a17v7n1-2.pdf>
- Capello, R., Donovarros, C., & Giono, S. (2000). *Diversidad microbiana en México*. México. Conabio. (32ª. ed.). pp. 6-10. Recuperado el 09 de mayo de 2019. Disponible de: <https://www.biodiversidad.gob.mx/Biodiversitas/Articulos/biodiv32art2.pdf>
- Centro de Estudios La Gestión Pública. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial*. Recuperado el 12 de marzo del 2019. Disponible en: http://app.sni.gob.ec/snmlink/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/0660823500001_ACTUALIZACI%C3%92N%20PDYOT%20SAN%20JUAN%202015-2019_30-10-2015_22-28-53.pdf.
- Crespo, G. C. y G. (2001). *Influencia de la biota edáfica en la fertilidad de los suelos en ecosistemas de pastizales*. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 35(1), 8. Recuperado el 08 de mayo del 2019. Disponible de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193014947002>.
- Cardona, G. I., Peña-Venegas, C. P., & Ruiz-García, M. (2009). *Comunidades de hongos actinomicetos en tres tipos de vegetación de la Amazonia colombiana: abundancia, morfotipos y el gen 16s ADNr*. *Revista de Biología Tropical*, 57(4). Recuperado el 09 de mayo del 2019. Disponible en: https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0034-77442009000400017&script=sci_arttext&tlng=en

- EcuRed (2017). *Microorganismos del Suelo*. Ecuador. Recuperado el 21 de agosto de 2019. Disponible en: https://www.ecured.cu/Microorganismos_del_Suelo.
- Félix, J., Serrato, R., Armenta, A., Rodríguez, G., Martínez, R. Susana, H., & Olalde. V. (2010). *Propiedades microbiológicas de compostas maduras producidas a partir de diferente materia orgánica*. México. Recuperado el 09 de mayo del 2019. Disponible en: <http://uaim.edu.mx/webraximhai/Ej-16articulosPDF/13%20Propiedades%20Microbiologicas.pdf>
- Figueroa, D., Pérez, K., Romero, A., Cárdenas, D., & Álvarez, O. (2017). *Establecimiento y evaluación de dos métodos de pre tratamiento de muestras de suelo para la extracción de ADN para el estudio de la diversidad bacteriana*. CONCIENCIA, (1). Bolivia. Recuperado el 28 de mayo de 2019. Disponible en: http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2310-02652017000100002&lng=es&nrm=iso
- Franco, M. (2009). *Utilización de los actinomicetos en procesos de biofertilización*. Rev. per.biol, (2a. ed.). pp 239-242. Recuperado el 08 de mayo del 2019. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rpb/v16n2/a19v16n2.pdf>
- Ibañez, A., Gisbert, B., & Moreno, R. (2011). *Tipos de suelos. Entisoles*. Repositorio institucional UPV, 7. Recuperado el 12 de marzo del 2019. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10251/12883>
- Ibañez, A., Gisbert, B., & Moreno, R. (2011). *Inceptisoles*. (8ª. ed.). Recuperado el 12 de marzo del 2019. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10251/12884>
- Ibañez, A., Gisbert, B., & Moreno, R. (2011). *Mollisol*. (6ª. ed.). Recuperado el 12 de marzo del 2019. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10251/13609>.
- Intagri. (2017). *La Conductividad Eléctrica del Suelo en el Desarrollo de los Cultivos*. Recuperado el 07 de mayo de 2019. Disponible en: <https://www.intagri.com/articulos/suelos/la-conductividad-electrica-del-suelo-en-el-desarrollo-de-los-cultivos>.
- Intagri. (2018). *Disponibilidad de Nutrientos y el pH del Suelo*. Nutrición Vegetal

- (113). Recuperado el 07 de mayo de 2019. Disponible en: <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/disponibilidad-de-nutrimientos-y-el-ph-del-suelo>
- Jenkins, A. (2005). *Soil Biology Basics*. (D. o. Industries, Ed.). Recuperado el 08 de mayo de 2019. Disponible en: https://www.dpi.nsw.gov.au/__data/assets/pdf_file/0020/41645/Soil_fungi.pdf.
- Julca, A., Meneses, L., Blas, R., & Bello, S. (2006). *La materia orgánica, importancia y experiencia de su uso en la agricultura*. Idesia. Vol. 24 (1ª. ed.). pp. 49-61. Recuperado el 07 de mayo de 2019. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34292006000100009.
- Lidueñas, Y., Moreno, Y., Pérez, Á., & Salgado, P. (2016). *Cuantificación de microorganismos*. Recuperado el 09 de mayo de 2019. Disponible en: https://www.academia.edu/38198846/Cuantificacion_de_microorganismos.
- Lizarazo, P., & Gómez, D. (2015). *Rizospheric microbiota of Espeletia spp. from Santa Inés and Frontino-Urrao paramos in Antioquia, Colombia [Microbiota rizosférica de Espeletia spp. de los páramos de Santa Inés y de Frontino-Urrao en Antioquia, Colombia]*. Acta Biológica Colombiana 20. pp 175-182. Recuperado el 10 de marzo de 2019. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120548X2015000100018&script=sci_arttext&tlng=en
- López, C. (2013). *Gestión comunitaria del agua en un contexto de cambio climático como consecuencia de la crisis global ambiental: Un estudio de caso en la comunidad de Chimborazo, Parroquia de San Juan, Ecuador*. Recuperado el 03 de mayo de 2019. Disponible en: <http://repositorio.flacsoandes.edu.ec/bitstream/10469/6673/2/TFLACSO-2013CKLP.pdf>
- Marcia, M., Velazco, A., Franco, J., Ley, Juan., & Herrera, R. (2011). *Grupos funcionales*

microbianos en agroecosistemas dedicados al cultivo de la papa (Solanum tuberosum L.) en Bolivia. Recuperado el 09 de mayo del 2019. Disponible en:

<http://repositorio.geotech.cu/jspui/bitstream/1234/982/1/Grupos%20funcionales%20microbianos%20en%20agroecosistemas%20dedicados%20al%20cultivo%20de%20la%20papa%20%28Solanum%20tuberosum%20L.%29%20en%20Bolivia.pdf>.

Marín, S. (2015). *Comparación de un Andisol manejado convencional y orgánicamente mediante la respuesta de la papa en invernadero a prácticas de fertilización convencional, orgánica y de aplicación de solubilizadores de fosforo.* Universidad de Costa Rica. Costa Rica. Recuperado el 28 de mayo del 2019. Disponible en: <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/5702/1/39313.pdf>.

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 (Trop J Environ Sci), Vol. 42(2^a). pp 45-52. Recuperado el 09 de mayo de 2019. Disponible en: [file:///C:/Users/ANDRESO%208.1/Downloads/Dialnet-AislamientoDeBacteriasDelSueloYSuPotencialUtilizac-5536186%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/ANDRESO%208.1/Downloads/Dialnet-AislamientoDeBacteriasDelSueloYSuPotencialUtilizac-5536186%20(2).pdf)

Máximo, G., Mariana, L., David, L., & Griselda, G. (2010). *Extracción de ADN: El primer paso en análisis metagenómicos.* Recuperado el 28 de mayo de 2019. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/222710510_Extraccion_de_ADN_El_primer_paso_en_analisis_metagenomicos.

Méndez, P. (2016). *Análisis de la microbiota de los suelos impactados y no impactados por minería metálica en República Dominicana.* Zamorano-Honduras. Recuperado el 23 de mayo del 2019. Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/5739/1/IAD-2016-T030.pdf?fbclid=IwAR0uwGkQ8FpaydvH0lnPxoBS2RLTY5FnvrKDqNdqqtKMOyNJUKlvTxYcT0o>.

- Sandler, R. (2014). *Actividad microbiológica de un suelo sometido a distintos usos y su relación con variables físico- químicas*. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo. Argentina. Recuperado el 23 de mayo del 2019. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=382837657006>
- Montaner, L. (2011). *Diversidad microbiológica de bacterias y hongos en suelos impactados con desechos urbanos provenientes del sector “El Ereigüe”, San Joaquín Edo. Carabobo, Venezuela*. Universidad de Carabobo. Carabobo -Venezuela. Recuperado el 09 de mayo del 2019. Disponible en: <http://www.riuc.bc.uc.edu.ve/bitstream/123456789/2760/4/lmontaner.pdf>
- Montaño, N., Sandoval, A., Camargo, S., & Sánchez, J. (2010). *Los microorganismos: pequeños gigantes*. Elementos (77), pp. 15-23. Recuperado el 06 de 05 de 2019. Disponible en: <http://www.elementos.buap.mx/num77/pdf/15.pdf>
- Moreno, H., Gisbert, J., & Ibáñez, S. (2010). *La estructura de un suelo*. Recuperado el 06 de mayo de 2019. Disponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/8010/estructura.pdf>
- Nogales, B. (2005). *La microbiología del suelo en la era de la biología molecular: descubriendo la punta del iceberg*. Ecosistemas, Vol. 14, pp. 41-51. Recuperado el 04 de 03 de 2019. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/16361284.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2003). *Ambiente y Recursos Naturales*. Recuperado el 07 de Mayo de 2019. Disponible en: <http://www.fao.org/3/y4137s/y4137s00.htm#Contents>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2012). *Propiedades físicas del suelo*. Recuperado el 06 de mayo de 2019. Disponible en: <http://www.fao.org/soilportal/levantamiento-desuelos/propiedades-del-suelo/propiedades-fisicas/es/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2015). *Suelos y biodiversidad*. Recuperado el 08 de mayo de 2019. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i4551s.pdf>

- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2017). *Propiedades del Suelo*. Recuperado el 06 de mayo de 2019. Disponible en: <http://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/propiedades-del-suelo/es/>
- Osorio, N. W. (2012). pH *del suelo y disponibilidad de nutrientes*. Manejo Integral Del Suelo y Nutrición Vegetal, 1(4). Recuperado el 06 de mayo de 2019. Disponible en: <https://www.bioedafologia.com/sites/default/files/documentos/pdf/pH-del-suelo-y-nutrientes.pdf>
- Pacasa, F., Loza, M., Bonifacio, A., Vino, L., & Serrano, T. (2017). *Comunidad de hongos filamentosos en suelos del Agroecosistema de Kiphakiphani, Comunidad Choquenaira-Viacha*. Journal of the Selva Andina Research Society. Vol. 8(1ª). pp. 2-25. Recuperado el 08 de mayo de 2019. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/pdf/jsars/v8n1/v8n1_a02.pdf
- Pereira, C., Maycotte, C., Restrepo, B., Montes, A., & Esther, M. (2011). *Edafología I*. Caldas-Colombia. Recuperado el 07 de mayo de 2019. Disponible en: <https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/productos/4776/edafologia.pdf>
- Pérez, S., Cleland, E., Wagner, R., Sawad, R., & Lipson, D. (2019). *Soil microbial responses to drought and exotic plants shift carbon*. The ISME Journal. Recuperado el 15 de abril de 2019. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/s41396-019-0389-9>
- Quiñones, E., Evangelista, Z., & Rincón, G. (2016). *Los actinomicetos y su aplicación biotecnológica*. Recuperado el 09 de mayo del 2019. Disponible en: <http://www.elementos.buap.mx/num101/htm/59.htm>
- Quiñones, E., Zahaed, E., & Rincón, G. (2016). *Los actinomicetos y su aplicación biotecnológica*. Elementos, 101. pp. 59-64. Recuperado el 08 de mayo de 2019. Disponible en: <http://www.elementos.buap.mx/num101/pdf/59.pdf>
- Ramírez, R. (1997). *Propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos*. Recuperado el 07 de mayo de 2019. Disponible en: <http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/6636/1/083.pdf>
- Red Consultora Socio Ambiental-Tzedaka CIA. LTDA. (2012). *Plan de manejo y*

cogestión para el territorio de la microcuenca del río Chimborazo. SEMARNAT, 1-75. Recuperado el 23 de mayo del 2019. Disponible en: <http://www.fao.org/forestry/45914060f46ef0d5931a02bf22fd97cd987a31.pdf>

- Rocha, G., Santoyo, Y., Bustillos, R., Muñoz, J., Pérez, R., Terrón, R., Muñoz, A., Contreras, G., Villegas, M., & Munive, J. (2015). *Los microorganismos del suelo y su importancia biotecnológica en la agricultura y el ambiente*. Puebla-México. Recuperado el 24 de mayo del 2019. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/303381799_LOS_MICROORGANISMOS_DEL_SUELO_Y_SU_IMPORTANCIA_BIOTECNOLOGICA_EN_LA_AGRICULTURA_Y_EL_AMBIENTE
- Rodríguez, J., Turmero, A., Pérez, L. M., Hernández, M., Molina, J., & González, S. (2007). *Análisis molecular de la biodiversidad microbiana en suelos de Andalucía afectados por incendios 1*. Recuperado el 12 de marzo de 2019. Disponible en: http://www.fire.uni-freiburg.de/sevilla-2007/contributions/doc/SESIONES_TEMATICAS/ST8/Rodriguez_et_al_SPAIN_Andal.pdf
- Romero, M. P., Santamaría, D. M., & Zafra, C. A. (2009). *Bioingeniería y suelo: abundancia microbiológica, ph y conductividad eléctrica bajo tres estratos de erosión*. Umbral Científico. pp. 67-74. Universidad Manuela Beltrán. Bogotá - Colombia. Recuperado el 28 d mayo del 2019. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/304/30415144008.pdf>
- Rosero, G. (2019). *Evaluación de carbono orgánico del suelo en el ecosistema de Páramo de la microcuenca del río chimborazo en base a las actividades antrópicas*. Recuperado el 20 de mayo del 2019. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/11124>
- Ruiz, S., & Sadzawka, R. (2005). *Nutrición y Fertilización Potásica en Frutales y Vides*. Recuperado el 07 de mayo de 2019. Disponible en: <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/120294/Manejo-nutricional.pdf;jsessionid=537A01B37DC03C40F443BE3C0CAD2326?sequence=3>

- Samaniego, J., & Chew-Madinaveitia, Y. (2006). *Diversidad de géneros de hongos del suelo en tres campos con diferente condición agrícola en La Laguna, México*. México. Recuperado el 09 de mayo del 2019. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-34532007000200015
- Sanz, S. (2011). *Prácticas de microbiología*. Recuperado el 09 de mayo de 2019. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/libro/100835.pdf>
- Sarabia, M., Madrigal, R., Martínez, M., & Carreón, Y. (2010). *Plantas, hongos micorrízicos y bacterias: Su compleja red de interacciones*. *Biológicas*, 12(1ª). pp. 65-71. Recuperado el 08 de mayo de 2019. Disponible en: <http://files.luis-alberto-fosco.webnode.es/200000921-305ec3159e/La%20importancia%20del%20uso%20de%20HAMPI%20en%20la%20multiplicacion%20microbiana%20.pdf>
- Schoebitz, M. (2006). *Aislamiento y caracterización de bacterias promotoras de crecimiento vegetal de la rizósfera de Lolium perenne L. de suelo volcánico (modelo género Azospirillum spp.)*. Recuperado el 08 de mayo de 2019. Disponible en: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2006/fas364a/sources/fas364a.pdf>
- Smart Fertilizer Management. (2017). *La acidez del suelo*. Recuperado el 08 de mayo del 2019. Disponible en: <https://www.smart-fertilizer.com/es/articles/soil-acidity>
- Stella, M. Zerbino. (2010). Evaluación de la macrofauna del suelo en rotaciones cultivos-pasturas con laboreo convencional. *Acta Zool. Mex*, 26(2). Recuperado el 09 de mayo del 2019. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S006517372010000500014.
- Sánchez, D. (2017). *Análisis del microbioma de rizósfera visto a través de diferentes suelos y hospederos tesis*. Recuperado el 23 de mayo del 2019. Disponible en: http://web.ecologia.unam.mx/laboratorios/genomica/wp-content/uploads/2017/bitacoras_alumnos/shama/compartir/tesisShamayimMS.pdf

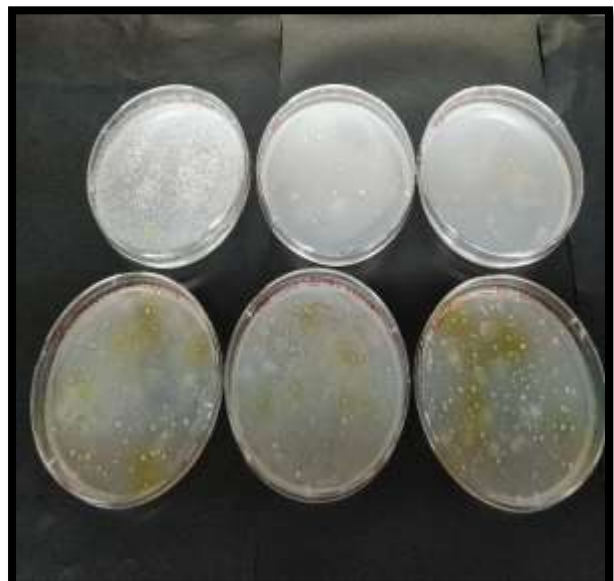
- Toro, D. (2004). *La biodiversidad microbiana del suelo*. Recuperado el 04 de marzo de 2019. Disponible en: http://lunazul.ucaldas.edu.co/index2.php?option=com_content&tas
- Toro, R. (2004). *La biodiversidad microbiana del suelo, un mundo por descubrir*. Manizales, pp. 1-7. Recuperado el 10 de marzo de 2019. Disponible en: http://lunazul.ucaldas.edu.co/downloads/Lunazul19_5.pdf
- Universidad Nacional de Córdoba. (2015). *Microbiología Agrícola*. Recuperado el 09 de mayo de 2019, Disponible en: <http://agro.unc.edu.ar/~microbiologia/wp-content/uploads/2014/04/Guia-de-Trabajos-Practicos.pdf>
- Universitat de les Illes Balears. (2010). *Prácticas de microbiología*. Recuperado el 09 de mayo de 2019. Disponible en: <https://www.uib.cat/depart/dba/microbiologia/micro2/practicas.pdf>
- Keys To Soil Taxonomy. (1999). *Guía para la evaluación de la calidad y salud del suelo*. Recuperado el 07 de mayo de 2019. Disponible en: https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/stelprdb1044786.pdf
- Keys To Soil Taxonomy. (2006). *Cuadro textural*. Recuperado el 06 de mayo de 2019. Disponible en: http://soils.usda.gov/technical/-classification/tax_keys/
- Vargas, C. (2012). *Caracterización físico-química de suelos en plantaciones de Pinus radiata en Acosa, parroquia Lasso, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi*. Recuperado el 06 de mayo de 2019. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2216/1/33TO106.pdf>
- Vázquez, A., Santiago, G., & Estrada, A. (2002). *Influencia del pH en el crecimiento de quince cepas de hongos ectomicorrizógenos*. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica 73(1ª). pp.1-15. México. Recuperado el 29 de mayo del 2019. Disponible en: <http://www.ejournal.unam.mx/bot/073-01/BOT73101.pdf>

Yiqi, L., & Zhou, X. (2010). *Soil Respiration and the Environment*. Recuperado el 07 de mayo de 2019. Disponible en: https://books.google.com.ec/books?hl=esylr=yid=BILt0bdU6AsCyoI=fnDypg=PP1ydq=Soil+respiration+and+the+environmentyots=r4yxYjdVi8ysig=4JyqJYd5fEaYdJsdy_nAOIS9AZk#v=onepageyq=Soil%20respiration%20and%20the%20environmentyf=false.

XIII. ANEXOS

Anexo 1. Fase de campo.



Anexo 2. Fase de laboratorio

Anexo 3. Identificación de las características morfológicas de los microorganismos cultivables en medios artificiales.

5/4/2019				
CARACTERIZACIÓN DE BACTERIAS				
MEDIO	ECOSIST.	ELEVACIÓN	BORDE	FORMA
AN	PAJ01 103R2	Plana	Entero	Circular
AN	PIN01 103R1	Convexo	Entero	Circular
AN	PAP01 104R2	Convexo	Lobulado	Irregular
CARACTERIZACIÓN DE HONGOS				
PDA	PAJ01 103R1	Umbeliforme	Entero	Circular
PDA	PIN01 103R3	Umbeliforme	Entero	Circular
PDA	PAP01 103R2	Umbeliforme	Filamentoso	Filamentoso
CARACTERIZACIÓN DE ACTINOS				
AA	PIN01 103R3	Umbeliforme	Entero	Circular
AA	PIN01 104R2	Umbeliforme	Entero	Circular
AA	PAP01 104R3	Umbeliforme	Entero	Circular
AA	PAJ01 104R2	Umbeliforme	Entero	Circular

Anexo 4. Análisis de muestras de suelo otorgado por el Laboratorio de suelos perteneciente a la Espoch.



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
LABORATORIO DE SUELOS



Nombre del Tesisista: Sr Anderson Vega
Carrera: Agronomía

Fecha de ingreso: 05/05/2019
Fecha de salida: 05/06/2019

TEMA TRABAJO DE TITULACIÓN: "CARACTERIZACIÓN DE LA DIVERSIDAD MICROBIANA PRESENTE EN SUELOS DE TRES ECOSISTEMAS DE LA MICROCUENCA DEL RÍO CHIMBORAZO"

Ubicación: San Juan Parroquia Riobamba Cantón Chimborazo Provincia

RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DEL ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE SUELO

Identif. Lab	Identif.	pH	%		mg/L			Meq/100g	Textura	Estructura
			MO	Cond. Elct	NH4	P	K			
60	Plantación Pino	5.67 L. Ac.	3.78 M	151.3	No salino	6.04 B	32.5 A	0.32 B	Francamente arenosa	Suelta
61	San Juan/parroquia/Sector El Guabo	6.46 L. Ac.	3.79 M	202.0	No salino	7.5 B	30.4 A	0.47 B	Francamente arenosa	Suelta
62	Pajonal M.C.R.CH.	6.54 L. Ac.	2.41 B	80.6	No salino	4.8 B	24.3 M	0.28 B	Arena franca	Suelta


 Ing. José Antonio T.
JEFE LAB. SUELOS


LAB. SUELOS


 Ing. Elizabeth Pachacama
TÉCNICO DE LABORATORIO

Dirección: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Financiamiento 14/0111, Facultad de Recursos Naturales, Teléfono 2998220 Extensión 418
"Apoyando a la producción sana, estable y amigable con la naturaleza"

CODIGO	
N: Neutro	A: alto
S: Suficiente	M: medio
L. Ac.: Lq. Acido	B: bajo

Anexo 5. Clasificación de hongos en el ecosistema páramo.

ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	Benéficos	Patógenos	Usos ambientales	Sin Uso Definido	
Umbelopsidales	Umbelopsidaceae	<i>Umbelopsis</i>	<i>vinacea</i>				1	
Mucorales	Mucoraceae	<i>Mucor</i>	<i>abundans</i>				1	
Diversisporales	Acaulosporaceae	<i>Acaulospora</i>	<i>brasiliensis</i>				1	
Glomerales	Glomeraceae	<i>Rhizophagus</i>	<i>irregularis</i>	1				
Erythrobasidiales	Erythrobasidiales fam Incertae sedis	<i>Sakaguchia</i>	<i>meli</i>				1	
Sporidiobolales	Sporidiobolaceae	<i>Rhodotorula</i>	<i>kratochvilovae</i>			1		
Microbotryomycetes ord Incertae sedis	Chrysozymaceae	<i>Slooffia</i>	<i>cresolica</i>				1	
Filobasidiales	Filobasidiaceae	<i>Goffeauzyma</i>	<i>gastrica</i>				1	
	Piskurozymaceae	<i>Solicoccozyma</i>	<i>fuscescens</i>				1	
			<i>aeria</i>			1		
			<i>phenolica</i>			1		
			<i>terricola</i>			1		
Trichosporonales	Trichosporonaceae	<i>Apiotrichum</i>	<i>wieringae</i>				1	
			<i>dulcicum</i>				1	
Boetales	Suillaceae	<i>Suillus</i>	<i>luteus</i>				1	
Polyporales	Podoscyphaceae	<i>Cotylidia</i>	<i>undulata</i>				1	
Hymenochaetales	Schizoporaceae	<i>Rogersella</i>	<i>griseliniae</i>				1	
Agaricales	Entolomataceae	<i>Entoloma</i>	<i>bloxamii</i>				1	
	Clavariaceae	<i>Ramariopsis</i>	<i>asperulospora</i>				1	
		<i>Clavaria</i>	<i>vermiculata</i>					1
			<i>fumosa</i>					1
Mortierellales	Mortierellaceae	<i>Mortierella</i>	<i>gamsii</i>				1	
			<i>fimbricystis</i>				1	
			<i>sarnyensis</i>				1	
			<i>alpina</i>				1	
			<i>nantahalensis</i>				1	
			<i>humilis</i>				1	

Mortierellales	Mortierellaceae	<i>Mortierella</i>	<i>gamsii</i>				1	
			<i>fimbricystis</i>				1	
			<i>samyensis</i>				1	
			<i>alpina</i>				1	
			<i>nantahalensis</i>				1	
			<i>humilis</i>				1	
Orbiliales	Orbiliaceae	<i>Dactylella</i>	<i>mammillata</i>			1		
Saccharomycetales	Saccharomycetales fam Incertae sedis	<i>Candida</i>	<i>santamariae</i>				1	
	Lipomyces	<i>Lipomyces</i>	<i>starkeyi</i>			1		
Lecanorales	Cladoniaceae	<i>Cladonia</i>	<i>nana</i>				1	
Pleosporales	Melanommataceae	<i>Alpinaria</i>	<i>rhododendri</i>				1	
Coniochaetales	Coniochaetaceae	<i>Coniochaeta</i>	<i>lignaria</i>	1				
Sordariales	Sordariaceae	<i>Sordaria</i>	<i>fimicola</i>			1		
	Lasiosphaeriaceae	<i>Schizothecium</i>	<i>miniglutinans</i>				1	
Hypocreales	Hypocreaceae	<i>Trichoderma</i>	<i>paraviridescens</i>			1		
	Hypocreales_fam_Incertae_sedis	<i>Acremonium</i>	<i>polychromum</i>				1	
	Clavicipitaceae	<i>Pochonia</i>	<i>cordycepsociata</i>				1	
	Nectriaceae	<i>Gibberella</i>	<i>tricincta</i>		1			
<i>Ilyonectria</i>		<i>mors-panacis</i>		1				
Eurotiales	Aspergillaceae	<i>Aspergillus</i>	<i>penicillioides</i>				1	
			<i>miczynskii</i>			1		
			<i>reticulisporum</i>				1	
			<i>simile</i>				1	
			<i>griseofulvum</i>		1			
			<i>jensenii</i>				1	
			<i>swiecickii</i>				1	
			<i>raistrickii</i>				1	
Thelebolales	Pseudeurotiaceae	<i>Geomyces</i>	<i>auratus</i>				1	
Helotiales	Myxotrichaceae	<i>Oidiodendron</i>	<i>griseum</i>				1	
			<i>cereale</i>				1	
			<i>echinulatum</i>				1	
	Helotiaceae	<i>Tetracladium</i>	<i>marchalianum</i>		1			
	Dermateaceae	<i>Patinella</i>	<i>hyalophaea</i>					1
		<i>Cryptosporiopsis</i>	<i>ericae</i>					1
		<i>Trimmatostroma</i>	<i>salicis</i>					1
	Helotiales_fam_Incertae_sedis	<i>Chalara</i>	<i>hyalocuspica</i>					1
<i>Rhexocerosporidium</i>		<i>panacis</i>		1				
	Leotiaceae	<i>Pezoloma</i>	<i>ericae</i>				1	
24	35	41	59	2	5	9	43	
				3,39	8,47	15,25	72,88	

Anexo 6. Clasificación de hongos en el ecosistema cultivo de papa.

ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE
Rhizophydiales	Rhizophydiales fam Incertae sedis	<i>Operculomyces</i>	<i>laminatus</i>
Mucorales	Mucoraceae	<i>Mucor</i>	<i>fragilis</i>
			<i>abundans</i>
Glomerales	Cunninghamellaceae	<i>Absidia</i>	<i>glauca</i>
	Glomeraceae	<i>Glomus</i>	<i>invermaium</i>
Malasseziales	Malasseziaceae	<i>Funneliformis</i>	<i>mosseae</i>
Urocystidales	Urocystidaceae	<i>Malassezia</i>	<i>restricta</i>
Ustilaginales	Ustilaginaceae	<i>Urocystis</i>	<i>agropyri</i>
Sporidiobolales	Sporidiobolaceae	<i>Ustilago</i>	<i>nunavutica</i>
Microbotryomycetes ord Incertae sedis	Chrysozymaceae	<i>Sporobolomyces</i>	<i>roseus</i>
Boletales	Suillaceae	<i>Slooffia</i>	<i>cresolica</i>
	Rhizopogonaceae	<i>Suillus</i>	<i>luteus</i>
Cantharellales	Cantharellales fam Incertae sedis	<i>Rhizopogon</i>	<i>graveolens</i>
Agaricales	Tricholomataceae	<i>Minimedusa</i>	<i>polyspora</i>
	Agaricaceae	<i>Lepista</i>	<i>sordida</i>
	Pleurotaceae	<i>Coprinus</i>	<i>foetidellus</i>
	Clavariaceae	<i>Nematoctonus</i>	<i>pachysporus</i>
	Lycoperdaceae	<i>Clavaria</i>	<i>vermiculata</i>
		<i>Bovista</i>	<i>paludosa</i>
	Psathyrellaceae	<i>Lycoperdon</i>	<i>pratense</i>
		<i>Lacrymaria</i>	<i>lacrymabunda</i>
Entolomataceae	<i>Psathyrella</i>	<i>lyckebodensis</i>	
		<i>Entoloma</i>	<i>brunneosericeum</i>
Holtermanniales	Holtermanniales fam Incertae sedis	<i>Holtermanniella</i>	<i>takashimae</i>
Tremellales	Tremellaceae	<i>Cryptococcus</i>	<i>saitoi</i>
	Bulleraceae	<i>Bullera</i>	<i>crocea</i>
	Tremellaceae	<i>Cryptococcus</i>	<i>frias</i>
	Bulleribasidiaceae	<i>Dioszegia</i>	<i>fristingensis</i>
		<i>Hannaella</i>	<i>oryzae</i>
		<i>Vishniacozyma</i>	<i>dimennae</i>
Cystofilobasidiales	Cystofilobasidiaceae		<i>victoriae</i>
		<i>Guehomyces</i>	<i>pullulans</i>
		<i>Cystofilobasidium</i>	<i>macerans</i>

Filobasidiales	Filobasidiaceae	<i>Filobasidium</i>	<i>chernovii</i>
	Piskurozymaceae	<i>Solicoccozyma</i>	<i>terricola</i>
			<i>aeria</i>
			<i>fuscescens</i>
Trichosporonales	Trichosporonaceae	<i>Apiotrichum</i>	<i>laibachii</i>
			<i>dehoogii</i>
			<i>dulcitum</i>
			<i>globulifera</i>
Mortierellales	Mortierellaceae	<i>Mortierella</i>	<i>fatshederae</i>
			<i>sarnyensis</i>
			<i>humilis</i>
			<i>nantahalensis</i>
			<i>exigua</i>
			<i>alpina</i>
			<i>elegans</i>
Orbiliales	Orbiliaceae	<i>Arthrobotrys</i>	<i>lipofer</i>
Saccharomycetales	Lipomycetaceae	<i>Lipomyces</i>	<i>tetrasporus</i>
			<i>hiratae</i>
Erysiphales	Erysiphaceae	<i>Neoerysiphe</i>	<i>auratus</i>
Thelebolales	Pseudeurotiaceae	<i>Geomyces</i>	<i>pura</i>
Helotiales	Leotiaceae	<i>Neobulgaria</i>	<i>humicola</i>
	Vibrisseaceae	<i>Phialocephala</i>	<i>griseum</i>
	Myxotrichaceae	<i>Oidiodendron</i>	<i>truncatum</i>
			<i>cereale</i>
			<i>echinulatum</i>
	Helotiaceae	<i>Tetracladium</i>	<i>marchalianum</i>
	Helotiales_fam_Incertae_sedis		<i>Rhexocerosporidium</i>	panacis

Filobasidiales	Filobasidiaceae	<i>Filobasidium</i>	<i>chernovii</i>
	Pisikurozymaceae	<i>Solicoccozyma</i>	<i>terricola</i>
Trichosporonales	Trichosporonaceae	<i>Apiotrichum</i>	<i>aeria</i>
			<i>fuscescens</i>
			<i>laibachii</i>
Mortierellales	Mortierellaceae	<i>Mortierella</i>	<i>dehoogii</i>
			<i>dulcitum</i>
			<i>globulifera</i>
			<i>fatshederae</i>
			<i>sarnyensis</i>
			<i>humilis</i>
Orbiliales	Orbiliaceae	<i>Arthrobotrys</i>	<i>nantahalensis</i>
			<i>exigua</i>
Saccharomycetales	Lipomycetaceae	<i>Lipomyces</i>	<i>alpina</i>
			<i>elegans</i>
Erysiphales	Erysiphaceae	<i>Neoerysiphe</i>	<i>lipofer</i>
Thelebolales	Pseudeurotiaceae	<i>Geomyces</i>	<i>tetrasporus</i>
Helotiales	Leotiaceae	<i>Neobulgaria</i>	<i>hiratae</i>
	Vibrisseaceae	<i>Phialocephala</i>	<i>auratus</i>
	Myxotrichaceae	<i>Oidiodendron</i>	<i>pura</i>
			<i>humicola</i>
			<i>griseum</i>
	Helotiaceae	<i>Tetracladium</i>	<i>truncatum</i>
	Helotiales_fam_Incertae_sedis	<i>Rhexocercosporidium</i>	<i>cereale</i>
Pleosporales	Tetraplosphaeriaceae	<i>Tetraplosphaeria</i>	<i>echinulatum</i>
	Didymosphaeriaceae	<i>Paraphaeosphaeria</i>	<i>marchalianum</i>
	Lophiotremataceae	<i>Lophiotrema</i>	<i>panacis</i>
	Dictyosporiaceae	<i>Dictyosporium</i>	<i>sasicola</i>
	Phaeosphaeriaceae	<i>Wojnowicia</i>	<i>verruculosa</i>
		<i>Paraphoma</i>	<i>rubi</i>
Chaetothyriales	Cyphellophoraceae	<i>Cyphellophora</i>	<i>australiense</i>
	Herpotrichiellaceae	<i>Phialophora</i>	<i>viburni</i>
		<i>Minimelanolocus</i>	<i>chrysanthemicola</i>

Eurotiales	Trichocomaceae	<i>Sagenomella</i>	<i>striatispora</i>
		<i>Talaromyces</i>	<i>duclauxii</i>
			<i>atricola</i>
	Aspergillaceae	<i>Talaromyces</i>	<i>luteus</i>
		<i>Aspergillus</i>	<i>crustus</i>
			<i>astrolabium</i>
			<i>atramentosum</i>
			<i>crystallinum</i>
			<i>halotolerans</i>
			<i>fluviserpens</i>
			<i>solitum</i>
			<i>monsgalena</i>
			<i>glandicola</i>
			<i>scabrosum</i>
			<i>canariense</i>
			<i>erubescens</i>
			<i>madríti</i>
			<i>buchwaldii</i>
			<i>brevicompactum</i>
			<i>soppii</i>
<i>turbatum</i>			
<i>lemhiiflumine</i>			
<i>griseofulvum</i>			
<i>jensenii</i>			
<i>aurantiogriseum</i>			
<i>godlewskii</i>			
<i>raistrickii</i>			
<i>swiecickii</i>			
<i>simile</i>			
		<i>Penicillium</i>	
Ophiostomatales	Ophiostomataceae	<i>Sporothrix</i>	<i>schencckii</i>
Trichosphaeriales	Trichosphaeriaceae	<i>Nigrospora</i>	<i>oryzae</i>
Diaporthales	Diaporthaceae	<i>Diaporthe</i>	<i>columnaris</i>
Glomerellales	Plectosphaerellaceae	<i>Plectosphaerella</i>	<i>populi</i>
Xylariales	Apiosporaceae	<i>Arthrinium</i>	<i>kogelbergense</i>

Microascales	Microascaceae	<i>Microascus</i>	<i>hyalinus</i>
		<i>Cephalotrichum</i>	<i>stemonitis</i>
		<i>Kernia</i>	<i>pachypleura</i>
Hypocreales	Stachybotryaceae	<i>Myrothecium</i>	<i>roridum</i>
	Hypocreaceae	<i>Trichoderma</i>	<i>crassum</i>
			<i>ceramicum</i>
			<i>paraviridescens</i>
	Hypocreales_fam_Incertae_sedis	<i>Myxocephala</i>	<i>albida</i>
		<i>Acremonium</i>	<i>polychromum</i>
	Clavicipitaceae	<i>Collarina</i>	<i>aurantiaca</i>
		<i>Pochonia</i>	<i>cordycepsociata</i>
	Bionectriaceae	<i>Clonostachys</i>	<i>divergens</i>
			<i>miodochialis</i>
			<i>rosea</i>
	Nectriaceae	<i>Thelonectria</i>	<i>veuillotiana</i>
		<i>Fusarium</i>	<i>asiaticum</i>
			<i>venenatum</i>
			<i>culmorum</i>
		<i>Ilyonectria</i>	<i>mors-panacis</i>
<i>Dactylonectria</i>		<i>robusta</i>	
<i>estremocensis</i>			
Gibberella	<i>intricans</i>		
	<i>tricincta</i>		
Sordariales	Chaetomiaceae	<i>Chaetomium</i>	<i>iranianum</i>
	Lasiosphaeriaceae	<i>Podospora</i>	<i>globosum</i>
			<i>communis</i>
			<i>dimorpha</i>
			<i>intestinacea</i>
		<i>Schizothecium</i>	<i>miniglutinans</i>
			<i>glutinans</i>
			<i>curvuloides</i>
			<i>formosanum</i>
	<i>conicum</i>		
33	61	79	137

Anexo 7. Clasificación de hongos en el ecosistema bosque de pino.

ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	Benéficos	Patógenos	Usos ambientales	Sin Uso Definido
Mucorales	Mucoraceae	<i>Mucor</i>	<i>abundans</i>				1
	Cunninghamellaceae	<i>Absidia</i>	<i>psychrophilia</i>				1
Umbelopsidales	Umbelopsidaceae	<i>Umbelopsis</i>	<i>vinacea</i>				1
			<i>ramanniana</i>			1	
			<i>changbaiensis</i>				1
Mortierellales	Mortierellaceae	<i>Mortierella</i>	<i>exigua</i>			1	
			<i>globulifera</i>				1
			<i>parvispora</i>				1
			<i>fimbricystis</i>				1
			<i>sarnyensis</i>				1
			<i>nantahalensis</i>				1
			<i>alpina</i>				1
Erythrobasidiales	Erythrobasidiales fam Incertae sedis	<i>Sakaguchia</i>	<i>meli</i>				1
Microbotryomycetes ord Incertae sedis	Chrysozymaceae	<i>Slooffia</i>	<i>cresolica</i>				1
Tremellales	Tremellaceae	<i>Cryptococcus</i>	<i>saitoi</i>				1
Cystofilobasidiales	Cystofilobasidiaceae	<i>Cystofilobasidium</i>	<i>infirmominatum</i>	1			
		<i>Guehomyces</i>	<i>pullulans</i>				1
Trichosporonales	Trichosporonaceae	<i>Apiotrichum</i>	<i>dulciturum</i>				1
			<i>wieringae</i>				1
Filobasidiales	Piskurozymaceae	<i>Solicoccozyma</i>	<i>fuscescens</i>				1
			<i>aeria</i>			1	
			<i>phenolica</i>			1	
			<i>terricola</i>			1	
Hymenochaetales	Schizoporaceae	<i>Rogersella</i>	<i>griseliniae</i>				1
Agaricales	Bolbitiaceae	<i>Conocybe</i>	<i>lenticulospora</i>				1
	Lycoperdaceae	<i>Lycoperdon</i>	<i>rupicola</i>				1
	Tricholomataceae	<i>Mycenella</i>	<i>trachyspora</i>				1
		<i>Calyptrata</i>	<i>capula</i>				1
	Inocybaceae	<i>Inocybe</i>	<i>polygramma</i>				1
Boletales	Rhizopogonaceae	<i>Rhizopogon</i>	<i>mohelnensis</i>				1
			<i>graveolens_f_pomaceus</i>				1
	Suillaceae	<i>Suillus</i>	<i>luteus</i>				1
Saccharomycetales	Saccharomycetales_fam_Incertae_sedis	<i>Candida</i>	<i>santamariae</i>				1
Orbiliiales	Orbiliaceae	<i>Dactylella</i>	<i>mammillata</i>	1			
Mytiliniidiales	Mytiliniidiaceae	<i>Lophium</i>	<i>mytilinum</i>				1

Venturiales	Symponenturiaceae	<i>Scolecobasidium</i>	<i>excentricum</i>			1	
	Venturiaceae	<i>Venturia</i>	<i>hystrioides</i>			1	
Capnodiales	Teratosphaeriaceae	<i>Devriesia</i>	<i>tardicrescens</i>			1	
Pleosporales	Coniothyriaceae	<i>Camarosporium</i>	<i>brabeji</i>			1	
	Melanommataceae	<i>Alpinaria</i>	<i>rhododendri</i>			1	
	Didymosphaeriaceae	<i>Paraphaeosphaeria</i>	<i>verruculosa</i>			1	
Ophiostomatales	Ophiostomataceae	<i>Sporothrix</i>	<i>schenkii</i>			1	
Sordariales	Lasiosphaeriaceae	<i>Schizothecium</i>	<i>miniglutinans</i>			1	
	Sordariaceae	<i>Sordaria</i>	<i>fimicola</i>		1		
	Chaetomiaceae	<i>Chaetomium</i>	<i>trigonosporum</i>			1	
Hypocreales	Cordycipitaceae	<i>Beauveria</i>	<i>caledonica</i>	1			
	Hypocreales_fam_Incertae_sedis	<i>Acremonium</i>	<i>polychromum</i>			1	
	Bionectriaceae	<i>Clonostachys</i>	<i>divergens</i>				1
			<i>rosea</i>	1			
	Hypocreaceae	<i>Cladobotryum</i>	<i>rubrobrunnescens</i>	1			
			<i>crassum</i>				1
			<i>paraviridescens</i>			1	
	Clavicipitaceae	<i>Trichoderma</i>	<i>cremeum</i>	1			
			<i>Metacordyceps</i>	<i>chlamydosporia</i>			1
			<i>Paecilomyces</i>	<i>penicillatus</i>		1	
	Nectriaceae	<i>Pochonia</i>	<i>cordycepsociata</i>				1
			<i>Thelonectria</i>	<i>veuillotiana</i>			1
			<i>Dactylonectria</i>	<i>estremocensis</i>			1
<i>Gibberella</i>			<i>tricincta</i>		1		
<i>Ilyonectria</i>			<i>robusta</i>		1		
		<i>mors-panacis</i>		1			
Chaetothyriales	Herpotrichiellaceae	<i>Exophiala</i>	<i>cancerae</i>			1	
			<i>moniliae</i>			1	

Eurotiales	Trichocomaceae	<i>Sagenomella</i>	<i>verticillata</i>				1			
			<i>striatispora</i>			1				
	Aspergillaceae	<i>Penicillium</i>	<i>rubidurum</i>					1		
			<i>miczynskii</i>			1				
			<i>turbatum</i>						1	
			<i>catenatum</i>						1	
			<i>glandicola</i>						1	
			<i>quercetorum</i>						1	
			<i>decumbens</i>						1	
			<i>raperi</i>						1	
			<i>jensenii</i>						1	
			<i>madrیتی</i>						1	
			<i>godlewskii</i>						1	
			<i>citreonigrum</i>						1	
			<i>thomii</i>	1						
			<i>ludwigii</i>							1
			<i>raistrickii</i>							1
<i>swiecickii</i>							1			
<i>aeris</i>							1			
<i>williamettense</i>							1			
<i>restrictum</i>							1			
<i>spinulosum</i>						1				
Phacidiales	Phacidiaceae	<i>Phacidium</i>	<i>grevilleae</i>				1			
Thelebolales	Pseudeurotiaceae	<i>Geomyces</i>	<i>auratus</i>				1			
Helotiales	Helotiaceae	<i>Tetracladium</i>	<i>marchalianum</i>		1					
	Dermateaceae	<i>Patinella</i>	<i>hyalophaea</i>				1			
		<i>Trimmatostroma</i>	<i>salicis</i>					1		
	Leotiaceae	<i>Pezoloma</i>	<i>ericae</i>				1			
	Helotiales_fam_Incertae_sedis	<i>Chalara</i>	<i>hyalocuspica</i>					1		
		<i>Rhexocerosporidium</i>	<i>panacis</i>		1					
	Myxotrichaceae	<i>Oidiodendron</i>	<i>setiferum</i>				1			
			<i>cereale</i>					1		
			<i>echinulatum</i>						1	
			<i>tenuissimum</i>		1					
<i>maius</i>						1				
<i>periconioides</i>								1		
Pezizales	Ascobolaceae	<i>Ascobolus</i>	<i>crenulatus</i>				1			
	Pyronemataceae	<i>Wilcoxina</i>	<i>mikolae</i>	1						
27	48	60	104	8	7	12	77			
				7,69	6,73	11,54	74,04			

Anexo 8. Clasificación de bacterias en el ecosistema páramo.

REINO	PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	Benéficos	Patógenos	Usos ambientales	Sin Uso Definido					
	Acidobacteria	Acidobacteria	Acidobacteriales	Acidobacteriaceae	<i>Acidicapsa</i>	<i>acidisoli</i>				1					
					<i>Edaphobacter</i>	<i>aggregans</i>				1					
		Blastocatellia	Blastocatellales	Blastocatellaceae	<i>Stenotrophobacter</i>	<i>Stenotrophobacter terrae</i>					1				
	Bacteroidetes	Chitinophagia	Chitinophagales	Chitinophagaceae	<i>Ferruginibacter</i>	<i>profundus</i>					1				
					<i>Flavisolibacter</i>	<i>ginsenosidimitans</i>				1					
					<i>Flavitalea</i>	<i>populi</i>				1					
					<i>Panacibacter</i>	<i>ginsenosidivorans</i>				1					
					<i>Sediminibacterium</i>	<i>aquarii</i>				1					
		Cytophagia	Cytophagales	Cytophagales fam Incertae sedis	<i>Chryseolinea</i>	<i>serpens</i>					1				
		Sphingobacteria	Sphingobacteriales	Sphingobacteriaceae	<i>Mucilaginibacter</i>	<i>dorajii</i>						1			
					<i>Solitalea</i>	<i>koreensis</i>					1				
				Caulobacterales	Caulobacteraceae	<i>Asticcacaulis</i>	<i>biprosthecium</i>			1					
							<i>solisilvae</i>			1					
						<i>Caulobacter</i>	<i>henricii</i>					1			
						<i>Phenylbacterium</i>	<i>mobile</i>					1			
				<i>Phenylbacterium</i>	<i>panacis</i>					1					
				Rhizobiales				Beijerinckiaceae	<i>Methylocapsa</i>	<i>palsarum</i>				1	
								Bradyrhizobiaceae	<i>Afpia</i>	<i>birgiae</i>					1
										<i>broomeae</i>			1		
										<i>massiliensis</i>				1	
								<i>Bradyrhizobium</i>	<i>canariense</i>	1				1	
									<i>ganzhouense</i>					1	
									<i>japonicum</i>	1					
<i>oligotrophicum</i>									1						
<i>vignae</i>									1						
<i>yuanmingense</i>									1						
<i>Rhodopseudomonas</i>								<i>rhenobacensis</i>					1		
Hyphomicrobiaceae								<i>Tardiphaga</i>	<i>robiniae</i>					1	
								<i>Devosia</i>	<i>insulae</i>					1	
Methylobacteriaceae								<i>Hyphomicrobium</i>	<i>facile</i>					1	
	<i>Methylobacterium</i>	<i>radiotolerans</i>	1												
					<i>Methylobacterium</i>	<i>soli</i>				1					

Proteobacteria	Alphaproteobacteria	Rhizobiales	Hyphomicrobiaceae	<i>Hyphomicrobium</i>	<i>facile</i>				1	
			Methylobacteriaceae	<i>Methylobacterium</i>	<i>radiotolerans</i>	1				
					<i>solii</i>				1	
			Phyllobacteriaceae	<i>Mesorhizobium</i>	<i>amorphae</i>				1	
					<i>australicum</i>					1
					<i>metallidurans</i>					1
					<i>qingshengii</i>					1
					<i>sangaii</i>					1
					<i>shonense</i>				1	
					<i>temperatum</i>					1
					<i>Phyllobacterium</i>	<i>bourgognense</i>				
			<i>myrsinacearum</i>						1	
			Rhizobiaceae	<i>Kaistia</i>	<i>granuli</i>					1
				<i>Rhizobium</i>	<i>hainanense</i>	1				
					<i>mesosinicum</i>					1
		Xanthobacteraceae	<i>Labrys</i>	<i>tubonense</i>	1					
				<i>okinawensis</i>					1	
		Rhodospirillales	Acetobacteraceae	<i>Dankookia</i>	<i>wisconsinensis</i>	1				
					<i>rubra</i>					1
			Rhodospirillaceae	<i>Rhodopila</i>	<i>globiformis</i>					1
					<i>ginsengisoli</i>					1
		unclassified Rhodospirillales	<i>Reyranella</i>	<i>solii</i>					1	
		Sphingomonadales	Erythrobacteraceae	<i>Porphyrobacter</i>	<i>tepidarius</i>					1
			Sphingomonadaceae	<i>Novosphingobium</i>	<i>ginsenosidimutans</i>					1
					<i>lutea</i>					1
					<i>mali</i>					1
					<i>oligoaromativorans</i>					1
<i>oligophenolica</i>								1		
<i>qilianensis</i>								1		
<i>Sphingosinicella</i>	<i>cucumeris</i>	1								

Betaproteobacteria	Burkholderiales	Alcaligenaceae	<i>Achromobacter</i>	<i>deleyi</i>			1
		Burkholderiaceae	<i>Caballeronia</i>	<i>choica</i>			1
				<i>terrestris</i>			1
				<i>udeis</i>			1
			<i>Paraburkholderia</i>	<i>caledonica</i>	1		
				<i>kirstenboschensis</i>			1
				<i>xenovorans</i>			1
		Comamonadaceae	<i>Rhodoferax</i>	<i>saidenbachensis</i>		1	
			<i>Variovorax</i>	<i>ginsengisoli</i>			1
				<i>soli</i>			1
		Oxalobacteraceae	<i>Massilia</i>	<i>eurypsychrophila</i>			1
<i>niabensis</i>					1		
<i>timonae</i>					1		
Burkholderiales fam Incertae sedis	<i>Rhizobacter</i>	<i>fulvus</i>			1		
Nitrosomonadales	Nitrosomonadaceae	<i>Nitrospira</i>	<i>tenuis</i>			1	
Rhodocyclales	Rhodocyclaceae	<i>Georgfuchsia</i>	<i>toluolica</i>			1	
Deltaproteobacteria	Myxococcales	Sorangineae	<i>Polyangiaceae</i>	<i>rufus</i>			1
Gammaproteobacteria	Nevskiales	Sinobacteraceae	<i>Povalibacter</i>	<i>uvarum</i>		1	
	Pseudomonadales	Moraxellaceae	<i>Acinetobacter</i>	<i>guillouiae</i>		1	
				<i>johnsonii</i>		1	
		Pseudomonadaceae	<i>Pseudomonas</i>	<i>congelans</i>			1
				<i>corrugata</i>	1		
				<i>mediterranea</i>			1
				<i>migulae</i>		1	
<i>frederiksbergensis</i>				1			

		Rhodocyclales	Rhodocyclaceae	<i>Georgfuchsia</i>	<i>toluolica</i>			1	
	Deltaproteobacteria	Myxococcales	Sorangineae	<i>Polyangiaceae</i>	<i>rufus</i>			1	
	Gammaproteobacteria	Nevskiales	Sinobacteraceae	<i>Povalibacter</i>	<i>uvarum</i>		1		
		Pseudomonadales	Moraxellaceae	<i>Acinetobacter</i>	<i>guillouiae</i>		1		
					<i>johnsonii</i>		1		
			Pseudomonadaceae	<i>Pseudomonas</i>	<i>congelans</i>				1
					<i>corrugata</i>		1		
					<i>mediterranea</i>				1
					<i>migulae</i>		1		
			<i>frederiksbergensis</i>					1	
		Xanthomonadales	Xanthomonadaceae	<i>Lysobacter</i>	<i>ginsengisoli</i>				1
					<i>niabensis</i>	1			
Verrucomicrobia	Opitutae	Opitutales	Opitutaceae	<i>Lacunisphaera</i>	<i>anatis</i>			1	
		Catenulisporales	<i>Catenulisporaceae</i>	<i>Catenulispora</i>	<i>acidiphila</i>			1	
					<i>graminis</i>				1
					<i>yoronensis</i>				1
		Corynebacteriales	<i>Mycobacteriaceae</i>	<i>Mycobacterium</i>	<i>asiaticum</i>				1
					<i>conspicuum</i>		1		
					<i>cosmeticum</i>				1
					<i>hodleri</i>		1		
					<i>holsaticum</i>				1
					<i>interjectum</i>				1
					<i>madagascariense</i>				1
					<i>moriokaense</i>				1
					<i>mucogenicum</i>				1

Bacteria

			<i>pallens</i>			1		
			<i>rhodesiae</i>				1	
			<i>tokaiense</i>				1	
	<i>Nocardiaceae</i>	<i>Nocardia</i>	<i>alba</i>				1	
			<i>globerula</i>					1
			<i>nova</i>					1
		<i>Rhodococcus</i>	<i>jostii</i>			1		
			<i>tukisamuensis</i>					1
Frankiales	<i>Frankiaceae</i>	<i>Frankia</i>	<i>inefficax</i>		1			
		<i>Jatrophihabitans</i>	<i>endophyticus</i>				1	
			<i>soli</i>					1
	<i>Motilibacteraceae</i>	<i>Motilibacter</i>	<i>peucedani</i>				1	
	<i>Sporichthyaceae</i>	<i>Sporichthya</i>	<i>polymorpha</i>				1	
Geodermatophilales	<i>Geodermatophilaceae</i>	<i>Blastococcus</i>	<i>colisei</i>				1	
		<i>Modestobacter</i>	<i>marinus</i>				1	
			<i>multiseptatus</i>					1
			<i>muralis</i>					1
Kineosporiales	<i>Kineosporiaceae</i>	<i>Angustibacter</i>	<i>luteus</i>	1				
	<i>Cellulomonadaceae</i>	<i>Cellulomonas</i>	<i>terrae</i>				1	
		<i>Sedimihabitans</i>	<i>luteus</i>			1		
		<i>Intrasporangium</i>	<i>mesophilum</i>					1

Actinobacteria	Actinobacteria	Micrococcales	<i>Intrasporangiaceae</i>	<i>Janibacter</i>	<i>alkaliphilus</i>				1
					<i>cremeus</i>				1
					<i>melonis</i>				1
				<i>Knoellia</i>	<i>aerolata</i>				1
				<i>Oryzihumus</i>	<i>terrae</i>				1
				<i>Terrabacter</i>	<i>lapilli</i>				1
				<i>Tetrasphaera</i>	<i>remsis</i>				1
			<i>Microbacteriaceae</i>	<i>Cryobacterium</i>	<i>psychrotolerans</i>			1	
				<i>Diaminobutyricibacter</i>	<i>tongyongensis</i>				1
				<i>Labedella</i>	<i>gwakjiensis</i>				1
				<i>Leifsonia</i>	<i>naganoensis</i>				1
					<i>poae</i>				1
					<i>psychrotolerans</i>			1	
				<i>Lysinimonas</i>	<i>kribbensis</i>				1
			<i>soli</i>					1	
	<i>Naasia</i>	<i>aerolata</i>				1			
	<i>Micrococcaceae</i>	<i>Arthrobacter</i>	<i>bambusae</i>				1		
			<i>methylophilus</i>				1		
			<i>pascens</i>				1		
	<i>unclassified Micrococcales</i>	<i>Luteimicrobium</i>	<i>subarcticum</i>				1		
	Actinobacteria	Micromonosporales	<i>Micromonosporaceae</i>	<i>Actinoplanes</i>	<i>cibodasensis</i>				1
					<i>consettensis</i>				1
					<i>digitatis</i>				1
					<i>lobatus</i>				1
				<i>Catellatospora</i>	<i>chokoriensis</i>				1
				<i>Dactylosporangium</i>	<i>roseum</i>				1
					<i>thailandense</i>				1
				<i>Micromonospora</i>	<i>halophytica</i>				1
					<i>pisi</i>	1			
					<i>rosaria</i>				1
				<i>Rugosimonospora</i>	<i>acidiphila</i>				1
					<i>africana</i>				1
				Nakamurellales	<i>Nakamurellaceae</i>	<i>Nakamurella</i>	<i>endophytica</i>		
<i>flavida</i>							1		

Propionibacteriales	<i>Nocardioideaceae</i>	<i>Kribbella</i>	<i>sandramycini</i>				1
			<i>swartbergensis</i>				1
		<i>Marmoricola</i>	<i>aequoreus</i>				1
			<i>aquaticus</i>				1
			<i>pocheonensis</i>				1
		<i>Nocardioides</i>	<i>halotolerans</i>				1
	<i>massiliensis</i>					1	
	<i>Propionibacteriaceae</i>	<i>Microlunatus</i>	<i>phosphovorius</i>				1
Pseudonocardiales	<i>Pseudonocardaceae</i>	<i>Actinomycetospora</i>	<i>corticicola</i>				1
		<i>Actinosynnema</i>	<i>pretiosum</i>				1
		<i>Amycolatopsis</i>	<i>balhimycina</i>				1
		<i>Kutzneria</i>	<i>chonburiensis</i>				1
		<i>Lentzea</i>	<i>kentuckyensis</i>				1
		<i>Pseudonocardia</i>	<i>antitumoralis</i>				1
			<i>hispaniensis</i>				1
Streptomycetales	<i>Streptomycetaceae</i>	<i>Kitasatospora</i>	<i>mediocidica</i>				1
			<i>paranensis</i>				1
		<i>Streptacidiphilus</i>	<i>carbonis</i>				1
		<i>Streptomyces</i>	<i>abietis</i>				1
			<i>alni</i>	1			
			<i>amakusaensis</i>				1
			<i>atratus</i>				1
			<i>aureus</i>			1	
			<i>erringtonii</i>				1
			<i>ferralitis</i>				1
			<i>inuitatus</i>				1
			<i>olivochromogenes</i>				1
			<i>pulveraceus</i>				1
			<i>rubidus</i>				1
			<i>sanglieri</i>				1
			<i>scabrisporus</i>				1
			<i>tauricus</i>				1
<i>umbrinus</i>				1			
<i>virginiae</i>				1			
<i>yanglinensis</i>				1			

			Streptosporangiales	Streptosporangiaceae	<i>Sphaerisporangium melleum</i>				1
					<i>Streptosporangium album</i>				1
				Thermomonosporaceae	<i>Actinoallomurus bryophytorum</i>				1
					<i>Actinomadura yoronensis</i>				1
					<i>Actinomadura scrupuli</i>				1
	Thermoleophila	Solirubrobacterales		Solirubrobacteraceae	<i>Solirubrobacter ginsenosidimitans</i>				1
				Alicyclobacillaceae	<i>Tumebacillus permanentifrigoris</i>				1
				Bacillaceae	<i>Bacillus mycoides</i>	1			
					<i>Bacillus circulans</i>			1	
					<i>Bacillus muralis</i>				1
					<i>Psychrobacillus psychrodurans</i>				1
					<i>Cohnella suwonensis</i>				1
				Paenibacillaceae	<i>Paenibacillus alginolyticus</i>	1			
					<i>Paenibacillus anaericanus</i>				1
					<i>Paenibacillus endophyticus</i>				1
					<i>Paenibacillus pectinilyticus</i>				1
					<i>Paenibacillus shirakamiensis</i>			1	
				Planococcaceae	<i>Sporosarcina contaminans</i>				1
					<i>Viridibacillus arvi</i>				1
					<i>Clostridium thiosulfatireducens</i>			1	
					<i>Clostridium algidicarnis</i>				1
					<i>Clostridium bowmanii</i>		1		
					<i>Proteiniclasticum puniceum</i>				1
					<i>Proteiniclasticum ruminis</i>				1
6	14	32	58	112	212	17	3	20	172
						8,02	1,42	9,43	81,13

Anexo 9. Clasificación de bacterias en el ecosistema cultivo de papa.

REINO	PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	Benéficos	Patógenos	Usos ambientales	Sin Uso Definido			
	Acidobacteria	Acidobacteriia	Acidobacteriales	Acidobacteriaceae	<i>Edaphobacter</i>	<i>aggregans</i>				1			
		Blastocatellia	Blastocatellales	Blastocatellaceae	<i>Aridibacter</i>	<i>amidurans</i>				1			
					<i>Blastocatella</i>	<i>fastidiosa</i>				1			
					<i>Stenotrophobacter</i>	<i>terrae</i>				1			
	Vicinamibacteria		Vicinamibacteraceae	<i>Vicinamibacter</i>	<i>silvestris</i>				1				
	Bacteroidetes	Bacteroidia	Bacteroidales	Porphyromonadaceae	<i>Petrimonas</i>	<i>sulfuriphila</i>				1			
		Chitinophagia	Chitinophagales	Chitinophagaceae	<i>Chitinophaga</i>	<i>ginsengisegetis</i>				1			
						<i>rupis</i>				1			
					<i>Ferruginibacter</i>	<i>profundus</i>				1			
					<i>Flaviumibacter</i>	<i>solisilvae</i>				1			
					<i>Flavisolibacter</i>	<i>ginsenosidimutans</i>				1			
					<i>Panacibacter</i>	<i>ginsenosidivorans</i>				1			
					<i>Sediminibacterium</i>	<i>goheungense</i>				1			
					<i>Segetibacter</i>	<i>aerophilus</i>				1			
					Cytophagia	Cytophagales	Cytophagaceae	<i>Dyadobacter</i>	<i>soli</i>				1
							Cytophagales fam Incertae sedis	<i>Chryseolinea</i>	<i>serpens</i>				1
		Flavobacteriia	Flavobacteriales	Flavobacteriaceae	Crocinitomicaceae	<i>Fluviicola</i>	<i>taffensis</i>				1		
					<i>Chryseobacterium</i>	<i>aahli</i>				1			
						<i>indologenes</i>				1			
						<i>indoltheticum</i>				1			
						<i>jejuense</i>				1			
						<i>oleae</i>	1						
					<i>Flavobacterium</i>	<i>soldanellicola</i>				1			
						<i>aquidurensis</i>				1			
						<i>gyeonganense</i>				1			
	<i>nitratireducens</i>							1					
	<i>piscis</i>								1				
	<i>saccharophilum</i>								1				
	<i>saliperosum</i>								1				
	Sphingobacteriia				Sphingobacteriales	Sphingobacteriaceae	<i>Mucilagibacter</i>	<i>ginsengisoli</i>				1	
		<i>polysacchareus</i>							1				
		<i>Pedobacter</i>	<i>borealis</i>				1						
<i>caeni</i>								1					
<i>duroquae</i>								1					
<i>panaciterrae</i>								1					
<i>soli</i>								1					
<i>suwonensis</i>								1					
<i>Sollitalea</i>		<i>koreensis</i>						1					

		Caulobacterales	Caulobacteraceae	<i>Brevundimonas</i>	<i>alba</i>				1	
					<i>subvibrioides</i>				1	
				<i>Caulobacter</i>	<i>fusiformis</i>				1	
					<i>ginsengsoli</i>				1	
					<i>hennici</i>				1	
					<i>mirabilis</i>			1		
					<i>vibrioides</i>	1				
				<i>Phenylobacterium</i>	<i>haematophilum</i>				1	
					<i>lituiforme</i>				1	
					<i>mobile</i>				1	
				Bradyrhizobiaceae	<i>Afipia</i>	<i>birgiae</i>				1
						<i>broomeae</i>				1
		<i>Bosea</i>	<i>lathyr</i>					1		
			<i>massiliensis</i>					1		
			<i>robiniae</i>					1		
			<i>thiooxidans</i>				1			
		<i>Bradyrhizobium</i>	<i>canariense</i>		1					
			<i>ganzhouense</i>					1		
			<i>japonicum</i>		1					
			<i>oligotrophicum</i>		1					
			<i>vignae</i>		1					
		<i>yuanmingense</i>	1							
		<i>Nitrobacter</i>	<i>vulgaris</i>				1			
		<i>Tardiphaga</i>	<i>robiniae</i>					1		
		Hyphomicrobiaceae	<i>Devosia</i>		<i>insulae</i>				1	
				<i>submarina</i>				1		
			<i>Hyphomicrobium</i>	<i>facile</i>			1			
<i>Paradevosia</i>	<i>shaoguanensis</i>				1					
Methylobacteriaceae	<i>Methylobacterium</i>	<i>bullatum</i>				1				
		<i>radiotolerans</i>	1							
		<i>soli</i>				1				
	<i>Microvirga</i>	<i>aerophila</i>				1				
		<i>zambiensis</i>	1							

Proteobacteria	Rhodobacterales	Rhodobacteraceae	unclassified Rhizobiales	<i>Shinella</i>	<i>subbaraonis</i>			1											
				<i>Alsobacter</i>	<i>tibeticum</i>	1													
				<i>Nordella</i>	<i>tubonense</i>	1													
				<i>Labrys</i>	<i>yambaruensis</i>		1												
				<i>wisconsinensis</i>	<i>metallidurans</i>		1												
				<i>tamworthensis</i>	<i>oligomobilis</i>			1											
				<i>aerophila</i>	<i>limosus</i>		1												
				<i>aquatica</i>	<i>aerolata</i>			1											
				<i>lacus</i>	<i>rosea</i>			1											
				<i>brasilense</i>	<i>graminifolii</i>	1		1											
	Rhodospirillales	Acetobacteraceae	Rhodospirillaceae	unclassified Rhodospirillales	<i>Dongia</i>	<i>rigui</i>			1										
					<i>Inquilinus</i>	<i>ginsengisoli</i>			1										
					<i>limosus</i>	<i>solis</i>		1											
					<i>Skermanella</i>	<i>aerolata</i>			1										
					<i>Reyranella</i>	<i>rosea</i>			1										
		Sphingomonadales	Erythrobacteraceae	Altererythrobacter	Sphingomonadaceae	<i>sp. 100921-2</i>	<i>arabidopsis</i>		1										
						<i>troitsensis</i>	<i>bradum</i>			1									
			Sphingomonadaceae	Novosphingobium	Rhizorhobdus	Sphingobium	<i>argentea</i>	<i>dicambivorans</i>	1										
							<i>aromaticovertens</i>	<i>boeckii</i>		1									
							<i>boeckii</i>	<i>boeckii</i>			1								
	Sphingomonas			<i>aquatilis</i>	<i>daechungensis</i>	<i>faucium</i>	<i>hankookensis</i>	<i>hengshuiensis</i>	<i>humi</i>	<i>jaspisi</i>	<i>lutea</i>	<i>mali</i>	<i>naosensis</i>	<i>oligophenolica</i>	<i>oryziterrae</i>	<i>saxanigenens</i>	<i>sedimicola</i>	<i>soli</i>	<i>stambergensis</i>
				<i>aurantiaca</i>	<i>faucium</i>	<i>hankookensis</i>	<i>hengshuiensis</i>	<i>humi</i>	<i>jaspisi</i>	<i>lutea</i>	<i>mali</i>	<i>naosensis</i>	<i>oligophenolica</i>	<i>oryziterrae</i>	<i>saxanigenens</i>	<i>sedimicola</i>	<i>soli</i>	<i>stambergensis</i>	
				<i>daechungensis</i>	<i>faucium</i>	<i>hankookensis</i>	<i>hengshuiensis</i>	<i>humi</i>	<i>jaspisi</i>	<i>lutea</i>	<i>mali</i>	<i>naosensis</i>	<i>oligophenolica</i>	<i>oryziterrae</i>	<i>saxanigenens</i>	<i>sedimicola</i>	<i>soli</i>	<i>stambergensis</i>	
				<i>faucium</i>	<i>hankookensis</i>	<i>hengshuiensis</i>	<i>humi</i>	<i>jaspisi</i>	<i>lutea</i>	<i>mali</i>	<i>naosensis</i>	<i>oligophenolica</i>	<i>oryziterrae</i>	<i>saxanigenens</i>	<i>sedimicola</i>	<i>soli</i>	<i>stambergensis</i>		
				<i>hankookensis</i>	<i>hengshuiensis</i>	<i>humi</i>	<i>jaspisi</i>	<i>lutea</i>	<i>mali</i>	<i>naosensis</i>	<i>oligophenolica</i>	<i>oryziterrae</i>	<i>saxanigenens</i>	<i>sedimicola</i>	<i>soli</i>	<i>stambergensis</i>			
				<i>hengshuiensis</i>	<i>humi</i>	<i>jaspisi</i>	<i>lutea</i>	<i>mali</i>	<i>naosensis</i>	<i>oligophenolica</i>	<i>oryziterrae</i>	<i>saxanigenens</i>	<i>sedimicola</i>	<i>soli</i>	<i>stambergensis</i>				
				<i>humi</i>	<i>jaspisi</i>	<i>lutea</i>	<i>mali</i>	<i>naosensis</i>	<i>oligophenolica</i>	<i>oryziterrae</i>	<i>saxanigenens</i>	<i>sedimicola</i>	<i>soli</i>	<i>stambergensis</i>					
				<i>jaspisi</i>	<i>lutea</i>	<i>mali</i>	<i>naosensis</i>	<i>oligophenolica</i>	<i>oryziterrae</i>	<i>saxanigenens</i>	<i>sedimicola</i>	<i>soli</i>	<i>stambergensis</i>						
				<i>lutea</i>	<i>mali</i>	<i>naosensis</i>	<i>oligophenolica</i>	<i>oryziterrae</i>	<i>saxanigenens</i>	<i>sedimicola</i>	<i>soli</i>	<i>stambergensis</i>							
				<i>mali</i>	<i>naosensis</i>	<i>oligophenolica</i>	<i>oryziterrae</i>	<i>saxanigenens</i>	<i>sedimicola</i>	<i>soli</i>	<i>stambergensis</i>								
				<i>naosensis</i>	<i>oligophenolica</i>	<i>oryziterrae</i>	<i>saxanigenens</i>	<i>sedimicola</i>	<i>soli</i>	<i>stambergensis</i>									
				<i>oligophenolica</i>	<i>oryziterrae</i>	<i>saxanigenens</i>	<i>sedimicola</i>	<i>soli</i>	<i>stambergensis</i>										
	<i>oryziterrae</i>	<i>saxanigenens</i>	<i>sedimicola</i>	<i>soli</i>	<i>stambergensis</i>														
	<i>saxanigenens</i>	<i>sedimicola</i>	<i>soli</i>	<i>stambergensis</i>															
	<i>sedimicola</i>	<i>soli</i>	<i>stambergensis</i>																
	<i>soli</i>	<i>stambergensis</i>																	
	<i>stambergensis</i>																		
	Sphingopyxis	<i>baekryungensis</i>			1														
		<i>chilensis</i>			1														

Beta	proteobacteria	Alcaligenaceae	<i>Achromobacter</i>	<i>deleyi</i>				1		
		Burkholderiaceae	<i>Paraburkholderia</i>	<i>xenovorans</i>			1			
		Comamonadaceae	<i>Comamonas</i>	<i>kerstersii</i>			1			
			<i>Polaromonas</i>	<i>aquatica</i>					1	
			<i>Pseudorhodofera</i>	<i>soli</i>					1	
			<i>Variovorax</i>	<i>boronicumulans</i>				1		
				<i>defluvii</i>						1
		<i>ginsengisoli</i>		1						
		Oxalobacteraceae	<i>Massilia</i>	<i>soli</i>					1	
				<i>aurea</i>					1	
				<i>brevitalea</i>						1
				<i>jejuensis</i>						1
				<i>plicata</i>						1
				<i>suwonensis</i>						1
			<i>varians</i>							1
										1
			<i>Noviherbaspirillum</i>	<i>aurantiacum</i>						1
				<i>soli</i>						1
		<i>Pseudoduganella</i>	<i>violaceinigra</i>						1	
		Burkholderiales fam Incertae sedis	<i>Piscinibacter</i>	<i>aquaticus</i>					1	
<i>Rhizobacter</i>	<i>fulvus</i>						1			
	<i>gummiphilus</i>					1				
	<i>profundi</i>							1		
Nitrosomonadales	Nitrosomonadaceae	<i>Nitrosospira</i>	<i>tenuis</i>			1				
Delta	proteobacteria	Archangiaceae	<i>Archangium</i>	<i>gephyra</i>				1		
		Nannocystaceae	<i>Nannocystis</i>	<i>pusilla</i>	1					
		Polyangiaceae	<i>Aetherobacter</i>	<i>rufus</i>				1		
	Enterobacterales	Enterobacteriaceae	<i>Enterobacter</i>	<i>asburiae</i>			1			
		Pectobacteriaceae	<i>Pectobacterium</i>	<i>wasobiae</i>		1				
	Neviskiales	Sinobacteraceae	<i>Povallbacter</i>	<i>uvorum</i>			1			
		Moraxellaceae	<i>Acinetobacter</i>	<i>guillouiae</i>			1			

Gamma	proteobacteria	Pseudomonadales	Pseudomonadaceae	<i>Pseudomonas</i>	<i>brassicacearum</i>	1		
					<i>azotoformans</i>		1	
					<i>corrugata</i>	1		
					<i>extremorientalis</i>			1
					<i>fluorescens</i>	1		
					<i>migulae</i>		1	
					<i>rhodesiae</i>		1	
					<i>frederiksborgensis</i>		1	
					<i>graminis</i>			1
					<i>helmanticensis</i>		1	
					<i>lini</i>			1
					<i>reinekei</i>			1
					<i>caspiana</i>	1		
					<i>viridiflava</i>	1		
		<i>vancouverensis</i>			1			
		Xanthomonadales	Rhodanobacteraceae	<i>Dokdonella</i>	<i>ginsengisoli</i>			1
				<i>Luteibacter</i>	<i>rhizovicius</i>	1		
			Xanthomonadaceae	<i>Lysobacter</i>	<i>dokdonensis</i>			1
					<i>firmicutimachus</i>			1
					<i>fragariae</i>			1
<i>ginsengisoli</i>						1		
<i>gummosus</i>						1		
<i>niabensis</i>						1		
<i>soli</i>			1					
<i>Pseudoxanthomonas</i>	<i>yeongjuensis</i>			1				

Monera

Verrucomicrobia	Opitutae	Opitutales	Opitutaceae	<i>Lacunisphaera</i>	<i>anatis</i>			1	
	Verrucomicrobiae	Verrucomicrobiales	Verrucomicrobiaceae	<i>Luteolibacter</i>	<i>arcticus</i>			1	
	Acidimicrobia	Acidimicrobiales	Iamiaeae	<i>Aquihabitans</i>	<i>daechungensis</i>			1	
	Corynebacteriales	Mycobacteriaceae	Mycobacterium	<i>arabiense</i>				1	
				<i>aubagnense</i>				1	
				<i>brumae</i>				1	
				<i>confluentis</i>				1	
				<i>cosmeticum</i>				1	
				<i>frederiksbergense</i>		1			
				<i>hippocampi</i>				1	
				<i>hodleri</i>		1			
				<i>kubicae</i>				1	
				<i>madagascariense</i>				1	
				<i>monacense</i>				1	
				<i>moriokaense</i>				1	
				<i>mucogenicum</i>				1	
				<i>pallens</i>		1			
				<i>rhodesiae</i>				1	
				<i>sediminis</i>				1	
				<i>sphagni</i>				1	
				<i>takaiense</i>				1	
				<i>tusciae</i>				1	
				<i>vaccae</i>				1	
				<i>fluminea</i>				1	
				<i>glaberula</i>				1	
				<i>ignorata</i>				1	
				<i>tenerifensis</i>				1	
				<i>vinacea</i>				1	
				Nocardiaceae	Nocardia	<i>coprophilus</i>		1	
						<i>jostii</i>			1
						<i>maanshanensis</i>			1
<i>qingshengii</i>		1							
<i>wratislaviensis</i>			1						
Smaragdicooccus		<i>niigotensis</i>		1					
		<i>faeni</i>			1				
Williamsiaceae	Williamsia	<i>muralis</i>			1				
		<i>endophyticus</i>			1				
Frankiales	Frankiaceae	<i>Jatrophihabitans</i>	<i>aggregatus</i>			1			
Geodermatophilales	Geodermatophilaceae	Blastococcus	<i>colisei</i>			1			
			<i>marinus</i>			1			
		Modestobacter	<i>multiseptatus</i>			1			

Kineosporiales	Kineosporiaceae	<i>Angustibacter</i>	<i>luteus</i>				1	
		<i>Kineosporia</i>	<i>rhamnosa</i>				1	
			<i>cellasea</i>				1	
Micrococcales	Cellulomonadaceae	<i>Cellulomonas</i>	<i>chitinilytica</i>	1				
			<i>composti</i>				1	
			<i>massiliensis</i>				1	
			<i>terrae</i>			1		
			<i>Oerskovia</i>	<i>enterophila</i>				1
			<i>Humibacillus</i>	<i>xanthopallidus</i>				1
	Intrasporangiaceae	<i>Intrasporangium</i>	<i>oryzae</i>				1	
		<i>Janibacter</i>	<i>alkaliphilus</i>				1	
			<i>cremeus</i>				1	
			<i>melonis</i>				1	
		<i>Knoellia</i>	<i>aerolata</i>				1	
			<i>sinensis</i>				1	
		<i>Monashia</i>	<i>flava</i>				1	
		<i>Oryzihumus</i>	<i>terrae</i>				1	
		<i>Oryzobacter</i>	<i>terrae</i>				1	
		<i>Phycococcus</i>	<i>dokdonensis</i>				1	
			<i>ginsenosidimutans</i>				1	
		<i>Terrabacter</i>	<i>aeriphilus</i>				1	
			<i>lapilli</i>				1	
			<i>terrigena</i>				1	
			<i>tumescens</i>			1		
		<i>Agreia</i>	<i>pratensis</i>				1	
		<i>Agromyces</i>	<i>cerinus</i>				1	
			<i>humatus</i>				1	
			<i>iriomotensis</i>				1	
	<i>ramosus</i>				1			
	<i>salentinus</i>					1		
	<i>Chyseo globus</i>	<i>frigidaquae</i>				1		
	<i>Frigoribacterium</i>	<i>faeni</i>				1		
	<i>Fron dihabitans</i>	<i>peucedani</i>				1		
	<i>Herbiconiux</i>	<i>ginsengi</i>				1		
	<i>Lysinimonas</i>	<i>kribbensis</i>				1		
		<i>soli</i>				1		
	<i>Microbacterium</i>	<i>aurum</i>			1			
		<i>flavescens</i>			1			
		<i>pumilum</i>				1		
		<i>pygmaeum</i>				1		
		<i>rhizomatis</i>				1		
		<i>yannici</i>				1		
	<i>Microterricola</i>	<i>viridarii</i>				1		
	<i>Parafrigoribacterium</i>	<i>mesophilum</i>				1		
	<i>Salinibacterium</i>	<i>xinjiangense</i>				1		

Actinobacteria

Actinobacteria

				<i>bambusae</i>				1
				<i>crystallopoietes</i>			1	
				<i>globiformis</i>				1
				<i>pascens</i>				1
				<i>pokkali</i>	1			
				<i>terreus</i>				1
				<i>nitroguajacolicus</i>			1	
				<i>keruelensis</i>			1	
				<i>sulfureus</i>				1
				<i>chlorophenicus</i>				1
				<i>iranensis</i>				1
				<i>kroppenstedtii</i>				1
				<i>Luteimicrobium</i>				1
				<i>subarcticum</i>				1
				<i>atrantiacus</i>				1
				<i>abodasensis</i>				1
				<i>cyaneus</i>				1
				<i>digitatis</i>				1
				<i>fnuensis</i>				1
				<i>globisporus</i>				1
				<i>palleronii</i>				1
				<i>subtropicus</i>				1
				<i>toevisis</i>				1
				<i>ferruginea</i>				1
				<i>ishikariensis</i>				1
				<i>chokoriensis</i>				1
				<i>caeruleus</i>				1
				<i>thailandense</i>				1
				<i>flava</i>				1
				<i>tsunoensis</i>				1
				<i>flava</i>				1
				<i>avicenniae</i>				1
				<i>chokoriensis</i>				1
				<i>corariae</i>				1
				<i>rosaria</i>				1
				<i>siamensis</i>				1
				<i>ureilytica</i>				1
				<i>flavus</i>				1
				<i>columellifera</i>	1			
				<i>soyae</i>				1
				<i>rubra</i>				1
				<i>hellebori</i>				1
				<i>aliadipatigenens</i>				1
				<i>aurantiacum</i>				1
				<i>flavida</i>				1
				<i>multipartita</i>				1

Propionibacteriales	Nocardioidaceae	<i>Aeromicrobium</i>	<i>flavum</i>			1
			<i>ginsengisoli</i>			1
			<i>panaciterrae</i>			1
		<i>Kribbella</i>	<i>antibiotica</i>			1
			<i>ginsengisoli</i>			1
			<i>swartbergensis</i>			1
		<i>Marmoricola</i>	<i>aequoreus</i>			1
			<i>aquaticus</i>			1
			<i>bigeumensis</i>			1
			<i>korecus</i>			1
			<i>pocheonensis</i>			1
			<i>terrae</i>			1
		<i>Mumia</i>	<i>xiangluensis</i>			1
		<i>Nocardioides</i>	<i>aestuarii</i>			1
			<i>alpinus</i>			1
			<i>aquiterrae</i>			1
			<i>daeguensis</i>			1
			<i>daphniae</i>			1
			<i>dilutus</i>			1
			<i>endophyticus</i>			1
			<i>ginsengagri</i>			1
			<i>glacieisoli</i>			1
			<i>halotolerans</i>			1
			<i>hankookensis</i>			1
			<i>iriamotensis</i>			1
			<i>islandensis</i>			1
			<i>koreensis</i>			1
			<i>kribbensis</i>			1
	<i>luteus</i>				1	
	<i>massiliensis</i>				1	
	<i>mesophilus</i>				1	
	<i>panacisoli</i>				1	
	<i>solisilvae</i>				1	
<i>terrigena</i>			1			
<i>ungokensis</i>			1			
Propionibacteriaceae	<i>Microlunatus</i>	<i>aurantiacus</i>			1	
		<i>ginsengisoli</i>			1	

Pseudonocardiales	Pseudonocardiaceae	<i>Actinomyces</i>	<i>chibensis</i>				1
		<i>Actinophytocola</i>	<i>xinjiangensis</i>				1
		<i>Amycolatopsis</i>	<i>balhimycina</i>				1
			<i>umgeniensis</i>				1
		<i>Lechevalieria</i>	<i>nigeriaca</i>				1
		<i>Lentzea</i>	<i>albida</i>				1
			<i>kentuckyensis</i>				1
		<i>Pseudonocardia</i>	<i>aurantiaca</i>				1
			<i>khuvsgulensis</i>				1
		<i>Saccharothrix</i>	<i>texasensis</i>				1
<i>Umezawaea</i>	<i>tangerina</i>				1		
Streptomycetales	Streptomycetaceae	<i>Kitasatospora</i>	<i>paranensis</i>				1
		<i>Streptomyces</i>	<i>albosporeus</i>				1
			<i>atratus</i>				1
			<i>aureus</i>			1	
			<i>candidus</i>				1
			<i>chlorus</i>				1
			<i>ferrallitis</i>				1
			<i>flavogriseus</i>				1
			<i>kebangsaanensis</i>				1
			<i>lydicus</i>	1			
			<i>mutomycini</i>				1
			<i>sanglieri</i>				1
			<i>scabrisporus</i>				1
			<i>tateyamensis</i>				1
			<i>tauricus</i>				1
			<i>virginiae</i>				1
<i>xinghaiensis</i>			1				

					<i>xinghaiensis</i>			1		
		Streptosporangiales	Streptosporangiaceae	<i>Herbidospora</i>	<i>sakaerantis</i>				1	
				<i>Microbispora</i>	<i>corallina</i>					1
				<i>Nonomuraea</i>	<i>monospora</i>					1
					<i>salmonea</i>					1
					<i>sp. ATCC 39727</i>					1
				<i>Sphaerisporangium</i>	<i>melleum</i>					1
				<i>Streptosporangium</i>	<i>album</i>					1
		Thermomonosporaceae	<i>Actinocorallia</i>	<i>longicatena</i>				1		
	Rubrobacteria	Gaiellales	Gaiellaceae	<i>Gaiella</i>	<i>occulta</i>				1	
	Thermoleophilia	Solirubrobacterales	Patulibacteraceae	<i>Patulibacter</i>	<i>ginsengiterrae</i>				1	
			Solirubrobacteraceae	<i>Solirubrobacter</i>	<i>ginsenosidimutans</i>					1
					<i>phytolaccae</i>					1
					<i>soli</i>					1
				<i>taibaiensis</i>				1		
Cyanobacteria	Cyanobacteria clis Incertae sedis	Nostocales	Nostocaceae	<i>Nostoc</i>	<i>punctiforme</i>				1	
			Bacillaceae	<i>Bacillus</i>	<i>abyssalis</i>				1	
					<i>cecembensis</i>					1
					<i>mycoides</i>	1				
					<i>circulans</i>			1		
					<i>dakarensis</i>					1
					<i>huizhouensis</i>					1
					<i>litoralis</i>	1				
					<i>muralis</i>					1
					<i>nealsonii</i>			1		
					<i>niacini</i>					1
					<i>psychrosaccharolyticus</i>					1
				<i>sp. FJAT-27997</i>					1	
				<i>vireti</i>					1	
				<i>Lysinibacillus</i>	<i>chungkukjangi</i>					1
					<i>contaminans</i>					1
					<i>manganicus</i>					1
					<i>massiliensis</i>					1

Firmicutes	Bacilli	Bacillales	Paenibacillaceae	<i>Oceanobacillus</i>	<i>luteolus</i>				1	
				<i>Psychrobacillus</i>	<i>psychrodurans</i>				1	
					<i>soli</i>			1		
				<i>Paenibacillus</i>	<i>Cohnella</i>	<i>arctica</i>				1
					<i>Paenibacillus</i>	<i>alginolyticus</i>				1
						<i>anaericanus</i>			1	
						<i>catalpae</i>				1
						<i>cellulosilyticus</i>			1	
						<i>endophyticus</i>				1
						<i>macquariensis</i>	1			
						<i>pectinilyticus</i>			1	
						<i>rhizoryzae</i>				1
						<i>sacheonensis</i>			1	
				Planococcaceae		<i>Paenisporosarcina</i>	<i>quisquilarum</i>			
					<i>Solibacillus</i>	<i>isranensis</i>				1
						<i>silvestris</i>			1	
					<i>Sporosarcina</i>	<i>contaminans</i>				1
						<i>koreensis</i>				1
				<i>soli</i>					1	
				Clostridiaceae	<i>Clostridium</i>	<i>algidicarnis</i>				1
						<i>arbusti</i>				1
						<i>bowmanii</i>				1
						<i>chromiireducens</i>			1	
						<i>puniceum</i>		1		
						<i>septicum</i>				1
						<i>thiosulfatireducens</i>			1	
				Eubacteriaceae	<i>Eubacterium</i>	<i>combesii</i>				1
Peptostreptococcaceae	<i>Clostridioides</i>	<i>mangenotii</i>				1				
	<i>Paeniclostridium</i>	<i>[Eubacterium] tenue</i>				1				
	<i>Ramboutsia</i>	<i>sedimentorum</i>				1				
		<i>timonensis</i>				1				
	<i>Sporacetigenium</i>	<i>mesophilum</i>				1				
<i>Terrisporobacter</i>	<i>petrolearius</i>				1					
Ruminococcaceae	<i>Ruminiclostridium</i>	<i>[Clostridium] hungatei</i>				1				
7	21	38	74	184	460	31	10	54	365	
						6,74	2,17	11,74	79,35	

Anexo 10. Clasificación de bacterias en el ecosistema bosque de pino.

REINO	PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	Benéficos	Patógenos	Usos ambientales	Sin Uso Definido							
	Acidobacteria	Acidobacteriia	Acidobacteriales	Acidobacteriaceae	<i>Acidicapsa</i>	<i>borealis</i>				1							
					<i>Edaphobacter</i>	<i>aggregans</i>			1								
					<i>Granulicella</i>	<i>dinghuensis</i>			1								
					<i>Stenotrophobacter</i>	<i>sapmiensis</i>			1								
					<i>Feruginibacter</i>	<i>terrae</i>			1								
			Bacteroidetes	Chitinophagia	Chitinophagales	Chitinophagaceae	<i>Panacibacter</i>	<i>profundus</i>					1				
							<i>Sediminibacterium</i>	<i>populi</i>			1						
							<i>Terrimonas</i>	<i>ginsenosidivorans</i>			1						
							<i>Chryseolinea</i>	<i>aquarii</i>			1						
							<i>Mucilaginibacter</i>	<i>artica</i>			1						
	Proteobacteria	Alphaproteobacteria					Rhizobiales	Rhizobiales	Caulobacterales	Caulobacteraceae	<i>Chryseolinea</i>	<i>lutea</i>			1		
											<i>Mucilaginibacter</i>	<i>serpens</i>			1		
											<i>Pedobacter</i>	<i>mallensis</i>			1		
											<i>Solitalea</i>	<i>nyackensis</i>			1		
											<i>Caulobacter</i>	<i>koreensis</i>			1		
			Proteobacteria	Alphaproteobacteria	Rhizobiales	Rhizobiales					Caulobacterales	Caulobacteraceae	<i>Phenylobacterium</i>	<i>mirabilis</i>		1	1
													<i>Phenylobacterium</i>	<i>profundus</i>		1	1
													<i>Phenylobacterium</i>	<i>immobile</i>		1	1
													<i>Phenylobacterium</i>	<i>mobile</i>		1	1
													<i>Phenylobacterium</i>	<i>muchangponense</i>		1	1
	Proteobacteria	Alphaproteobacteria					Rhizobiales	Rhizobiales	Caulobacterales	Caulobacteraceae			<i>Beijerinckia</i>	<i>indica</i>			1
													<i>Methylcapsa</i>	<i>palsarum</i>		1	
													<i>Methylcella</i>	<i>palustris</i>		1	
													<i>Afipia</i>	<i>bigiae</i>			1
													<i>Bosea</i>	<i>braomeae</i>			1
			Proteobacteria	Alphaproteobacteria	Rhizobiales	Rhizobiales					Caulobacterales	Caulobacteraceae	<i>Massilia</i>	<i>massiliensis</i>			1
													<i>Massilia</i>	<i>lathyr</i>		1	
													<i>Massilia</i>	<i>massiliensis</i>			1
													<i>Bradyrhizobium</i>	<i>canariense</i>	1		
													<i>Bradyrhizobium</i>	<i>ganzhueense</i>			1
	Proteobacteria	Alphaproteobacteria					Rhizobiales	Rhizobiales	Caulobacterales	Caulobacteraceae			<i>Bradyrhizobium</i>	<i>japonicum</i>	1		
													<i>Bradyrhizobium</i>	<i>oligotrophicum</i>	1		
													<i>Bradyrhizobium</i>	<i>vigna</i>	1		
													<i>Rhodopseudomonas</i>	<i>yuanningense</i>	1		
													<i>Taralapha</i>	<i>rhénobacensis</i>			1
			Proteobacteria	Alphaproteobacteria	Rhizobiales	Rhizobiales					Caulobacterales	Caulobacteraceae	<i>Pseudomonas</i>	<i>rabinae</i>			1
													<i>Pseudomonas</i>	<i>carboxydohydrogena</i>			1
													<i>Devosia</i>	<i>insulae</i>			1
													<i>Hyphomicrobium</i>	<i>limi</i>			1
													<i>Hyphomicrobium</i>	<i>facile</i>		1	
	Proteobacteria	Alphaproteobacteria					Rhizobiales	Rhizobiales	Caulobacterales	Caulobacteraceae			<i>Mesorhizobium</i>	<i>metallidurans</i>	1		
													<i>Mesorhizobium</i>	<i>ginsensoli</i>			1
													<i>Mesorhizobium</i>	<i>songali</i>			1
													<i>Mesorhizobium</i>	<i>shonense</i>			1
													<i>Phyllobacterium</i>	<i>thiogangneticum</i>		1	
			Proteobacteria	Alphaproteobacteria	Rhizobiales	Rhizobiales					Caulobacterales	Caulobacteraceae	<i>Phyllobacterium</i>	<i>bourgogne</i>	1		
													<i>Phyllobacterium</i>	<i>myrsinacearum</i>		1	
													<i>Kaistia</i>	<i>defluvi</i>			1
													<i>Kaistia</i>	<i>soil</i>			1
													<i>Rhizobium</i>	<i>azooxidifex</i>			1
	Proteobacteria	Alphaproteobacteria					Rhizobiales	Rhizobiales	Caulobacterales	Caulobacteraceae			<i>Rhizobium</i>	<i>hainanense</i>	1		
													<i>Rhizobium</i>	<i>herbae</i>			1
													<i>Rhizobium</i>	<i>mesosinicum</i>			1
													<i>Rhizobium</i>	<i>tibeticum</i>	1		
													<i>Rhizobium</i>	<i>tubonense</i>	1		
			Proteobacteria	Alphaproteobacteria	Rhizobiales	Rhizobiales					Caulobacterales	Caulobacteraceae	<i>Rhizobium</i>	<i>monachus</i>			1
													<i>Rhizobium</i>	<i>okinawensis</i>			1
													<i>Rhizobium</i>	<i>portucalensis</i>		1	
													<i>Rhizobium</i>	<i>wisconsinensis</i>			1
													<i>Paracoccus</i>	<i>pantotrophus</i>			1
	Proteobacteria	Alphaproteobacteria					Rhizobiales					Rhizobiales	Caulobacterales	Caulobacteraceae			<i>Acidisoma</i>			<i>tundrae</i>			1
													<i>Rhodospirillum</i>			<i>globiformis</i>		1
													<i>Rhodospirillum</i>			<i>ginsengisoli</i>			1
													<i>Rhodospirillum</i>			<i>massiliensis</i>			1
													<i>Reyranelia</i>			<i>soil</i>			1
			Proteobacteria	Alphaproteobacteria	Rhizobiales	Rhizobiales					Caulobacterales	Caulobacteraceae	<i>Rhizorhizobium</i>	<i>dicambivarans</i>		1	
													<i>Sphingobium</i>	<i>boeckii</i>			1
													<i>Sphingomonas</i>	<i>faucium</i>			1
													<i>Sphingomonas</i>	<i>glacialis</i>		1	
													<i>Sphingomonas</i>	<i>humanensis</i>			1
	Proteobacteria	Alphaproteobacteria					Rhizobiales					Rhizobiales	Caulobacterales	Caulobacteraceae			<i>Sphingomonas</i>	<i>lutea</i>			1
													<i>Sphingomonas</i>	<i>soil</i>			1
													<i>Sphingomonas</i>	<i>oligophenolica</i>		1	
													<i>Bordetella</i>	<i>bronchialis</i>			1
													<i>Burkholderia</i>	<i>alpina</i>			1
			Proteobacteria	Alphaproteobacteria	Rhizobiales	Rhizobiales					Caulobacterales	Caulobacteraceae	<i>Burkholderia</i>	<i>glebae</i>			1
													<i>Burkholderia</i>	<i>terrestris</i>			1
													<i>Caballeronia</i>	<i>utahensis</i>			1
													<i>Caballeronia</i>	<i>caffeinilytica</i>		1	
													<i>Paraburkholderia</i>	<i>caledonica</i>			1
	Proteobacteria	Alphaproteobacteria					Rhizobiales					Rhizobiales	Caulobacterales	Caulobacteraceae			<i>Paraburkholderia</i>	<i>sediminicola</i>			1
													<i>Paraburkholderia</i>	<i>xenovorans</i>		1	

				<i>Polaromonas</i>	<i>sp. B717</i>				1		
			Comamonadaceae	Variovorax	<i>boronicumulans</i>			1			
						<i>defluvii</i>				1	
						<i>ginsengisoli</i>			1		
						<i>soli</i>				1	
			Oxalobacteraceae	<i>Xenophilus</i>	<i>aerolatus</i>				1		
				<i>Massilia</i>	<i>niabensis</i>				1		
			Burkholderiales fam Incertae sedis	<i>Rhizobacter</i>	<i>fulvus</i>				1		
		Methylophilales	Methylophilaceae	<i>Methylotenera</i>	<i>mobilis</i>			1			
		Nitrosomonadales	Nitrosomonadaceae	<i>Nitrosomonas</i>	<i>nitrosa</i>			1			
Myxococcales		Sorangineae	Polyangiaceae	<i>Aetherobacter</i>	<i>rufus</i>						
		Nevskiales	Sinobacteraceae	<i>Povalibacter</i>	<i>uvarum</i>			1			
			Moraxellaceae	<i>Acinetobacter</i>	<i>johnsonii</i>			1			
		Pseudomonadales	Pseudomonadaceae	<i>Pseudomonas</i>	<i>corrugata</i>		1				
							<i>migulae</i>			1	
							<i>carboxydohydrogena</i>		1		
							<i>turukhanskensis</i>			1	
					<i>vancouverensis</i>				1		
		Xanthomonadales	Rhodanobacteraceae	<i>Dyella</i>	<i>japonica</i>				1		
			Xanthomonadaceae	<i>Lysobacter</i>	<i>ginsengisoli</i>			1			
Planctomycetes	Planctomycetia	Planctomycetales	Planctomycetaceae	<i>Schlesneria</i>	<i>paludicola</i>				1		
		Acidimicrobiales	lamiaceae	<i>Aquihabitans</i>	<i>daechungensis</i>				1		
		Catenulisporales	Catenulisporaceae	<i>Catenulispora</i>	<i>acidiphila</i>				1		
							<i>acidiphila</i>				1
							<i>graminis</i>				1
							<i>yoronensis</i>				1
		Corynebacteriales	Mycobacteriaceae	<i>Mycobacterium</i>	<i>asiaticum</i>				1		
							<i>bohemicum</i>				1
							<i>cookii</i>				1
							<i>cosmeticum</i>				1
							<i>flavescens</i>				1
							<i>boenickei</i>				1
							<i>frederiksbergense</i>		1		
							<i>gadium</i>				1
							<i>hippocampi</i>				1
							<i>hodleri</i>		1		
							<i>interjectum</i>				1
							<i>kubicae</i>				1
							<i>madagascariense</i>				1
							<i>monacense</i>				1
							<i>moriokaense</i>				1
							<i>pallens</i>		1		
							<i>rhodesiae</i>				1
							<i>sarraceniae</i>				1
							<i>sphagni</i>				1
							<i>takaiense</i>				1
							<i>tusciae</i>				1
							<i>alba</i>				1
						Nocardiaceae	<i>Nocardia</i>	<i>globerula</i>		1	
				<i>tenerifensis</i>						1	
				<i>vinacea</i>						1	
			Williamsiaceae	<i>Williamsia</i>	<i>jostii</i>			1			
						<i>qingshengii</i>			1		
					<i>faeni</i>				1		

Actinobacteria

Acidimicrobia

	family	genus	species				
Frankiales	Frankiaceae	<i>Frankia</i>	<i>inefficax</i>	1		1	
			<i>endophyticus</i>			1	
Geodermatophilales	Geodermatophilaceae	<i>Modestobacter</i>	<i>soli</i>			1	
			<i>colisei</i>			1	
Kineosporiales	Kineosporiaceae	<i>Angustibacter</i>	<i>marinus</i>			1	
			<i>multiseptatus</i>			1	
Micrococcales	Cellulomonadaceae	<i>Cellulomonas</i>	<i>terrae</i>	1		1	
	Intrasporangiaceae	<i>Janibacter</i>	<i>alkaliphilus</i>			1	
		<i>Knoellia</i>	<i>melonis</i>			1	
		<i>Oryzihumus</i>	<i>sinensis</i>			1	
		<i>Phycoccus</i>	<i>terrae</i>			1	
		<i>Terrabacter</i>	<i>ginsenosidimutans</i>			1	
		<i>Tetrasphaera</i>	<i>aerophilus</i>			1	
		<i>Agreia</i>	<i>lapilli</i>			1	
		<i>Agromyces</i>	<i>remis</i>			1	
		<i>Cryobacterium</i>	<i>pratensis</i>			1	
		<i>Curtobacterium</i>	<i>salentinus</i>			1	
	Microbacteriaceae	<i>Diaminobutyricbacter</i>	<i>mesophilum</i>			1	
		<i>Frigoribacterium</i>	<i>oceanosedimentum</i>			1	
		<i>Herbiconiux</i>	<i>tongyongensis</i>			1	
		<i>Leifsonia</i>	<i>jaeni</i>			1	
			<i>ginsengii</i>			1	
			<i>lichenia</i>			1	
			<i>naganoensis</i>			1	
			<i>psae</i>	1		1	
		<i>Lysinibacter</i>	<i>psychrotolerans</i>			1	
		<i>Lysinimonas</i>	<i>cavernae</i>			1	
	Micrococcaceae	<i>Microbacterium</i>	<i>kribbensis</i>			1	
		<i>Microterricola</i>	<i>soli</i>			1	
		<i>Okibacterium</i>	<i>pumilum</i>			1	
		<i>Salinibacterium</i>	<i>viridarii</i>			1	
			<i>fritillariae</i>			1	
			<i>xinjiangense</i>			1	
			<i>alkaliphilus</i>			1	
			<i>globiformis</i>			1	
			<i>pascens</i>			1	
			<i>Paeniglutamibacter</i>	<i>keruelensis</i>	1		1
	Micromonosporales	Micromonosporaceae	<i>Promicromonospora</i>	<i>iranensis</i>			1
			<i>Xylanimicrobium</i>	<i>pachnadae</i>			1
			<i>Actinoplanes</i>	<i>derwentensis</i>			1
				<i>digitatis</i>			1
				<i>friulensis</i>			1
			<i>Asanoa</i>	<i>toeensis</i>			1
			<i>Catellatospora</i>	<i>ishikariensis</i>			1
			<i>Dactylosporangium</i>	<i>chokoriensis</i>			1
			<i>Hamadaea</i>	<i>thailandense</i>			1
<i>Krasnikovia</i>			<i>tsunoensis</i>			1	
<i>Luedemannella</i>			<i>cinnamomea</i>			1	
<i>Phytohabitans</i>			<i>flava</i>			1	
			<i>flavus</i>			1	
			<i>suffusus</i>			1	
			<i>Pillimella</i>	<i>columellifera</i>	1		1
	<i>Rhizocola</i>	<i>hellebori</i>			1		
	<i>Virgisporangium</i>	<i>aurantiacum</i>			1		
Nakamurellales	Nakamurellaceae	<i>Nakamurella</i>	<i>flavida</i>			1	
		<i>Aeromicrobium</i>	<i>multipartita</i>			1	
Propionibacteriales	Nocardioideaceae	<i>Kribbella</i>	<i>ginsengsoli</i>			1	
			<i>ginsengsoli</i>			1	
			<i>qitaiheensis</i>			1	
		<i>Marmoricola</i>	<i>swartbergensis</i>			1	
			<i>aequoreus</i>			1	
			<i>aquaticus</i>			1	
		<i>Nocardioides</i>	<i>bigeumensis</i>			1	
			<i>pocheoneis</i>			1	
			<i>endophyticus</i>			1	
			<i>halotolerans</i>			1	
			<i>iranomatensis</i>			1	
			<i>islandensis</i>			1	
			<i>kribbensis</i>			1	
			<i>massiliensis</i>			1	
			<i>aurantiacus</i>			1	
Propionibacteriaceae	<i>Microlunatus</i>	<i>ginsengsoli</i>			1		
	<i>Actinomycetospora</i>	<i>chibensis</i>			1		
Pseudonocardiales	Pseudonocardiaceae	<i>Amycolatopsis</i>	<i>balhimycina</i>			1	
		<i>Kibdelosporangium</i>	<i>lantanae</i>			1	
		<i>Kutzneria</i>	<i>chonburiensis</i>			1	
		<i>Lentzea</i>	<i>waywayandensis</i>	1		1	
		<i>atroaurantina</i>			1		

BACTERIA	Streptomycetales	Streptomycetales	Streptomycetales	Streptomycetales	Streptomycetales	<i>Kitasatospora</i>	<i>atroaurantiaca</i>				1	
							<i>medicidica</i>				1	
							<i>paranensis</i>				1	
						Streptomyces		<i>abietis</i>				1
								<i>albosporeus</i>				1
								<i>amakusaensis</i>				1
								<i>atratus</i>				1
								<i>aureus</i>			1	
								<i>chumphonensis</i>				1
								<i>ferraltis</i>				1
								<i>gelaticus</i>				1
								<i>glauciniger</i>			1	
								<i>flavogriseus</i>				1
								<i>lydicus</i>	1			
								<i>olivochromagenes</i>				1
								<i>peucetius</i>				1
								<i>phaeopurpureus</i>				1
								<i>prunicolor</i>				1
								<i>pulveraceus</i>				1
								<i>sanglieri</i>				1
								<i>scabrisporus</i>				1
		<i>tauricus</i>					1					
		<i>virginiae</i>					1					
		<i>yanglinensis</i>				1						
	Streptosporangiales	Streptosporangiaceae	<i>Acrocarpospora</i>	<i>corrugata</i>			1					
			<i>Herbidospora</i>	<i>sakaeratensis</i>			1					
			<i>Microbispora</i>	<i>corallina</i>			1					
			<i>Nonomuraea</i>	<i>monospora</i>			1					
				<i>salmonea</i>			1					
				<i>Sphaerisporangium</i>	<i>melleum</i>			1				
		Thermomonosporaceae	<i>Streptosporangium</i>	<i>album</i>			1					
				<i>bryophytorum</i>			1					
			<i>Actinoallomurus</i>	<i>vinaceus</i>			1					
			<i>yoronensis</i>			1						
Rubrobacteria	Gaiellales	Gaiellaceae	<i>Gaiella</i>	<i>occulta</i>				1				
Thermoleophilia	Solirubrobacterales	Solirubrobacteraceae	<i>Solirubrobacter</i>	<i>ginsenosidimitans</i>				1				
				<i>soli</i>				1				
Firmicutes	Bacilli	Bacillales	Bacillaceae	<i>Bacillus</i>	<i>gossypii</i>				1			
					<i>muralis</i>				1			
					<i>psychrosaccharolyticus</i>				1			
					<i>vireti</i>				1			
					<i>Psychrobacillus</i>	<i>psychrodurans</i>			1			
					<i>soli</i>			1				
				Paenibacillaceae	<i>Cohnella</i>	<i>arctica</i>			1			
						<i>alginolyticus</i>			1			
						<i>castaneae</i>			1			
						<i>pectinilyticus</i>			1			
					<i>rhizoryzae</i>			1				
					<i>sacheonensis</i>			1				
			Planococcaceae	<i>Solibacillus</i>	<i>isronensis</i>			1				
				<i>Sporosarcina</i>	<i>contaminans</i>			1				
					<i>koreensis</i>			1				
				<i>Sporosarcina</i>	<i>psychrophila</i>			1				
				<i>Viridibacillus</i>	<i>arvi</i>			1				
			Lactobacillales	Streptococcaceae	<i>Streptococcus</i>	<i>thermophilus</i>				1		
			Clostridia	Clostridiales	Clostridiaceae	<i>Clostridium</i>	<i>bowmanii</i>				1	
					Peptostreptococcaceae	<i>Romboutsia</i>	<i>sedimentorum</i>				1	
			Negativicutes	Selenomonadales	Sporomusaceae	<i>Pelosinus</i>	<i>propionicus</i>				1	
	6	14	37	62	140	275	12	5	39	218		
							4,36	1,82	14,18	79,27		