



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

ANÁLISIS DE CONSORCIOS BACTERIANOS Y GRUPOS FUNCIONALES ASOCIADOS A LA RIZÓSFERA DE LA PAPA (*Solanum tuberosum*), VAR. LEONA BLANCA EN EL PISO ALTITUDINAL A 3400 MSNM. COTOPAXI 2021.

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de
Ingeniera Agrónoma

Autora:

Ortiz Fierro Amanda Maricela

Tutor:

Chasi Vizuete Wilman Paolo Ing. M.Sc.

LATACUNGA-ECUADOR

Agosto 2021

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Amanda Maricela Ortiz Fierro, con cédula de ciudadanía No. 1751561067, declaro ser autora del presente proyecto de investigación: **Análisis de consorcios bacterianos y grupos funcionales asociados a la rizosfera de la papa (*Solanum tuberosum*), Var. leona blanca en el piso altitudinal a 3400 msnm. Cotopaxi 2021**, siendo el Ingeniero. M.Sc. Wilman Paolo Chasi Vizuite, Tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 19 de agosto del 2021.

Amanda Maricela Ortiz Fierro

Estudiante

CC: 1751561067

Ing. M.Sc. Wilman Paolo Chasi Vizuite

Docente Tutor

CC: 0502409725

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **ORTIZ FIERRO AMANDA MARICELA**, identificada con cedula de ciudadanía. No **1751561067**, de estado civil soltera y con domicilio en la ciudad de Quito, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, el Ingeniero. Ph.D. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - **LA CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de **Ingeniería Agronómica**, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “**Análisis de consorcios bacterianos y grupos funcionales asociados a la rizosfera de la papa (*Solanum tuberosum*), Var. leona blanca en el piso altitudinal a 3400 msnm. Cotopaxi 2021.**”. la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

Historial académico. - El Inicio de la carrera: Octubre 2016- Marzo 2017, Finalización de la carrera: Abril 2021-Agosto 2021.

Aprobación en Consejo Directivo: 20 de mayo del 2021

Tutor: Ing. M.Sc. Wilman Paolo Chasi Vizueté

Tema: “**Análisis de consorcios bacterianos y grupos funcionales asociados a la rizósfera de la papa (*Solanum tuberosum*), Var, leona blanca en el piso altitudinal a 3400 msnm. Cotopaxi 2021**”.

CLÁUSULA SEGUNDA. - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **LA CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO: Por el presente contrato **LA CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- f) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA CEDENTE** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA/EL CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 19 días del mes de agosto del 2021.

Amanda Maricela Ortiz Fierro

EL CEDENTE

Ing. Ph.D. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez

EL CESIONARIA

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Proyecto de Investigación con el título:

“ANÁLISIS DE CONSORCIOS BACTERIANOS Y GRUPOS FUNCIONALES ASOCIADOS A LA RIZÓSFERA DE LA PAPA (*Solanum tuberosum*), VAR. LEONA BLANCA EN EL PISO ALTITUDINAL A 3400 MSNM. COTOPAXI 2021.”, de

Ortiz Fierro Amanda Maricela, de la carrera de Ingeniería Agronómica considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 19 de agosto del 2021

Ing. M.Sc. Wilman Paolo Chasi Vizuete

DOCENTE TUTOR

CC: 0502409725

AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, la postulante: Ortiz Fierro Amanda Maricela, con el título del Proyecto de Investigación: “**ANÁLISIS DE CONSORCIOS BACTERIANOS Y GRUPOS FUNCIONALES ASOCIADOS A LA RIZÓSFERA DE LA PAPA (*SOLANUM TUBEROSUM*), VAR. LEONA BLANCA EN EL PISO ALTITUDINAL A 3400 MSNM. COTOPAXI 2021.**”, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga 19 de agosto del 2021

Lector 1 (Presidente)

Ing. Mg. Guido Euclides Yauli Chicaiza
CC: 0501604409

Lector 2

Ing. Ph.D. Carlos Javier Torres Miño
CC: 0502329238

Lector 3

Ing. Mg. Hernán Francisco Chancusig
CC: 0501883920

AGRADECIMIENTO

En el presente trabajo investigativo quiero agradecer a mis padres por el apoyo que me han brindado durante toda mi formación académica, la paciencia que me han tenido, y a mi madre que con sus palabras a sabido guiarme y motivarme a ser la persona que soy hoy en día , a mi padre por apoyarme incondicionalmente durante el transcurso de mi vida con su cariño, y consejos siempre me han sabido alentar para no rendirme y seguir en mis estudios , y una agradecimiento especial a mi hermano por el apoyo incondicional que me brinda, a no derrumbarme, continuar y valentía para seguir con mi formación académica.

Además, un agradecimiento especial a mi Tutor Ing. M.Sc Wilman Paolo Chasi Vizuite por su paciencia durante el proceso de elaboración de este Proyecto y apoyo durante todo el transcurso de mi carrera.

A mí querida y amada institución “Universidad Técnica de Cotopaxi” que me permitió adquirir nuevos conocimientos y formarme académicamente durante todo este tiempo. “Gracias”

Amanda Maricela

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi padre Mario Ortiz Cují, a mi madre Ney Inés Fierro Fierro y a mi hermano Wellington Rubén Ortiz Fierro quienes con esfuerzo y sacrificio han sabido brindarme todas las facilidades para poder formarme y llegar a este punto de mi vida, logrando encaminarme como una persona profesional a pesar de todos los problemas e inconvenientes siempre han sabido estar a mi lado.

Además, a todas aquellas personas que supieron estar conmigo brindándome sus palabras de apoyo y consejos de aliento constante.

Finalmente dedico este trabajo a mis sobrinos Paula Carolina Ortiz Granada, Joao Alejandro Ortiz Granada. que siempre con su sonrisa, me alientan a seguir en este largo recorrido de igual manera a Diana Carolina Granada Pachacama que siempre me motivo a no rendirme en los momentos difíciles y brindarme su mano para cumplir mi objetivo, a mi querida Universidad Técnica de Cotopaxi que me supo abrir sus puertas para formarme en sus prestigiosas aulas cada día.

Amanda Maricela

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TITULO: “ANÁLISIS DE CONSORCIOS BACTERIANOS Y GRUPOS FUNCIONALES ASOCIADOS A LA RIZOSFERA DE LA PAPA (*Solanum tuberosum*), VAR. LEONA BLANCA EN EL PISO ALTITUDINAL A 3400 MSNM. COTOPAXI 2021.”

AUTOR: Ortiz Fierro Amanda Maricela

RESUMEN

La presente investigación se realizó en el piso altitudinal de 3400 msnm en la comunidad de Cuturuvi Chico, provincia de Cotopaxi, como objetivo, identificar consorcios bacterianos y grupos funcionales asociados a la rizosfera del cultivo de la papa en la variedad leona blanca. Se utilizó medios específicos por grupo funcional en muestras de suelo y raíz, donde mediante la metodología de (Bernal, 2005) como: (Microbiota total se utiliza Agar Nutritiva, Bacterias fijadoras de nitrógeno se utiliza Watanabe, Bacterias Solubilizadoras de fósforo se utiliza Agar Ramos Callao y Hongos se utiliza Rosa de Bengala y Actinomiceto se utilizó Agar Caseína). Para la identificación genómica del suelo se utilizó secuenciación del gen 16S ARN para la determinación de taxones por familia, género, especie en la muestra de suelo. Adicional para conocer el estado de composición del suelo se realizó un análisis físico-químico que se fue procesado en el laboratorio del INIAP, de los datos obtenidos en la investigación se puede decir que se identificaron tres familias representativas *Enterobacteriaceae*, *Xanthomonadaceae* con lecturas acumulativas de 34.238, y 2.009 los géneros más representativos fueron *Raoultella* con lecturas acumulativas de 1,949 y la especie con mayor abundancia fue *Raoultella ornithinolytica* con lectura de 1,097. De esta manera se contribuye a la caracterización de la biodiversidad de bacterias y hongos de piso alto andino a las condiciones en la que se encuentra los microorganismos. El grupo funcional con mayor número de colonias en el cultivo de papa de suelo en el piso altitudinal descrito anteriormente fueron las Solubilizadoras de fósforo seguido de pseudomonas en la determinación de colonias por grupo funcional, lo que nos permite determinar que existe una mayor cantidad de Solubilizadoras de fósforo en relación al resto de los grupos funcionales en estudio. En Unidades Formadoras de Colonias por gramo de suelo (UFC * gr-1), encontramos Solubilizadoras de fósforo y microbiota de suelo en raíz y suelo lo que nos permite determinar que existe una mayor cantidad de microorganismos asociados a la rizosfera de la papa en la muestra de suelo.

Palabras claves: Grupos funcionales, Rizosfera, Cultivo de papa.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES

THEME: "ANALYSIS OF BACTERIAL CONSORCIUM AND FUNCTIONAL GROUPS ASSOCIATED WITH THE RHIZOSPHERE OF POTATO (*Solanum tuberosum*), VAR. LEONA BLANCA IN THE ALTITUDINAL FLOOR AT 3400 MASL. COTOPAXI 2021."

AUTHOR: Ortiz Fierro Amanda Maricela

ABSTRACT

This research was conducted at an altitude of 3400 meters above sea level at Cuturuvi Chico town, Cotopaxi province, with the objective of identifying bacterial consortia and functional groups associated with the rhizosphere of the potato crop in leona blanca variety. Specific media were used by functional group in soil and root samples, using the methodology of (Bernal, 2005) such as: (Total microbiota using Nutrient Agar, nitrogen-fixing bacteria using Watanabe, phosphorus solubilizing bacteria using Ramos Callao Agar and fungi using Rose Bengal and Actinomycete using Casein Agar). For genomic identification of the soil, 16S RNA gene sequencing was used to determine taxa by family, genus and species in the soil sample. In addition, in order to know the state of soil composition, a physical-chemical analysis was carried out and processed in the INIAP laboratory. Xanthomonadaceae with cumulative readings of 34,238, and 2,009 the most representative genera were Raoultella with cumulative readings of 1,949 and the species with the highest abundance was Raoultella ornithinolytica with a reading of 1,097. It contributes to the biodiversity characterization bacteria and fungi of the high Andean floor to the conditions in which the microorganisms are found. The functional group with the greatest number of colonies in the potato crop in the soil at the altitudinal level described above were the phosphorus solubilizers followed by pseudomonads in the determination of colonies per functional group, which allows us to determine there is a greater number of phosphorus solubilizers in relation to the rest of the functional groups under study. In Colony Forming Units per gram of soil (UFC * gr⁻¹), we found phosphorus solubilizers and soil microbiota in root and soil, which allows us to determine that there is a greater amount of microorganisms associated with the potato rhizosphere in the soil sample.

Key words: Functional groups, Rhizosphere, Potato crop.

INDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	vi
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	vii
AGRADECIMIENTO.....	viii
DEDICATORIA.....	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xi
1. INFORMACIÓN GENERAL.....	1
1.1. Línea de investigación	2
1.1.1. Línea:	2
1.1.2. Sub línea de investigación de la Carrera.....	2
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	3
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
4. JUSTIFICACIÓN	5
5. OBJETIVOS.....	6
5.1. Objetivo general.....	6
5.2. Objetivos Específicos	6
6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....	7
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA.....	8
7.1. GRUPOS FUNCIONALES	8
7.1.1. Microbiota del suelo.....	8
7.1.2. Hongos.....	8
7.1.3. Solubilizadoras de fósforo	8
7.1.4. Bacterias celulíticas	9
7.1.5. Actinomicetos.....	9
7.1.6. Bacterias fijadoras de nitrógeno.....	9
7.1.7. Pseudomonas.....	10
8. INTERFASE SUELO- RAÍZ.....	10
9. RIZÓSFERA.....	10

9.1. Características de la rizósfera.....	11
10. QUÉ SON LAS BACTERIAS	11
11. CONSORCIOS BACTERIANOS	11
12. RIZOBACTERIAS PROMOTORAS DE CRECIMIENTO VEGETAL	11
13. CARACTERÍSTICAS GENERALES	12
13.1. Origen de la papa	12
14. METODOLOGÍA	13
16. ANÁLISIS Y RESULTADOS	20
BIBLIOGRAFIA	41
ANEXOS.....	46

INDICE DE TABLAS

Tabla No.-1. Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados	20
Tabla No.- 2 Clasificación taxonómica de la papa.....	24
Tabla No.-3. Tabla de las 10 familias con mayor incidencia representativa en el árbol taxonómico a 3400 msnm. con el 0.1% de abundancia del taxon 10.	34
Tabla No.-4. Tabla de los 10 géneros con mayor incidencia representativa en el árbol taxonómico a 3400 msnm. con el 0.1% de abundancia del taxon 10.	36
Tabla No.-5. Tabla de 10 especies con mayor representación en el árbol taxonómico a 3400 msnm en el cultivo de papa Var. Leona blanca.	38

INDICE DE FIGURAS

Figura No. – 1. Var. Leona blanca.	12
Figura No. - 2. Ubicación geográfica.....	13
Figura No. – 3. Proceso de diluciones seriadas y conteo de UFC * gr-1 de suelo.	18
Figura No. -4. Árbol taxonómico por familias del NCBI para bacterias en el piso altitudinal a 3400 msnm con el 0.1% de abundancia del taxon 10.....	20
Figura No. – 5. Árbol taxonómico por géneros del NCBI en el piso altitudinal a 3400 msnm, nos muestra los 10 taxones representativo con el 0.1% de abundancia del taxon 10.	22

Figura No. - 6. El Árbol taxonómico por especie del NCBI en el piso altitudinal a 3400 msnm nos muestra los 10 primeros taxones representativo con el 0.1% de abundancia del taxon 10.24

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico No. -1. Concentración de colonias *gr ⁻¹ de Población total de hongos.....	26
Gráfico No -2. Concentración de UFC *gr de Población total de hongos.	27
Gráfico No -3. Concentración de colonias Solubilizadoras de fosforo	28
Gráfico No.-4. Concentración de UFC *gr de Solubilizadoras de fósforo	28
Gráfico No.-5. Concentración de colonias *gr ⁻¹ de Pseudomonas.	29
Gráfico No.-6. Concentración UFC*gr ⁻¹ Pseudomonas	30
Gráfico No- 7. Concentración de colonias de Actinomicetos.....	31
Gráfica No -8. Concentración de UFC*gr ⁻¹ Actinomicetos	31
Gráfico No.-9. Concentración de colonias de población total de bacterias.	32
Gráfico No. -10. Concentración de UFC*gr ⁻¹ en población total de bacterias.....	33
Gráfico No. -11. Concentración de colonias de Bacterias celulíticas.....	34
Gráfico No. -12. Concentración de UFC*gr bacterias celulíticas	34
Gráfico No. -13. Concentración de colonias de fijadoras de nitrógeno (UFC*gr).....	35
Gráfico No. -14. Concentración de UFC*gr de fijadoras de nitrógeno.	36
Gráfico.No.-15. Determinación de colonias*gr ⁻¹ de suelo en diferente grupo funcional.....	37
Gráfico No. -16. Determinación de UFC*gr ⁻¹ suelo en diferente grupo funcional.....	38

INDICE DE ANEXOS

Anexo No. -1. Metodología de Bernal (medios de cultivo).....	46
Anexo No. -2. Recolección de muestras en la rizosfera del cultivo de papa a un piso altitudinal de 3400 msnm Var. Leona Blanca.....	52
Anexo No. -3. Selección de muestras en laboratorio de microbiología.....	52
Anexo No. -4. Preparacion de los medios de cultivo por grupo funcional.	53
Anexo No. -5. Siembra e Incubación de los medios de cultivo a 27°C por 15 a 20 días.	54
Anexo No. - 6. Resultados obtenidos después de 15 días a 20 días.	55
Anexo No. -7. Conteo de UFC* gr ⁻¹ de suelo en la cámara de new neubauer	56
Anexo No. -8. Tablas de ingreso de número de UFC* gr de suelo y colonias por grupo funcional	57
Anexo No. - 9. Análisis de suelo.....	73
Anexo No. - 10. Analisis genómico (CIBE).....	73
Anexo No. -11. Cronograma de actividades.....	75
Anexo No. - 12. Aval de traducción.....	75

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

“ANÁLISIS DE CONSORCIOS BACTERIANOS Y GRUPOS FUNCIONALES ASOCIADOS A LA RIZOSFERA DE LA PAPA (*Solanum tuberosum*), VAR. LEONA BLANCA EN EL PISO ALTITUDINAL A 3400 MSNM. COTOPAXI 2021”

Fecha de inicio:

Abril del 2021

Fecha de finalización:

Agosto 2021.

Lugar de ejecución:

Localidad Cuturubi Chico- Cantón Pujili – Provincia de Cotopaxi.

Facultad que auspicia:

Facultad De Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.

Carrera que auspicia:

Ingeniería Agronómica.

Proyecto de investigación vinculado:

Proyecto “ANÁLISIS DE CONSORCIOS BACTERIANOS Y GRUPOS FUNCIONALES ASOCIADOS A LA RIZÓSFERA DE LA PAPA (*Solanum tuberosum*), VAR. LEONA BLANCA EN EL PISO ALTITUDINAL A 3400 MSNM. COTOPAXI 2021”.

Equipo de Trabajo:

Responsable del Proyecto Ing. Mg. Wilman Paolo Chasi Vizquete.

Tutor: Ing. Mg. Paolo Wilman Chasi Vizquete

Lector 1: Ing.Mg. Guido Euclides Yauli Chicaiza

Lector 2: Ing. Ph.D. Carlos Javier Torres Miño

Lector 3: Ing. Mg. Hernán Francisco Chancusig

Coordinador del Proyecto

Nombre: Amanda Maricela Ortiz Fierro

Teléfonos: 0985809229

Correo electrónico: amanda.ortiz1067@utc.edu.ec

Área de Conocimiento:

1.1. Línea de investigación

1.1.1. Línea:

Análisis, conservación y aprovechamiento de la biodiversidad local.

1.1.2. Sub línea de investigación de la Carrera.

Caracterización de la biodiversidad

2. DESCRIPCION DEL PROYECTO

El presente proyecto consistió en el análisis de consorcios bacterianos y la determinación de grupos funcionales presentes en la rizosfera de la papa, los grupos funcionales encontrados fueron, bacterias fijadoras de nitrógeno, bacterias Solubilizadoras de fósforo, hongos, actinomiceto, bacterias celulíticas, pseudomonas, así como también se determinó microbiota total. en los cuales se realizó el conteo de colonias y UFC*gr de suelo por cada uno de los grupos anteriormente descritos.

Las muestras recolectadas fueron tomadas dentro de la Provincia de Cotopaxi, localidad de Cuturuvi Chico, a una altitud de 3400 msnm donde dicho sector tiene como principal rubro económico el cultivo de la papa donde se recolecto dos muestras , una de raíz y una de suelo de la variedad leona blanca para la determinación de los grupos funcionales y adicionalmente dos muestras de la rizosfera para los análisis metagenómicos y composicionales del suelo. , estos análisis se los realizó en el laboratorio de microbiología de la universidad técnica de Cotopaxi , en el laboratorio del centro de investigaciones biotecnológicas del Ecuador (CIBE) y Departamento de Suelos, Plantas y Aguas (INIAP) Respectivamente.

Para el análisis de los diferentes grupos funcionales se tomó la metodológica de (Bernal., 2015) donde se utilizó para :

1. Bacterias fijadoras.
2. Bacterias Solubilizadoras de nitrógeno.
3. Hongos.
4. Actinomiceto.
5. Bacterias celulíticas.
6. Pseudomonas.
7. Microbiota total

Se utilizó medios de cultivos como Agar Nutritivo, Rosa de Bengala, Agar Ramos Callao, B de king, Agar Extracto de Suelo, Watanabe, Agar Caseína. (Bernal., 2015).

De los grupos funcionales antes mencionados se realizó cinco repeticiones en suelo y raíz más un testigo blanco donde obtuvimos las UFC *gr⁻¹ por muestra.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Según (Ferrera & Alarcón, 2001) dice que en la actualidad, el continuo deterioro del suelo ha tenido un impacto negativo en la comunidad microbiana del suelo y ha causado pérdidas económicas en las áreas agrícolas, debido a los efectos adversos de los fertilizantes químicos sobre el suelo. Por lo tanto, es importante estudiar la relación entre microorganismos-planta ya que permite establecer relación entre el tipo de suelo, especies de plantas y grupos microbianos relacionados.

El mayor problema es la erosión del suelo, con el consiguiente desgaste físico, pérdida de la base nutrimental y húmica, como de la actividad microbiana, comprometiendo su fertilidad y productividad en detrimento de la seguridad y soberanía agroalimentaria de la sociedad ecuatoriana.(Ferrera & Alarcón, 2001) .

La papa (*Solanum tuberosum.*) es uno de los cultivos alimenticios más importantes a nivel mundial, ocupa el cuarto lugar en importancia como alimento, después del maíz, el trigo y el arroz. En el 2015, la producción de papa del Ecuador fue de 345,900 t en una superficie de 49.371 ha. El área sembrada en la Sierra ecuatoriana fue de 98.56%, mientras que en la Costa y en la región Oriental fue de 1.11% y el 0.33% respectivamente. Carchi, fue la provincia de mayor producción, con un aporte del 28% del total nacional, seguida de Chimborazo (23%), Cotopaxi (18%), Pichincha (12%) y Tungurahua (10%). Las provincias restantes de la Sierra reportaron producciones bastante más bajas. El rendimiento promedio del cultivo a nivel nacional fue de 7.3 t/ha, que esconde una gran variabilidad entre provincias. (Ferrera & Alarcón, 2001) .

La Provincia de Cotopaxi con un aporte del 18% del total nacional, es considerada como una potencia agrícola de la sierra centro del Ecuador, por lo que la agricultura es una de las mayores actividades que sustentan el desarrollo económico de la misma es por esto que el suelo es uno de los componentes del medio fuertemente afectado cuando no existe un manejo adecuado de los recursos naturales. Son muchas las consecuencias de un mal manejo que repercuten directamente en el suelo, entre éstas destacan la erosión, compactación, salinidad, disminución de fertilidad, etc. Todas estas pueden ser englobadas en una sola: la degradación del suelo. (Naturales, 2017) .

4. JUSTIFICACIÓN

La papa es uno de los rubros importantes de los sistemas de producción de la sierra ecuatoriana, constituye una fuente importante de alimentación e ingresos para la familia campesina. El cultivo de papa se realiza en alturas comprendidas entre los 2700 a 3400 msnm, a lo largo del callejón interandino; sin embargo, los mejores rendimientos se presentan en zonas ubicadas entre los 2900 y los 3300 msnm, donde las temperaturas fluctúan entre 9 y 11°C (Andrade et al., 2002; Devaux et al., 2010; (Bolaños A, 2015).

Actualmente, la diversidad de papa en el país proviene de la agricultura familiar, siendo una fuente de sustento para miles de agricultores en medio de la pandemia de covid-19 y la apremiante situación económica que el país vive en la actualidad. Este cultivo es importante, también, porque puede soportar sequías, heladas. Es decir, es más resistente y adaptable al cambio climático. (El Telégrafo, 2019).

La vegetación es uno de los factores más importante que incide en la dinámica de las comunidades microbianas del suelo y que actúa como regulador de la microflora edáfica (Remacle y De Leval, 1975). El papel fundamental de la comunidad microfísica se debe al aporte de materia orgánica mediante la deposición de las hojas y de otros restos vegetales, también por el lavado de las hojas a través del agua de lluvia, así como por la liberación radical de sustratos carbonados (Franklin y Waring, 1980).

La raíz se puede considerar como la interfase entre la vida terrestre y el sustrato mineral que aporta un número elevado de elementos esenciales (Epstein, 1972). El estudio de la interacción entre el sistema radical de una planta y su inmediato entorno edáfico es técnicamente difícil e implica un enfoque multidisciplinario para evaluar los factores que influyen sobre las características de la zona de contacto directo entre suelo y raíz.

(Pozuelo, 1991), señala que el medio que forman las raíces para la comunidad microbiana es muy inestable. Las raíces cuando crecen cambian y evolucionan creando muchos tipos de hábitats; por ello determinan la densidad y diversidad de la comunidad bacteriana rizosférica junto con las condiciones físico-químicas del medio edáfico.

El área de las micorrizas se encuentra en una situación de avance de las investigaciones, tratando de obtener cepas eficientes en el biocontrol contra patógenos y como biofertilizantes. Es verdad que en el mercado existe una gama amplia de productos a base de micorrizas importadas del exterior y de otros microorganismos con una versatilidad increíble y milagrosa a la vez. Lamentablemente un buen número de estos productos comerciales no funcionan bajo condiciones propias ejemplo el clima y/o el suelo del Ecuador, creando la necesidad de llevar a cabo proyectos nacionales de investigación específicos en cada región (Bernal Gómez, 2006).

El conocimiento que tenemos hoy en día sobre la estructura de las comunidades microbianas que integran los agroecosistemas, a nivel de composición, distribución y función, es muy escaso, pero suficiente como para poner de manifiesto su importancia. Así pues, la estructura de la comunidad microbiana de un ecosistema se puede considerar el indicador biológico más sensible del estado del mismo, puesto que reacciona de manera rápida y reproducible en respuesta a los impactos antropogénicos realizados sobre él. (Nuria Bonilla, 2012).

Por todo lo expuesto anteriormente, y contestando a las interrogantes antes planteadas, en los diferentes pisos altitudinales, se identificarán los consorcios bacterianos y grupos funcionales asociados a la rizosfera de la papa (*Solanum tuberosum*).

5. OBJETIVOS

5.1. Objetivo general

Analizar los consorcios bacterianos y grupos funcionales asociados a la rizosfera de la papa (*Solanum tuberosum*).

5.2. Objetivos Específicos

1. Identificar los consorcios bacterianos asociados a la rizosfera de la papa.
2. Determinar los grupos funcionales asociados a la rizosfera de la papa.

Tabla No. - 1. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	ACTIVIDAD (TAREAS)	RESULTADO DE LA ACTIVIDAD	MEDIO DE VERIFICACIÓN
Identificar los consorcios bacterianos asociados a la rizosfera de la papa.	<ul style="list-style-type: none"> • Delimitación del área de estudio. • Muestreo de la rizosfera del cultivo de papa. • Análisis genómico microbiano • Agrupación de consorcios microbianos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Agrupación taxonómica de consorcios microbianos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Árbol de taxonomía del NCBI para las bacterias identificadas.
Determinar los grupos funcionales asociados a la rizosfera de la papa.	<ul style="list-style-type: none"> • Escoger la metodología específica de identificación de grupos funcionales. • Preparación de medios de cultivos específicos para cada grupo funcional a encontrar. • Preparación de la muestra para recuento de UFC. • Preparación de diluciones seriadas • Determinación de la concentración UFC. 	<ul style="list-style-type: none"> • Grupos funcionales identificados. • Conteo de UFC por grupo funcional • Conteo de UFC por gramo de suelo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Memoria fotográfica y tabla de grupos funcionales identificados. • Tabla de conteo.

Elaborado por: Ortiz, Nasimba, Cruz & Chiquimba, 2020

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA

7.1. GRUPOS FUNCIONALES

Participan de manera directa o indirecta en diferentes etapas de los ciclos de nutrientes siendo parte del proceso de revegetalización y recirculación de la materia orgánica, con la interacción entre si con la planta, factores físicos y químicos del suelo. indicadores de calidad edáfica o como herramienta biotecnológica disponible para reducir su erosión. (Beltrán Pineda et al., 2017).

También funcionan como organismos, bioindicadores para identificar turbios en el suelo o la fertilidad a nivel biológico. (Beltrán Pineda & Lizarazo-Forero, 2014). Permitiendo la restauración de suelos contaminados por varios factores o en proceso de descertificación con el objetivo de mejorar las propiedades física -químicas del ente vivo el suelo.

7.1.1. Microbiota del suelo.

Los microorganismos son una parte importante del sistema agrícola y desempeñan un papel esencial en la rizosfera, que se define como la zona del suelo donde el sistema radical de cualquier planta incide sobre la población y actividad microbiana. (Rodríguez-Sahagún et al., 2020).

7.1.2. Hongos

Los hongos son microorganismos específicos dominantes en el suelo carente de raíces por su biomasa, su actividad metabólica del entorno radical y procesos de descomposición de material vegetal (colonizan con las hifas por su mayor diámetro y extensión) mineralización y receptor de nutrientes de las plantas, este asociado con la concentración de carbón en la solución del suelo y degradación como la celulosas, hemicelulosas y ligninas. (Jaizme-vega & Rodríguez-romero, 2008)

7.1.3. Solubilizadoras de fósforo

Capacidad bacteriana liberando el fósforo en la solución del suelo mediante la acción metabólica del microorganismo y de raíces de las plantas. Para obtener una efectividad en base a la capacidad de los aislados para colonizar la rizosfera y mantener su actividad biológica, esta influenciados por factores como el pH , salinidad y temperatura. (Beltrán Pineda, 2015). Los microorganismos Solubilizadoras de fosfato (MSF) constituyen un grupo importante de PGPM, pues están involucrados en un amplio rango de procesos que afectan

la transformación del fósforo, siendo componentes integrales del ciclo edáfico de este nutriente.(Fernández-Travieso, 2016).

7.1.4. Bacterias celulolíticas

Organismos comunes que se encuentran en el suelo, como en bosques, abonos y tejidos vegetales en descomposición que actúan sinérgicamente para hidrolizar la celulosa y metabolizar azúcares solubles producidos.(Gaitán & Perez, 2007). Según (Florez et al., 2016) los hongos son los causantes principales de la degradación de la celulosa en el suelo, para favorecer en su captación de carbono y energía. La celulosa siendo principal componente de la pared celular por lo tanto la disminución o aumento de los mismo indica modificaciones en el contenido de la materia orgánica del suelo. (Huallpa Aro, 2018).

7.1.5. Actinomicetos

Son grupo bacteriano de Gran- positivo que tiene la capacidad de producir enzimas biodegradables como (**quitinasas, glucanasas, peroxidadas,**) en temperaturas entre 25 y 30 °C y baja tolerancia a la acidez, con un pH de 7 para su reproducción, con una amplia distribución por diferentes ambientes, la mayoría son saprofitos y degradadores de materia orgánica y actúan como agentes de biocontrol en la rizosfera del suelo. (Franco-Correa, 2011).

7.1.6. Bacterias fijadoras de nitrógeno

Las bacterias producen enzimas que el nitrógeno asimila en forma gaseosa a la atmósfera, fijando el nitrógeno dentro de la biomasa bacteriana, están ubicadas de manera libre en el suelo y fijas en la raíz. Dentro de las bacterias simbióticas fijadoras de nitrógeno encontramos dos grupos de organismos. Al primer grupo pertenecen bacterias móviles del suelo, (**Rhizobium**) que son atraídas hacia la raíz por compuestos que ésta libera, permite que el suelo tenga un intercambio constante de nutrientes y minerales evitando efectos erosivos y pérdida en la fertilidad del suelo.(García, 2011).

El segundo grupo está formado por **Actinomicetos** (bacterias Gram positivas) que modulan raíces, bacterias filamentosas que viven en simbiosis con plantas actinomicinas. La fijación biológica del nitrógeno se realiza en los nódulos radiculares. Los nódulos son el resultado de una perfecta relación de simbiosis entre la planta y las bacterias. (Mantilla et al., 2008)

7.1.7. Pseudomonas

Son mesófilos de gran negativo que crecen bajo condiciones aerobias y de pH neutro a temperatura de 20°, producen el incremento de fósforo y nitrógeno en forma asimilable para la planta debido a la producción de fitohormonas estimuladoras de actividad vegetativa. Según (Carrasco, 2016). Se caracteriza por su diversidad metabólica e información genética para la producción de vías enzimáticas incluido las fuentes de carbono, promueven el crecimiento de la planta de manera consistente y reduciendo también la incidencia de enfermedades causadas, sobre todo, por un amplio rango de hongos patógenos del suelo. (Reuter, n.d.).

Mecanismos de defensa.

- Inhibición de los patógenos por compuestos antimicrobianos
- Competencia por el hierro
- Competición por sitios de colonización
- Nutrientes exudados por la raíz (Cazorla, 2000)

8. INTERFASE SUELO- RAÍZ

La estructura del suelo es un factor fundamental que influye sobre las condiciones en que se desarrollan las raíces y por tanto define en parte la interfase raíz-suelo. La raíz es considerada como la interfase entre la vida terrestre y el sustrato mineral que aporta un número elevado de elementos esenciales. El estudio de la interacción entre el sistema radical de una planta y su inmediato entorno edáfico es técnicamente difícil e implica un enfoque multidisciplinario para evaluar los factores que influyen sobre las características de la zona de contacto directo entre suelo y raíz. (Dr . Francisco Bermúdez de Castro y Naya, 2012).

9. RIZÓSFERA

Relación única entre la raíz de la planta y los microorganismos del suelo, entre ellos hongos, bacterias, actinomicetos, protozoarios y algas vinculados a la raíz, debemos tener en cuenta que puede ser de carácter nocivo o benéfico. La región del suelo es influenciada por las secreciones de las raíces y la actividad microbiana. (Sevilla, 2015) También es una zona de amortiguamiento microbiano en donde la microflora, protege a la planta del ataque de patógenos.

9.1. Características de la rizosfera

- El crecimiento de las raíces provoca alteraciones profundas que modifican los aspectos de minerales y mecánicos.
- Las raíces liberan cantidades consideradas de materia orgánica.
- El medio donde se forman las raíces para la población microbiana es muy inestable.
- Las raíces empiezan a crecer evolucionan la cual se determina la densidad y diversidad de la comunidad bacteriana junto con las condiciones físicas- químicas del medio edáfico.

10. QUÉ SON LAS BACTERIAS

Microorganismos de vida libre o asociativas que habitan en la rizosfera estimulando el crecimiento a través de mecanismos como: síntesis de sustancias reguladoras de crecimiento vegetal, fijación de nitrógenos, solubilización de nutrientes, producción de sideróforos y control de fitopatógenos del suelo. Los efectos benéficos de las bacterias del suelo son amplios y van desde la fijación de nitrógeno y la descomposición de la materia orgánica hasta la hidrólisis de agroquímicos y subproductos metabólicos, y el mejoramiento de la biodisponibilidad de nitratos, sulfatos, fosfatos y metales esenciales. (Loredo et al., 2004).

11. CONSORCIOS BACTERIANOS

Permiten estudiar los microorganismos para establecer y permanecer en distintos ambientes en el suelo, los microorganismos y las bacterias del suelo no actúan de manera aislada, sino que refuerzan mediante múltiples relaciones de sinergismo y antagonismos lo que beneficia a un equilibrio establecido del sistema edáficos. Se ha registrado mayor efectividad de los consorcios bacterianos para la degradación de compuestos xenobióticos y derivados orgánicos con respecto a cepas bacterianas individuales. (Avellaneda-torres, 2012).

12. RIZOBACTERIAS PROMOTORAS DE CRECIMIENTO VEGETAL

Son bacterias que habitan en la rizosfera, “el suelo” se encuentran unidas a la raíz, mejorando la adaptación y productividad de las especies vegetales a través del tiempo albergando en elevados niveles de microorganismos estimulando el crecimiento vegetal y reduciendo la

incidencia de enfermedades, y puede ser considerado como una alternativa para disminuir la aplicación de fertilizantes de síntesis química. (Elías & Arroyo, 2018).

13. CARACTERÍSTICAS GENERALES

13.1. Origen de la papa

Su origen en la zona andina de América del sur, donde se cultiva en zonas que favorece su crecimiento, por ser una fuente de vegetal, por su alto contenido de carbohidratos y proteínas encontrados en cereales etc. (Calvo Vélez et al., 2008b). En Ecuador, las papas se cultivan hasta una altitud de 4.000 metros sobre el nivel del mar y los productores han elevado su comercialización ya que es una fuente de ingreso dentro de la soberanía alimentaria y el rubro en el futuro. (El Telégrafo, 2019).

La papa es el cuarto rubro económico principal del mundo, después del trigo, el arroz y el maíz.

Figura No. – 1. Var. Leona blanca. Tabla No. - 2 Clasificación taxonómica de la papa



REINO	Plantae
DIVISION	Magoliophyta
CLASE	Magnoliopsida
SUBCLASE	Asteridae
ORDEN	Solanales
FAMILIA	Solanaceas
GENERO	<i>Solanum</i>
ESPECIE	<i>tuberosum</i>

Elaborado por: Ortiz 2021.

PREGUNTA CIENTIFICA O HIPOTESIS

¿Mediante la secuencia genómica y la utilización de medios específicos para cultivos de bacterias se puede identificar consorcios bacterianos y determinar grupos funcionales asociados a la rizosfera del cultivo de papa?

Con la utilización de medios específicos y la secuenciación genómica si se pudo identificar y determinar los consorcios bacterianos y grupos funcionales.

14. METODOLOGÍA

Investigación experimental con el método cuantitativa – cualitativa con observación directa y revisión bibliográfica.

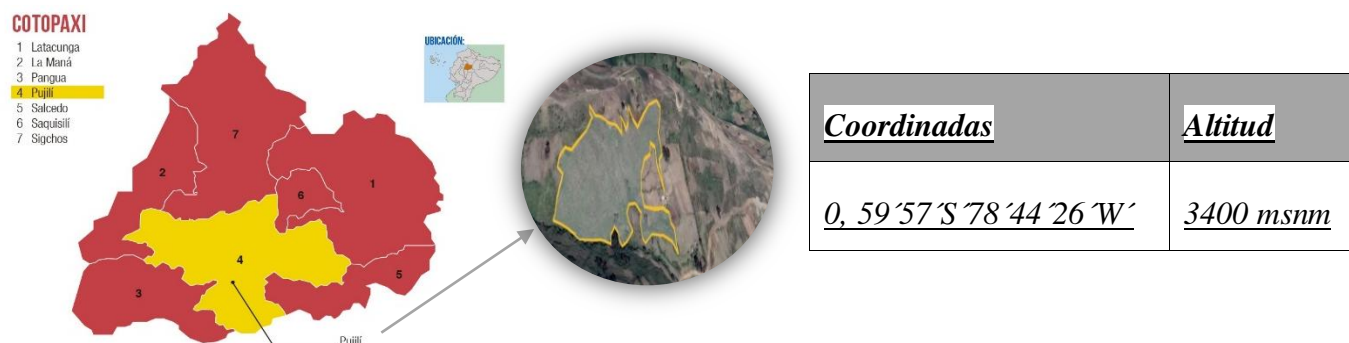
Objetivo 1: Identificar los consorcios bacterianos asociados a la rizosfera de la papa.

Actividad 1. Delimitación del área de estudio.

Para la delimitación del área de estudio, se buscó un predio que cuente con las condiciones favorables al cultivo de papa, utilizando herramientas de ubicación geográfica (**Google earth y Andy GPS**) se procedió al levantamiento geográfico con coordenadas y altitud exacta del piso altitudinal.

Figura No. - 2. Ubicación geográfica.

La toma de muestras se realizó en un piso altitudinal, ubicado en la localidad de Cuturuvi Chico a 3400 msnm, Var. Leona Blanca.



Fuente: (Google Maps, 2014)

Actividad 2. Muestreo de la rizosfera del suelo del cultivo de papa.

Se utilizó la metodología del manual establecido por INIAP donde indica que las muestras edáficas deben ser tomadas de áreas que se encuentre libres de fertilizaciones inorgánicas y labores culturales, la profundidad para obtener la muestra es de 20 a 30 cm.

Se obtuvo dos muestras de suelo mediante el método de zig-zag de manera aleatoria con sus puntos GPS correspondientes de cada muestra, aproximadamente se obtendrá un 1kg de toda el área de estudio. Se procede a retirar materiales extraños que no son parte del microbiota del suelo, para facilitar la preparación del medio de cultivo.

Empaquetado y etiquetado de muestras.

Las muestras se colocaron en funda ziploc con su respectiva identificación del lugar y altitud, con sigla A1, A2, de donde fueron tomadas cada una, previo a su análisis.

Actividad 3. Análisis genómico microbiano para la identificación bacterias.

Se utilizó la técnica de la PCR (**Reacción de la cadena de la polimerasa**) y para el análisis de consorcios se utilizará un descriptor de cebadores (**16SRNA**)

La identificación bacteriana se la realizó a través del método de secuenciación en nanoporos con dispositivo MinION, con amplificación de los genes 16s de la muestra y preparación de librerías de ADN, para secuenciar utilizando el kit de código de barras para posterior análisis de las lecturas resultantes en el flujo bioinformático online 16S en EPI2ME (una plataforma de análisis basada en la nube que proporciona flujos de trabajo de análisis en tiempo real), (CIBE., 2021).

Actividad 4. Agrupación taxonómica de consorcios microbianos

Objetivo 2: Determinar los diferentes grupos funcionales encontrados en la rizosfera de la papa.

Actividad 1: Escoger la metodología específica para el cultivo y aislamiento.

Para la determinación de grupos funcionales se utilizó la metodología de (Bernal., 2015). Se utilizara una revisión bibliográfica de las diferentes metodologías para el aislamiento microbiológico y se escogió la metodología de (Bernal., 2015). donde indica los diferentes medios de cultivos específicos para cada grupo funcional para el recuento de UFC (*gr⁻¹) de suelo se utilizó el manual de análisis de la calidad para formulaciones con base de hongos biocontroladores (determinación de la viabilidad / concentración de UFC cuantificación de recuento en caja Petri.(Báez et al., 2019).

Actividad 2: Preparación de medios de cultivos específicos para cada grupo funcional a encontrar.

Para realizar los medios de cultivo específicos se utilizó los siguientes reactivos y procedimientos manifestado a continuación:

Microbiota total (Población total de bacterias)

Para la elaboración del medio se utilizó en un frasco con tapa se coloca 1000 ml de agua destilada y se pesan 20 gr de agar nutritivo. Se lo llevo a un agitador, hasta que la mezcla sea homogénea, a la vez que se mide el pH, estabilizándolo en 7.0 con el uso de ácido clorhídrico. Se lo esterilizo en la autoclave por 15 minutos a 15 libras de presión.

Agar rosa de bengala (Población total de hongos)

En un erlenmeyer se colocó 1000 ml de agua destilada en la que se agregó todos los reactivos en las cantidades establecidas, excepto la estreptomicina. Se lo llevo a un agitador, hasta que la mezcla sea algo homogénea, a la vez que se mide el pH, estabilizando en 5.5 con el uso de ácido clorhídrico diluido en solución. Se lo esterilizo en la autoclave por 15 minutos a 15 libras de presión. Luego, la estreptomicina se diluyo en 10 ml de agua y se la añadió antes de ser dispensado al medio y en las respectivas cajas, con la ayuda de un gotero o un filtro. La estreptomicina inhibe el desarrollo y crecimiento de bacterias, permitiendo que solo los hongos aparezcan.

Ramos callao (Bacterias Solubilizadoras de fósforo)

En un erlenmeyer se colocó 1000 ml de agua destilada donde se agregó 2 gr de extracto de levadura, 20 gr de glucosa y 2 gr de fosfato tricálcico, en las cantidades indicadas. Se lo llevo a un agitador, hasta que la mezcla sea algo homogénea, a la vez que se mide el pH, estabilizando en 7.0 con el uso de ácido clorhídrico, se añadió el agar y luego se lo esterilizó en la autoclave por 15 minutos a 15 libras de presión. Luego la solución se lo coloco con cuidado en las diferentes cajas petri para posterior su siembra e inoculación.

Pseudomonas

En un erlenmeyer se colocó 1000 ml de agua destilada donde, se agregó 20gr / ltrr de peptona, agar purificada 12gr/ltr y K_2HPO_4 (anhidro) de 1,5gr/ ltr y $MgSO_4 \cdot 7 H_2O$ (anhidro) 1,5gr/ltr, hasta obtener una solución homogénea y dirigirla a la autoclave por 15 minutos a 15 libras de presión.

Agar extracto de suelo (**Bacterias celulíticas**)

En un erlenmeyer se colocó 850 ml de agua destilada en la que se va colocando el fosfato dibásico de potasio y el nitrato de amonio en las cantidades indicadas. Los 850 ml van en función de los restantes volúmenes que se van a utilizar (carboximetilcelulosa y extracto de suelo).

La carboximetilcelulosa se diluyo en 50 ml de agua destilada, con la ayuda de un agitador y se lo coloco al calor y una vez que ha sido diluida se lo pone al medio final.

El extracto de suelo se lo obtuvo mediante la recolección de tierra de la rizosfera, Se limpia la hojarasca o impurezas de la superficie, se tomó aproximadamente 1 kilogramo de suelo el mismo que se tamizo en una malla menor a 2 mm, hasta obtener una muestra de 500 gramos. Luego en 1000 ml de agua corriente se colocó el suelo y se agito uniformemente. Se esterilizo en un frasco amplio en la autoclave por 15 minutos a 15 libras de presión. Se lo retiró y se deja decantar lo suficiente para luego filtrar a través de papel filtro en una bomba de vacío por lo menos dos veces. El filtrado se lo llevo a la centrifuga, en tubos de ensayo a 3600 rpm, por 20 minutos. De la solución final se tomó 100 ml y se añade a la solución inicial del medio de cultivo, se lo llevo al agitador y se regula el pH a 6.5, al final se añadió el agar. El medio se esteriliza en la autoclave por 15 minutos a 15 libras de presión.

Actinomicetos

En un erlermeyer se colocó 950 ml de agua destilada, se agregó la caseína, el fosfato monopotásico. El almidón debe ser diluido a parte al calor en 50 ml de agua destilada hasta que esté transparente, sin llegar a ebullición, entonces se lo paso a la formulación final. Se lo llevo al agitador, se estabilizo el pH en 7.0, y se colocó el agar, para luego esterilizar en la autoclave por 15 minutos a 15 libras de presión.

Watanabe (**Bacterias Fijadoras de nitrógeno**)

Para preparar 1000 ml de medio watanabe se mide 500 ml de agua destilada en una botella con tapa rosca, se colocó la glucosa, el manitol y el ácido málico. El almidón se diluye al calor en 50 ml de agua destilada, una vez bien diluido se lo añadió al medio, tomando en cuenta todos los volúmenes agregados. Se añadió las soluciones II y III (tomando los

reactivos en las cantidades indicadas) se toman los volúmenes especificados y se añade al medio de cultivo.

El bromotimol azul al 1% en etanol se preparó pesando 1 gr de este reactivo y se diluyó en 100 ml de etanol; de lo cual se toma 2 ml en 1000 ml de medio, con la ayuda de una pipeta.

Se suman los volúmenes indicados y se descuentan para saber la cantidad faltante para completar 1000 ml. Se nivela el pH entre 6.8 y 7.2 y se colocó el agar.

Se colocó 6 ml en cada tubo y se esterilizó a 15 libras por 15 minutos en la autoclave. Luego dentro de la cámara de flujo se siembra 0.2 ml de la dilución de la muestra correspondiente.

Actividad 3: Siembra e incubación en los medios de cultivos

Para el cumplimiento de esta actividad utilizo la metodología de (Baez et al., 2019) donde resumimos los siguientes pasos a seguir.

1. Seleccionar las diluciones más concentradas
2. Rotular las cajas Petri con medio de cultivo Agar Agua
3. Sembrar 100 ul de las diluciones seleccionadas
4. Sellar las cajas Petri sembrada con el papel Parafilm o papel plástico de cocina
5. Incubar entre 22°C y 25 C° por el tiempo estandarizado
6. Adicionar tres gotas de azul de lactofenol sobre la superficie del agar.
7. Contar un cuadrado de agar coloreado de aproximadamente 1 cm
8. Contar 300 conidios en total por muestra (germinados y no germinados)
9. Registro de los datos obtenidos según la dilución sembrada y la repetición.
10. Calcular el porcentaje de germinación. (Baez et al., 2019) .

Actividad 4. Preparación de la muestra para recuento de UFC.

En la misma metodología para siembra e incubación (Baez et al., 2019) para recuento detalla los siguientes pasos.

Se tomo tres submuestras 1g para muestras sólidas o 1ml con micropipeta para muestras líquidas. Luego se colocó las submuestras en tubos de ensayos de 15ml se adiciono en cada tubo 9 ml de solución estéril de tritón X- 100 al 0.1%, se agito en un vortex hasta que la muestra se disperse completamente. Lo que correspondió a la suspensión madre o dilución 10^{-1} (Baez et al., 2019).

Actividad 5. Preparación de disoluciones seriadas

Método de siembra por disoluciones seriadas

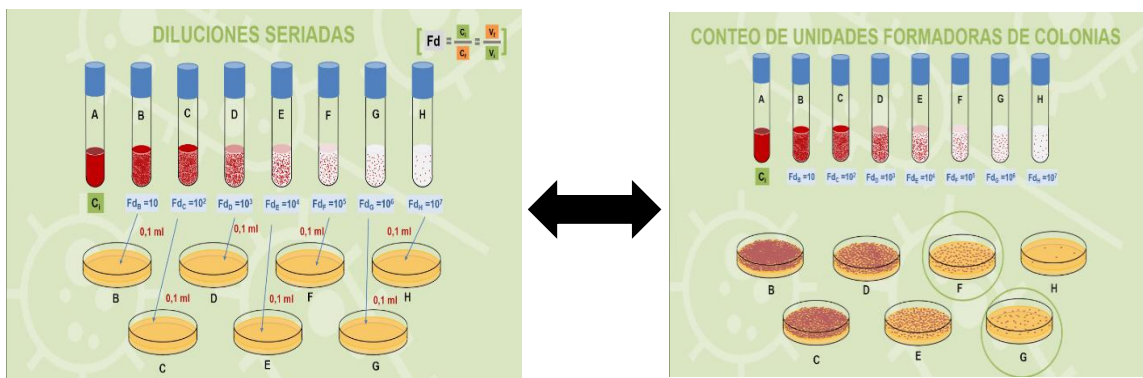
Se lo realizó cuando una muestra de microorganismos supera los 300 UFC facilitando el conteo y obtener resultados confiables contenga disoluciones.

Proceso

Siembra en cajas Petri y se procedió hacer el conteo del número de colonias que debe ser multiplicado por el factor de diluciones para obtener las UFC por milímetro de nuestra original.

1. Tomo 100ul (1ml) de la suspensión madre y coloco en otro tubo con 9ml de solución esteril de Tritón X-100 al 0.1%.
2. Agitar en vortex vigorosamente el tubo hasta que la muestra se disperse completamente (dilución 10^{-5}).
3. A partir de la dilución 10^{-5} repetir los pasos anteriores tantas veces como sea necesario para alcanzar el número de diluciones deseadas. Se marco los tubos con el nombre de la dilución correspondiente. El número de diluciones dependerá de la concentración del producto generalmente se realizó hasta la dilución 10^{-7} . (Baez et al., 2019) .

Figura No. – 3. Proceso de diluciones seriadas y conteo de UFC * gr-1 de suelo.



Fuente: (UpoTV - Conteo de Bacterias Viables, n.d.)

Método de siembra por fragmento de raíz

Es una siembra directa consiste en introducir muestra vegetal (inóculo) a una medida de las diferentes zonas de la raíz y posterior colocar en una solución nutritiva, con el fin de iniciar un cultivo microbiano, para su desarrollo y multiplicación. Una vez sembrado, el medio de cultivo se incuba a una temperatura adecuada para el crecimiento. (UpoTV - Conteo de Bacterias Viables, n.d.).

Actividad 6. Determinación de la concentración UFC

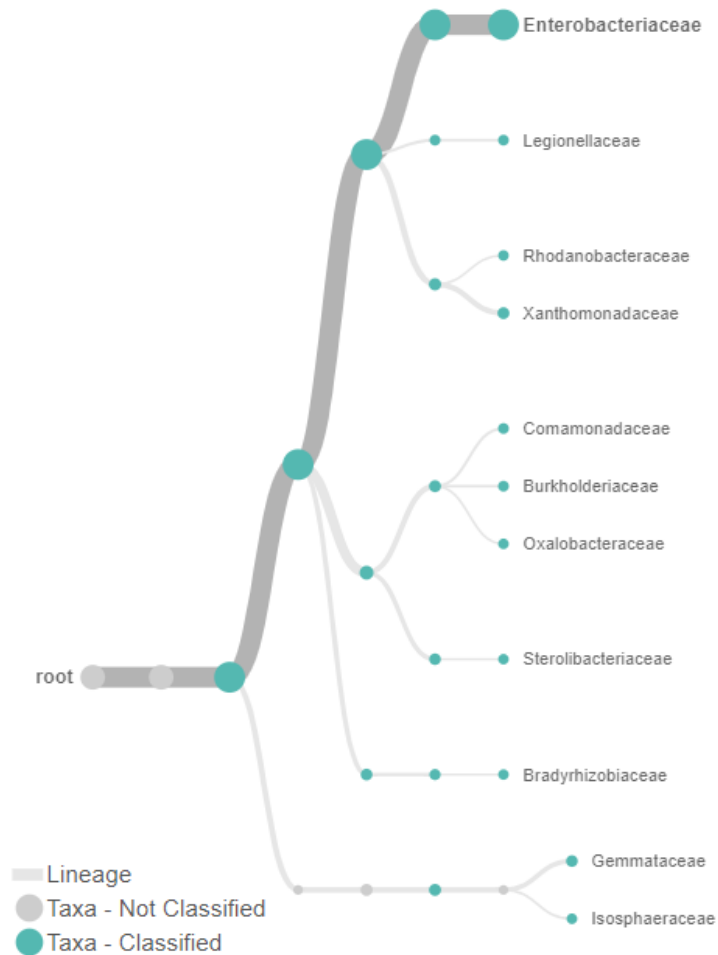
Para la realización de esta actividad se utilizó lo siguiente:

- Rotular las cajas Petri con medio de cultivo PDA con el nombre de la muestra,
- Nombre de la muestra.
- Fecha.
- Número de dilución siguiente a la del tubo que es utilizado para sembrar.
- Tener 10 repeticiones (cajas inoculadas) por grupo funcional por dilución y por siembra de raíz, es decir 5 cajas Petri por submuestra resultando en total de 70 **muestras. (Baez et al., 2019)**

16. ANÁLISIS Y RESULTADOS

Identificación de consorcios bacterianos.

Figura No.-4. Árbol taxonómico por familias del NCBI para bacterias en el piso altitudinal a 3400 msnm con el 0.1% de abundancia del taxon 10.



Fuente: Centro de investigaciones biotecnológicas del Ecuador. (CIBE, 2021).

Como se observa en el (Figura No-4). Del Árbol taxonómico por familias las bacterias identificadas del piso altitudinal de 3400 msnm en el cultivo de papa. Var. Leona blanca, se encontró 11 familias de las cuales las más representativa tenemos la familia **Enterobacteriáceas**.

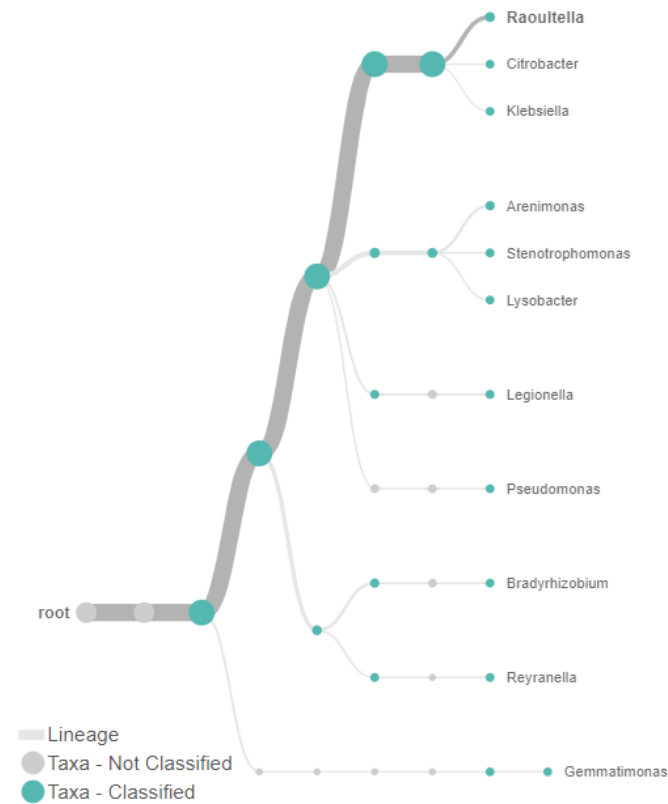
Tabla No. -3. Tabla de las 10 familias con mayor incidencia representativa en el árbol taxonómico a 3400 msnm. con el 0.1% de abundancia del taxon 10.

FAMILIA	LECTURAS	GRUPOS FUNCIONAL
Enterobacteriaceae	34,238	Solubilizadoras de fosforo
Xanthomonadaceae	2,009	Pseudomonas
Gemmataceae	1,609	Pseudomonas
Burkholderiaceae	600	Pseudomonas
Comamonadaceae	596	Pseudomonas
Legionellaceae	520	Pseudomonas
Isosphaeraceae	381	Pseudomonas
Oxalobacteraceae	327	Pseudomonas
Sterolibacteriaceae	282	Solubilizadoras de fosforo
Rhodanobacteraceae	262	Pseudomonas

Elaborado por: Ortiz 2021.

Como se muestra en la (Tabla No.-3). Las familias **Enterobacteriaceae**, **Xanthomonadaceae** son las de mayor prevalencia con lecturas acumulativas de 34.238 y 2.009 respectivamente; podemos decir que dentro de las familias **Enterobacteriaceae** existen bacterias perteneciente al grupo funcional Solubilizadoras de fosforo, seguido de las familias **xanthomonadaceae** son parte del grupo bacterias pseudomonas, esto coincide con lo plateado por (Marrero-Moreno et al., 2017) donde las bacterias **Enterobacteriaceae** la mayoría de sus miembros son pseudomonas y Solubilizadoras de fosforo, son grupos funcionales que ayudan al desarrollo vegetal.

Figura No.-5. Árbol taxonómico por familias del NCBI para bacterias en el piso altitudinal a 3400 msnm con el 0.1% de abundancia del taxon 10.



Fuente: Centro de investigaciones biotecnológicas del Ecuador. (CIBE, 2021).

Como se observa en la (Figura No.-5). De las Árbol taxonómico por géneros de las bacterias identificadas del piso altitudinal de 3800 msnm en el cultivo de papa Var.leona blanca, encontramos 10 géneros de la cual los más representativos son: **Raoultella**.

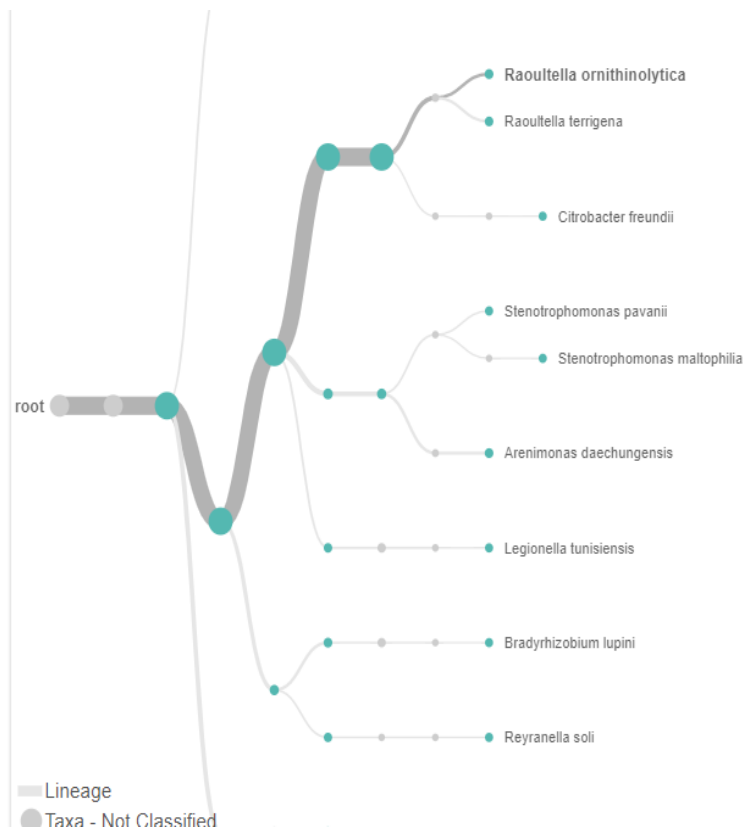
Tabla No. -4. Tabla de los 10 géneros con mayor incidencia representativa en el árbol taxonómico a 3400 msnm. con el 0.1% de abundancia del taxon 10.

GENERO	LECTURAS	GRUPO FUNCIONAL
Raoultella	1,949	Solubilizadoras de fósforo
Arenimonas	1,002	Solubilizadoras de fósforo
Legionella	497	Población total de bacterias
Stenotrophomonas	412	Bacterias fijadoras de nitrógeno
Lysobacter	232	Bacterias fijadoras de nitrógeno
Bradyrhizobium	225	Bacterias fijadoras de nitrógeno
Pseudomonas	220	Pseudomonas
Reyranelia	214	Pseudomonas
Citrobacter	150	Bacterias celulolíticas
Gemmatimonas	146	Bacterias celulolíticas

Elaborado por: Ortiz 2021.

Como se muestra en la (tabla No.-5). Los géneros **Raoultella** fue de mayor prevalencia con lecturas acumulativas de 1,949 y 1,002 respectivamente; en relación a los grupos funcionales obtenidos de la muestra podemos decir que los géneros **Raoultella** pertenece al grupo funcional **Solubilizadoras de fosforo**, esto coincide con lo planteado por (Licenciada et al., 2019). Siendo proteobacterias de mayor importancia en el crecimiento y desarrollo vegetal de las plantas.

Figura No. - 6. Árbol taxonómico por familias del NCBI para bacterias en el piso altitudinal a 3400 msnm con el 0.1% de abundancia del taxon 10.



Fuente: Centro de investigaciones biotecnológicas del Ecuador. (CIBE, 2021).

Como se observa en el (Figura No.- 6). Del Árbol taxonómico por especie las bacterias identificadas del piso altitudinal de 3400 msnm en el cultivo de papa Var. Leona blanca se encontró 10 especies. De las cual la más representativa es **Raoultella ornithinolytica**.

Tabla No. -5. Tabla de 10 especies con mayor representación en el árbol taxonómico a 3400 msnm en el cultivo de papa Var. Leona blanca.

ESPECIE	LECTURAS	GRUPO FUNCIONAL
<i>Raoultella ornithinolytica</i>	1,097	Bacterias Solubilizadoras de fósforo
<i>Arenimonas daechungensis</i>	949	Bacterias Solubilizadoras de fósforo
<i>Raoultella terrigena</i>	840	Bacterias Solubilizadoras de fósforo
<i>Stenotrophomonas pavanii</i>	257	Bacterias fijadoras de nitrógeno
<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>	152	Bacterias fijadoras de nitrógeno
<i>Legionella tunisiensis</i>	111	Población total de bacterias
<i>Reyranella soli</i>	102	Pseudomonas
<i>Citrobacter freundii</i>	99	Bacterias celulolíticas
<i>Gemmatimonas phototrophica</i>	84	Bacterias celulolíticas
<i>Singulisphaera rosea</i>	84	Bacterias celulolíticas

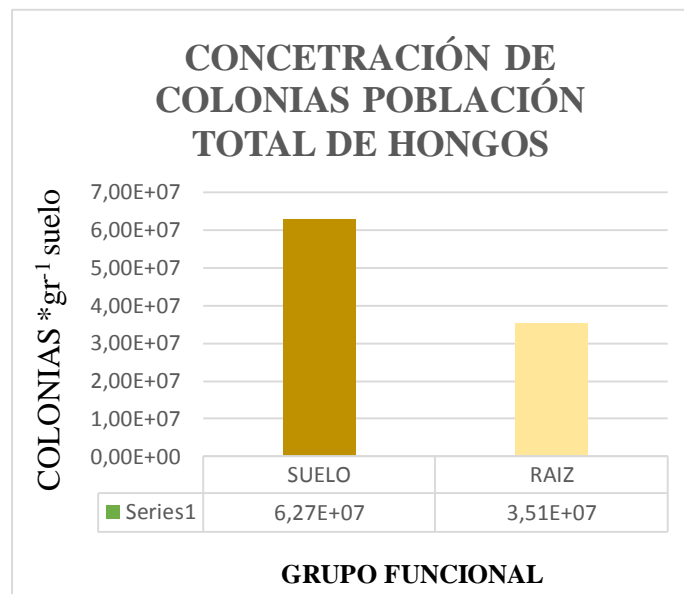
Elaborado por: Ortiz 2021.

Como se muestra en la (Tabla No.-5). La especie ***Raoultella ornithinolytica*** es de mayor prevalencia con lectura acumulativa de 1,097. Respectivamente en relación al grupo funcional obtenidos de la muestra podemos decir que la especie ***Raoultella ornithinolytica*** pertenece al grupo funcional Solubilizadoras de fosforo , Según (Ramírez-Quintero & Chavarriaga-Restrepo, 2017). Las ***Raoultella ornithinolytica*** son de importancia económica en la formación de tubérculos dentro del sistema vegetal.

DETERMINACION DE GRUPOS FUNCIONALES

Los análisis a interpretar son de acuerdo a datos obtenidos del conteo de colonias en el contador de colonias en UFC*gr suelo mediante el uso de la cámara de Neubauer. A continuación, se realiza la interpretación de los gráficos de barras de las dos muestras suelo y raíz por lo que se caracterizan los diferentes grupos funcionales observados.

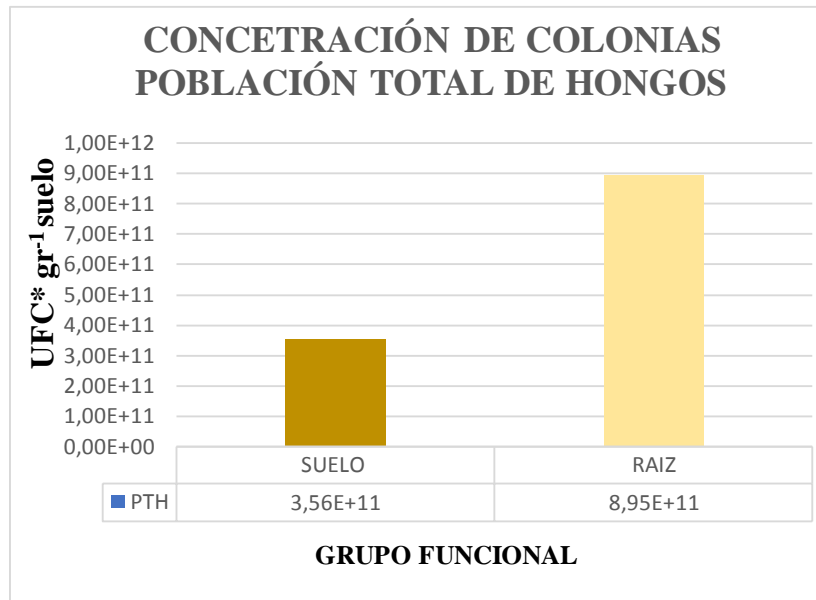
Gráfico No. -1. Concentración de colonias *gr⁻¹ suelo de Población total de hongos.



Elaborado por: (Ortiz, 2021).

Como se observa en la (Grafica No. - 1) Existe la presencia de Microbiota total de hongos con $6,27 \cdot 10^7$ colonia *gr⁻¹ en muestra de suelo y $3,51 \cdot 10^7$ colonia *gr⁻¹ en muestra de raíz teniendo mayor presencia en la muestra de suelo.

Gráfico -2. Concentración de UFC *gr de Población total de hongos.



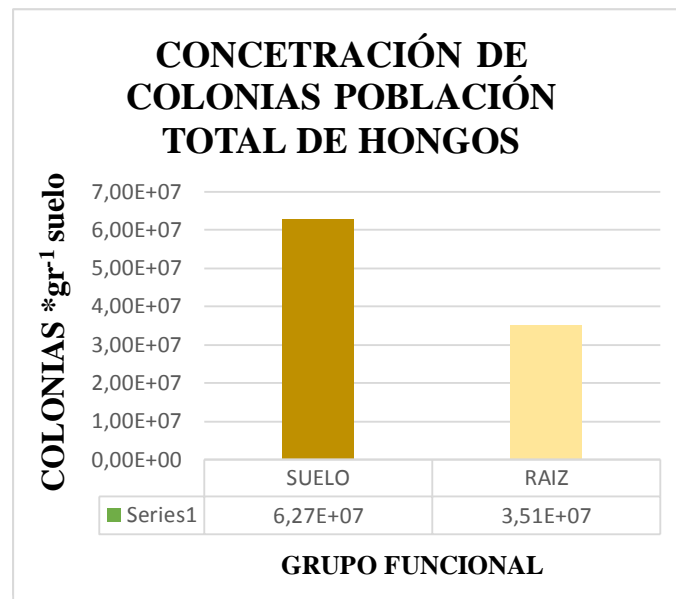
Elaborado por: (Ortiz, 2021).

Como se observa en la (Gráfico No. - 2) Existe la presencia de microbiota total de hongos con $3,56 \cdot 10^{11}$ de UFC *gr en muestra de suelo y $8,95 \cdot 10^{11}$ en muestra de raíz teniendo mayor presencia en la raíz.

DISCUSIÓN

Población total de hongos asociadas a la rizósfera, son más competitivas en suelos ácidos. Según (*Microorganismos*, n.d. 2016).manifiesta que 20.000 a 1.000.000 UFC * gr de suelo, se toma como unidad a espores e hifas con capaz de obtener una colonia Según, (Jaizme-vega & Rodríguez-romero, 2008) manifiesta que existe una gran cantidad de actividad metabólica de población de hongos en el suelo, la mayoría de las raíces en las plantas que influye sobre la comunidades microbiana asociadas en las zonas altoandina. Todos esto indica que la población total de hongos puede varias considerablemente con la presencia de microorganismo altamente influenciada por los exudados vegetales y otras poblaciones propias de la rizosfera.

Gráfico No. -3. Concentración de colonias Solubilizadoras de fosforo.



Elaborado por: (Ortiz, 2021).

Como se observa en la (Gráfico No.- 3). Existe la presencia de Solubilizadoras de fosforo con $1,10 \cdot 10^8$ de colonias gr^{-1} en muestra de suelo y $8,21 \cdot 10^7$ en muestra de raíz teniendo mayor presencia en suelo.

Gráfico No. - 4 Concentración de UFC *gr de Solubilizadoras de fósforo.



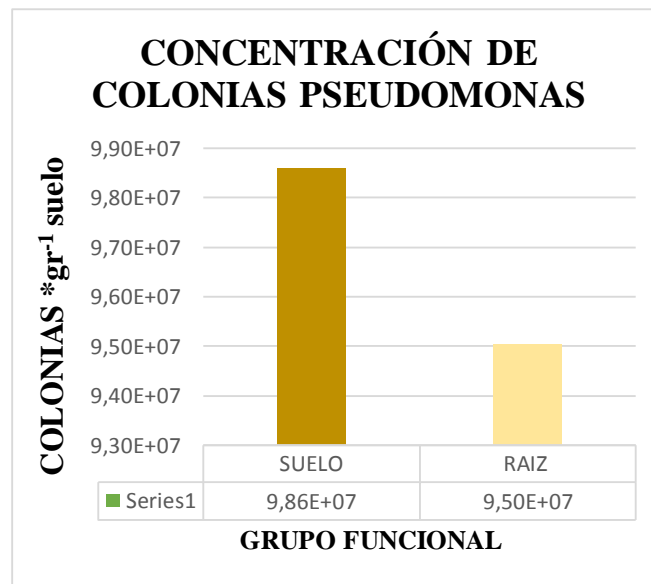
Elaborado por: (Ortiz, 2021).

Como se observa en la (Gráfica No. - 4) Existe la presencia de Solubilizadoras de fósforo con $5,72 \cdot 10^{12}$ de UFC *gr en muestra de suelo y $4,28 \cdot 10^{11}$ en muestra de raíz teniendo mayor presencia en suelo.

DISCUSIÓN

La presencia de Solubilizadoras de fósforo en suelo presenta una elevada actividad microbiana la cual el 57 ppm siendo alto en la rizosfera, esto se corrobora con el análisis de suelo establecido en el (Anexo No.-9). Según (Corrales Ramírez, MSc et al., 2014) determinó que la presencia de fósforo en la rizosfera es muy accesible debido a acidificaciones y ácidos orgánicos lo que nos indica que hay una elevada concentración del elemento esencial para el crecimiento y desarrollo de la planta. (Scattaregia et al., 2016) manifiesta que las colonias de microorganismos permanecen adheridas a las partículas de arcilla y humus (fracción coloidal) y en raíces las plantas se les suministran sustancias orgánicas que les sirven de alimento y estimulan su reproducción.

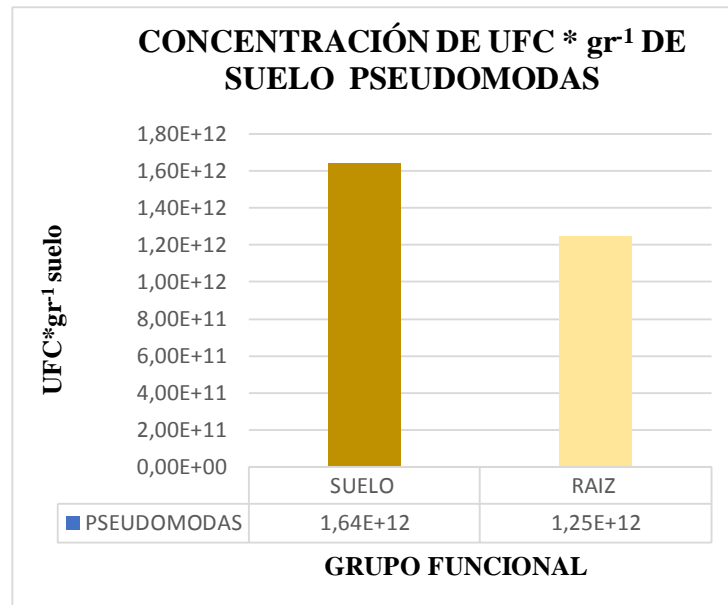
Gráfico No. -5. Concentración de colonias *gr⁻¹ suelo de Pseudomonas.



Elaborado por: (Ortiz, 2021).

Como se observa en la (Gráfico No.- 5) Existe la presencia de **Pseudomonas** con $9,86 \cdot 10^7$ de colonias *gr⁻¹ en muestra de suelo y $9,50 \cdot 10^7$ de colonias * gr⁻¹ en muestra de raíz, teniendo mayor presencia en la muestra de suelo .

Gráfico No. -6. Concentración UFC*gr⁻¹ Pseudomonas



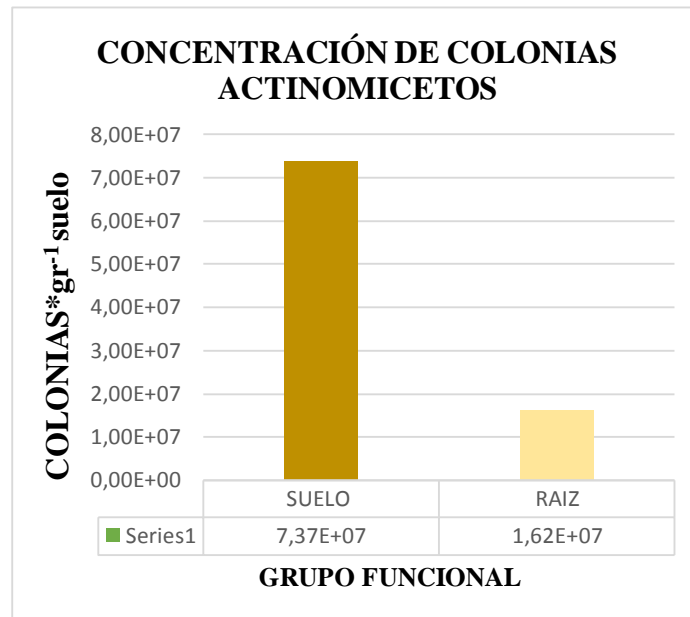
Elaborado por: (Ortiz, 2021).

Como se observa en la (Gráfico No. - 6) Existe la presencia de **Pseudomonas** con $1,64 \cdot 10^{12}$ de UFC * gr⁻¹ en muestra de suelo y $1,25 \cdot 10^{12}$ UFC * gr⁻¹ en muestra de raíz, teniendo mayor presencia en la muestra de suelo.

DISCUSIÓN

Es un microorganismo responsable de la degradación aeróbica en relación al ecosistema y promotora del crecimiento vegetal. , Según (Ochoa et al., 2013), las pseudomonas generan el incremento de la disponibilidad de fósforo con 57 % en nivel alto y nitrógeno en forma asimilable con 39% ppm en nivel medio estos datos son corroborados del análisis de suelo del (Anexo No.- 9). La producción de fitohormona referida como una bacteria colonizadora de la rizosfera de gran importancia agrícola y antagónica.

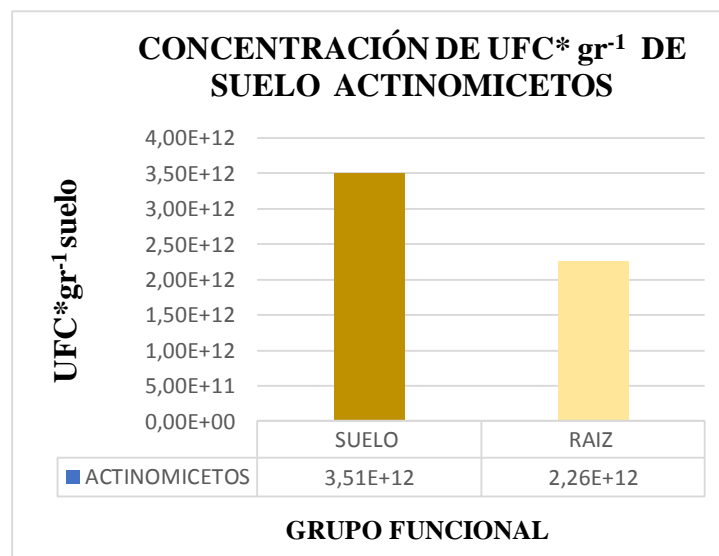
Gráfico No. -7. Concentración de colonias de Actinomicetos.



Elaborado por: (Ortiz, 2021).

Como se observa en la (Gráfico No. - 7) Existe la presencia de **Actinomicetos** con $7.37 \cdot 10^7$ de colonias gr^{-1} en muestra de suelo y $1.62 \cdot 10^7$ de colonias gr^{-1} en muestra de raíz, teniendo mayor presencia en la muestra de suelo.

Gráfico No. -8. Concentración de UFC*gr⁻¹ Actinomicetos



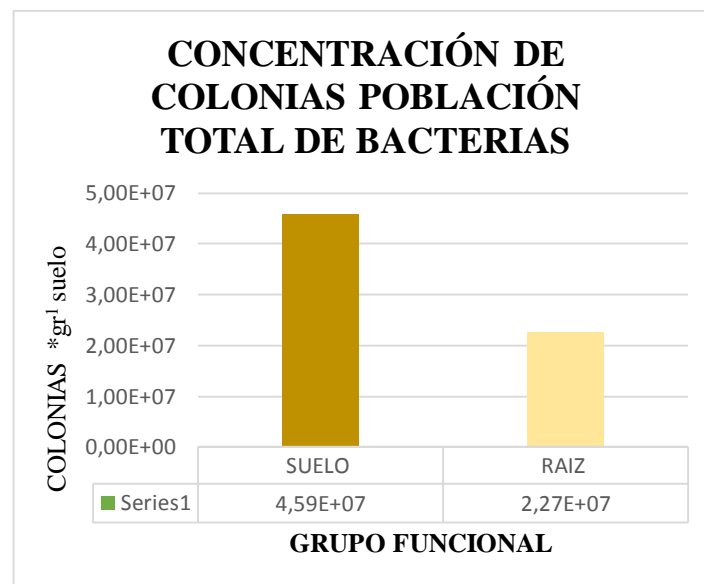
Elaborado por: (Ortiz, 2021).

Como se observa en la (Gráfico No.- 8) Existe la presencia de **Actinomicetos** con $3,51 * 10^{12}$ de UFC $* gr^{-1}$ en muestra de suelo y $2,26 * 10^{12}$ de UFC $* gr^{-1}$ en muestra de raíz, teniendo mayor presencia en la muestra de suelo .

DISCUSIÓN

El grupo funcional actinomicetos, el 2.7 % de Materia Orgánica presente en la rizosfera y poco tolerantes a la acidez, razón por la cual requiere pH neutro prácticamente de 6.85 para su óptimo crecimiento estos datos es corroborado con el análisis de suelo del (Anexo No- 9). (UNAM, 2010) manifiesta que los actinomicetos son los responsables de la degradación de materia orgánica en el suelo, mesofauna y temperaturas son aspectos que controlan la densidad de estos microorganismos que se han encontrado de manera abundante alrededor de 10^4 a 10^6 esporas / gramo de suelo con una fertilidad buena y excelente intercambio de nutrientes entre suelo y planta.

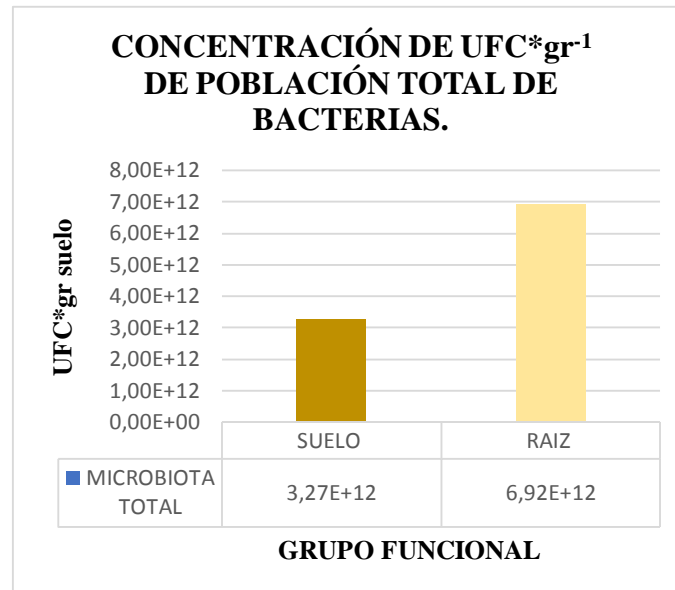
Gráfico. No. -9. Concentración de colonias de población total de bacterias.



Elaborado por: (Ortiz, 2021).

Como se observa en la (Gráfico No. - 9) Existe la presencia de **Población total de bacterias** con $4.59 * 10^7$ de colonias $* gr^{-1}$ en muestra de suelo y $2.27 * 10^7$ de colonias $* gr^{-1}$ en muestra de raíz, teniendo mayor presencia en la muestra de suelo.

Gráfico No. - 10. Concentración de UFC*gr⁻¹ en población total de bacterias.



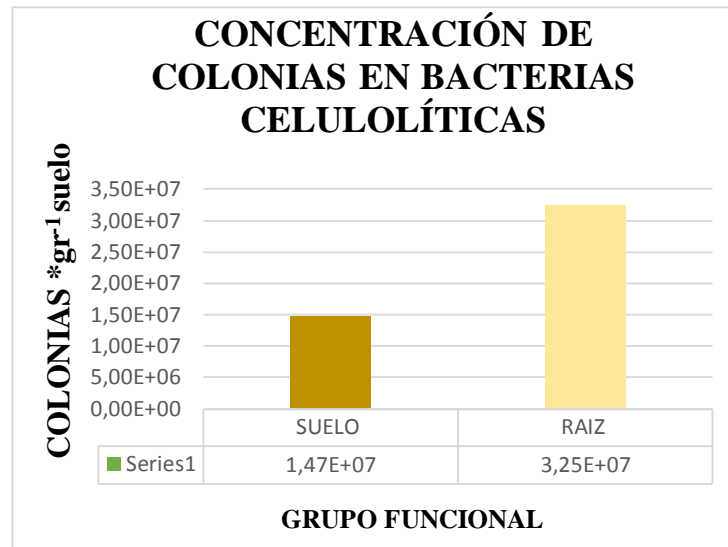
Elaborado por: (Ortiz, 2021).

Como se observa en la (Gráfica No. - 10) Existe la presencia de **Población total de bacterias** con $3.27 \cdot 10^{12}$ de UFC *gr⁻¹ en muestra de suelo y $6.92 \cdot 10^{12}$ de UFC * gr⁻¹ en muestra de raíz, teniendo mayor presencia en la muestra de raíz.

DISCUSIÓN

En el grupo funcional Población total de hongos (Calvo Vélez et al., 2008a) manifiesta que los hongos cumplen un rol alto de capacidad reproductiva de adaptabilidad al medio y genera rutas metabólicas por enzimas intra y extracelulares en la microbiota total poblacional está fuertemente influenciado por las raíces de la planta. Según la (UNIVERSIDAD VERACRUZANA, 205 C.E.) nos indica que los microorganismos trabajar de diferente manera en la raíz con intercambio microbio -planta beneficiando a las dos muestras(suelo-raíz).

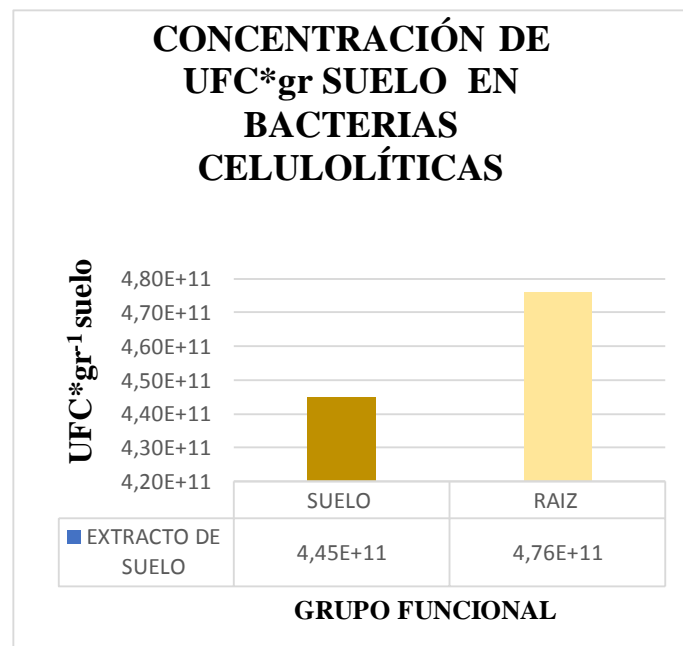
Gráfico No. -11. Concentración de colonias de Bacterias celulolíticas.



Elaborado por: (Ortiz, 2021).

Como se observa en la (Gráfico No.-11). Existe la presencia de **Bacterias celulíticas** con $1.47 \cdot 10^7$ de colonias gr^{-1} en muestra de suelo y $3.25 \cdot 10^7$ de colonias gr^{-1} en muestra de raíz, teniendo mayor presencia en la muestra de raíz.

Gráfico No. -12. Concentración de UFC*gr bacterias celulíticas

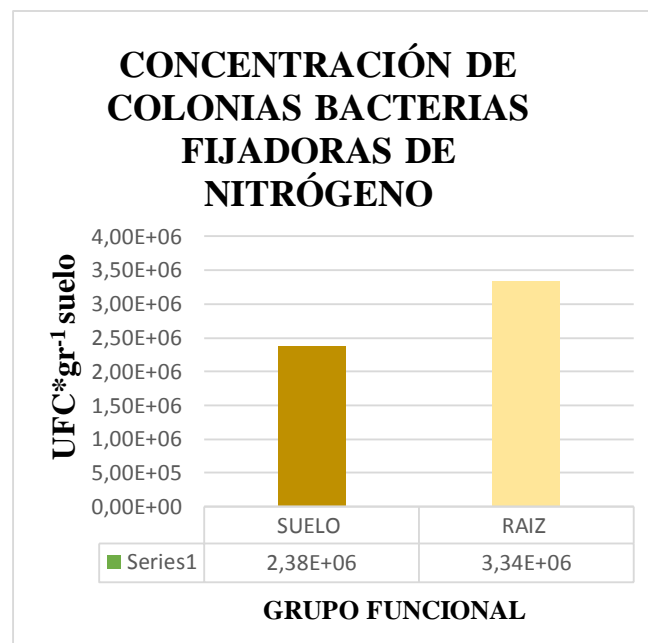


Elaborado por: (Ortiz, 2021).

Como se observa en la (Gráfico No. - 12). Existe la presencia de **Bacterias celulolíticas** con $4.45 * 10^{11}$ de UFC * gr^{-1} en muestra de suelo y $4.76 * 10^{11}$ de UFC * gr^{-1} en muestra de raíz, teniendo mayor presencia en la muestra de raíz.

Según (Florez et al., 2016) las bacterias celulolíticas se encuentran en la descomposición del suelo, los datos obtenidos de colonias gr^{-1} y UFC gr^{-1} con infiere con la capacidad de producir enzimas extracelular, responsables de la hidrólisis de la celulosa que está protegida físicamente la cual varías entre los aislamientos, permitiendo la clasificación de las bacterias para aprovechar de mejor manera en la rizosfera.

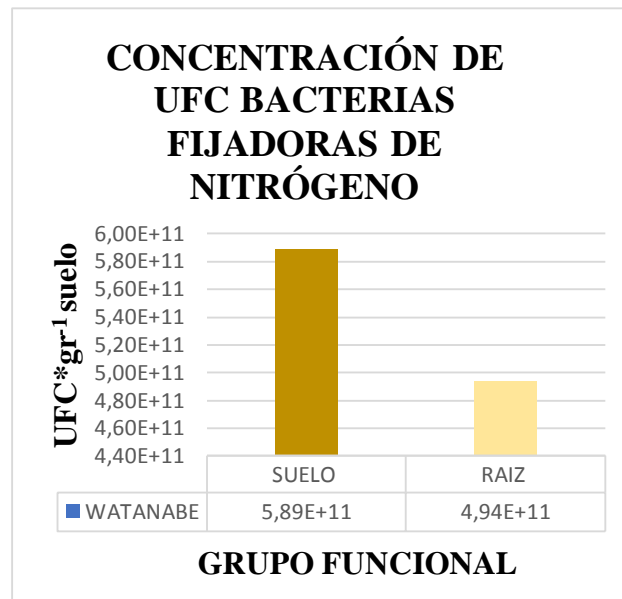
Gráfico No. - 13. Concentración de colonias de fijadoras de nitrógeno (UFC*gr).



Elaborado por: (Ortiz, 2021).

Como se observa en la (Gráfico No. - 13). Existe la presencia de **Bacterias fijadoras de nitrógeno** con $2.38 * 10^6$ de colonias * gr^{-1} en muestra de suelo y $3.34 * 10^6$ de colonias * gr^{-1} en muestra de raíz, teniendo mayor presencia en la muestra de raíz.

Gráfico No. -14. Concentración de UFC*gr de fijadoras de nitrógeno.

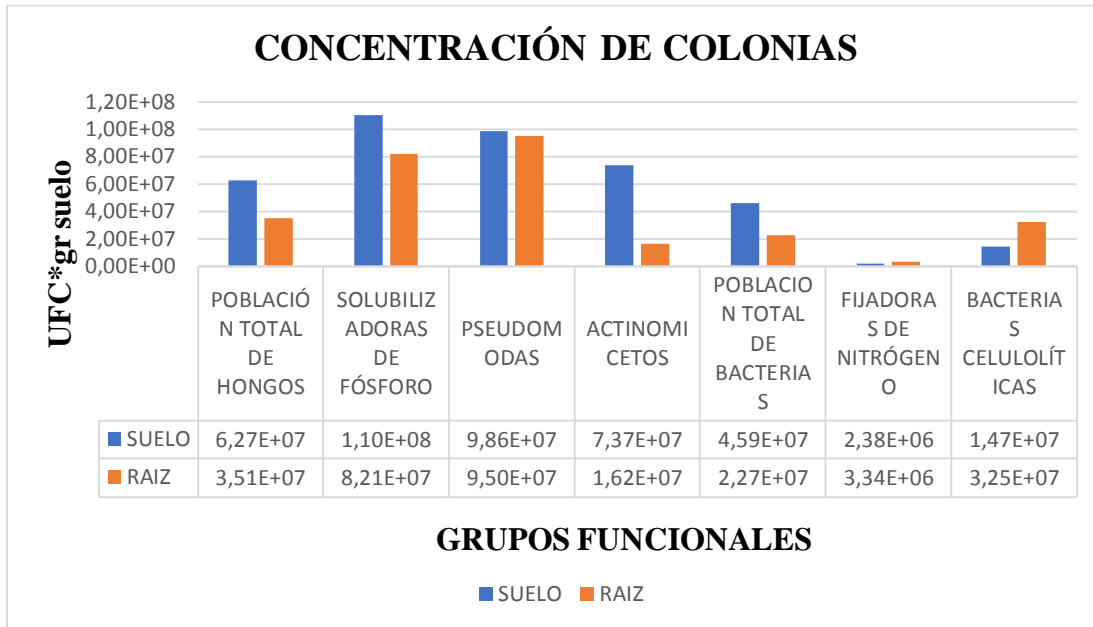


Elaborado por: (Ortiz, 2021).

Como se observa en la (Gráfico No. - 14) Existe la presencia de **Fijadores de nitrógeno** con $5.89 \cdot 10^{11}$ de UFC $\cdot \text{gr}^{-1}$ en muestra de suelo y $4.94 \cdot 10^{11}$ de UFC $\cdot \text{gr}^{-1}$ en muestra de raíz, teniendo mayor presencia en la muestra de suelo.

Las bacterias fijadoras de nitrógeno son móviles del suelo y son atraídas hacia la raíz por compuestos que liberan. (Ideagro, 2011) manifiesta que el Nitrógenos, siendo el elemento más abundante en la rizosfera en un 78% de concentración no pueden ser utilizados por las plantas, siendo inerte y sin ser directamente aprovechado, sin embargo, algunas bacterias se asocian a las plantas aprovechando el nitrógeno, para promover un mejor desarrollo y rendimiento en el cultivo de papa en suelo franco arenoso este dato es corroborado el análisis de suelo donde también indica que el 39 ppm presenta una concentración media establecido en el (Anexo No.- 9).

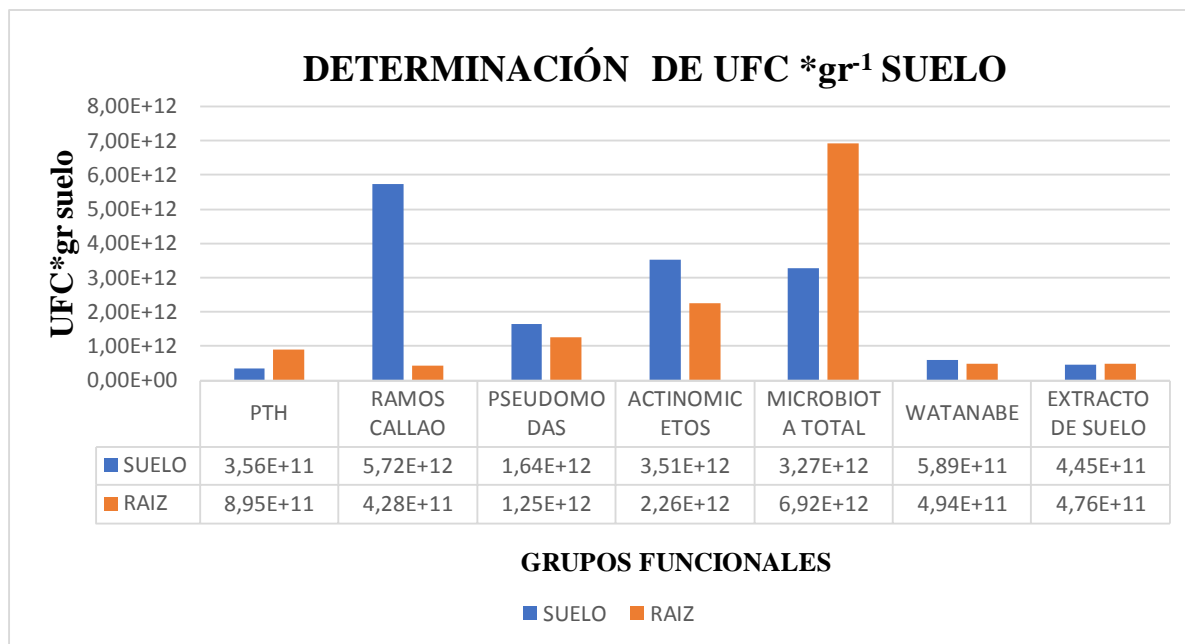
Gráfico No. -15. Determinación de colonias*gr⁻¹ de suelo en diferente grupo funcional.



Elaborado por: (Ortiz, 2021).

Como se observa en el (Gráfico No.- 15) de los grupos funcionales con concentración de colonias en la rizosfera de la papa a 3400msm, existe presencia de todos los grupos investigados, siendo los de mayor número de colonias presentan, **Solubilizadoras de fósforo con $1,10 \times 10^8$** en suelo y $8,21 \times 10^7$ en raíz, seguido de **Pseudomonas**, con $9,86 \times 10^7$ en suelo y $9,50 \times 10^7$ en raíz respectivamente en muestra de suelo, se encontró todos los grupos estudiados siendo los más representativos **Solubilizadoras de fósforo y Pseudomonas.**, los datos obtenidos difieren con la investigación de (Chiquimba, 2021.) quien menciona en su estudio a 3800 msnm, donde obtuvo mayor presencia de **Pseudomonas, Actinomicetos y Solubilizadoras de fósforo** en colonias * gr⁻¹ de suelo.

Gráfico No. -16. Determinación de UFC*gr⁻¹ suelo en diferente grupo funcional.



Elaborado por: (Ortiz, 2021).

Como se observa en el (Gráfico No. -16) de los grupos funcionales de UFC*gr⁻¹ en la rizosfera de la papa a 3400msm, existe presencia de todos los grupos investigados, siendo los de mayor UFC* gr⁻¹, **Solubilizadoras de fósforo** con $6,92 \cdot 10^{12}$ en suelo y $3,27 \cdot 10^{12}$ en raíz, se encontró todos los grupos estudiados siendo los más representativos **Actinomicetos**, **Microbiota total**, con $3,27 \cdot 10^{12}$ en suelo y $6,92 \cdot 10^{12}$ en raíz. los datos obtenidos difieren con la investigación de (Chiquimba, 2021) quien menciona en su estudio a 3800 msnm, donde los mismos grupos funcionales tienen mayor presencia de UFC* gr⁻¹ * de suelo.

CONCLUSIONES

- En el piso altitudinal a 3400 msnm en el suelo asociado a la rizosfera de la papa variedad leona blanca se identificó como las familias más representativas las **enterobacteriáceas**, seguido de **xanthomonadaceas** con 34, 238, y 2,009, lecturas acumulativas.
- En el piso altitudinal a 3400 msnm en el suelo asociado a la rizosfera de la papa variedad leona blanca se identificó como las familias más representativas las **enterobacteriáceas**, seguido de **xanthomonadaceas** con 34, 238, y 2,009. El género más representativo fue **raoultella** con lecturas acumulativas de 1,949 respectivamente. En especie la más representativa fue **raoultella ornithinolytica** con 1,097 de lecturas acumulativas.
- El grupo funcional de mayor presencia en la rizosfera asociada al cultivo de la papa a 3400msnm fueron **Solubilizadoras de fósforo** y seguido de **Pseudomonas** respectivamente.
- Se determino que los grupos funcionales de mayor presencia están dentro de las familias con mayor de lecturas acumulativas.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar la investigación en los pisos altitudinales bajos 3000 a 2800 y así tener una visión general en todos los parámetros en todas las comunidades productivas del cultivo de papa.
- Se recomienda identificar consorcios bacterianos en el área foliar del cultivo de la papa, para determinar las relaciones entre componente suelo y foliar.

BIBLIOGRAFÍA

- Avellaneda-torres, L. M. (2012). Actividades Enzimáticas en Consorcios Bacterianos de Suelos Bajo Cultivo de Papa con Manejo Convencional y Bajo Pastizal Enzyme Activities in Bacterial Consortium Isolated from Soils with Potato Crop under Conventional Management and under Grassland. *Revista Facultad Nacional de Agronomía, Medellín*, 65(1), 6349–6360.
- Baez, F., Perdomo, C., Pincay, A., Tello, C., Villamizar, L., Jackson, T., Jaronski, S., & Viera, W. (2019). *Manual de analisis de calidad para formulaciones con base en hongos biocontroladores* (p. 15).
- Beltrán Pineda, M. E. (2015). La solubilización de fosfatos como estrategia microbiana para promover el crecimiento vegetal. *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 15(1), 101. https://doi.org/10.21930/rcta.vol15_num1_art:401
- Beltrán Pineda, M. E., & Lizarazo-Forero, L. M. (2014). Grupos Funcionales de Microorganismos en Suelos de Páramo Perturbados por Incendios Forestales. *Revista de Ciencias*, 17(2), 121–136. <https://doi.org/10.25100/rc.v17i2.490>
- Beltrán Pineda, M. E., Rocha Gil, Z. E., Bernal Figueroa, A. A., & Pita Morales, L. A. (2017). Microorganismos funcionales en suelos con y sin revegetalización en el municipio de Villa de Leyva, Boyacá. *Colombia Forestal*, 20(2), 158–170. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2017.2.a05>
- Bolaños A. (2015). Evaluación de diferentes orígenes de semilla de papa (*Solanum tuberosum* L.) provenientes de tres sistemas de producción en dos localidades de la sierra ecuatoriana. *Universidad Central Del Ecuador*.
- Calvo Vélez, P., Reymundo Meneses, L., & Zúñiga Dávila, D. (2008a). A STUDY OF POTATO (*Solanum tuberosum*) CROP RHIZOSPHERE MICROBIAL POPULATION IN HIGHLAND ZONES. *Ecología Aplicada*, 7(1).
- Calvo Vélez, P., Reymundo Meneses, L., & Zúñiga Dávila, D. (2008b). ESTUDIO DE LAS POBLACIONES MICROBIANAS DE LA RIZÓSFERA DEL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum*) EN ZONAS ALTOANDINAS. *Ecología Aplicada*, 7(1–2), 141.

<https://doi.org/10.21704/rea.v7i1-2.369>

- Carrasco, P. N. (2016). Pseudomonas, Microorganismos De Biocontrol En Agricultura. In *Control Bío* (p. 1). https://controlbio.es/es/blog/c/92_pseudomonas-microorganismos-de-biocontrol-en-agricultura.html#:~:text=Las Pseudomonas actúan de una,las raíces como las micorrizas.
- Cazorla, F. (2000). Pseudomonas por los suelos: biocontrol en la rizosfera. In *Encuentros en la Biología* (Issue 61, p. 1).
- Corrales Ramírez, MSc, L. C., Arévalo Galvez, Z. Y., & Moreno Burbano, V. E. (2014). Solubilización de fosfatos: una función microbiana importante en el desarrollo vegetal. *Nova*, 12(21), 67. <https://doi.org/10.22490/24629448.997>
- El Telégrafo. (2019). Papa, un alimento milenario que no pasa de moda. In *El Telégrafo*. <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/sociedad/6/papa-alimentomilenario-canar-ecuador>
- Elías, J., & Arroyo, J. (2018). Efecto de la inoculación con bacterias promotoras del crecimiento vegetal en plantas de maíz (*Zea mays* L.). *Revista Agronómica Del Noroeste Argentino*, 38(1), 33–38.
- Fernández-Travieso, J. C. (2016). Revista CENIC. Ciencias biológicas. *Revista CENIC. Ciencias Biológicas*, 41(3), 185–188.
- Ferrera, R., & Alarcón, A. (2001). The Microbial Activity in the Agroecosystem. *Ciencia Ergo Sum*, 8(2), 175–183. <https://www.redalyc.org/pdf/104/10402108.pdf>
- Florez, P. A. V., Guerra, D. A. C., & Rosero, S. E. V. (2016). Capacidad y diversidad de bacterias celulolíticas aisladas de tres hábitats tropicales en Boyacá, Colombia. *Acta Agronomica*, 65(4), 2–7. <https://doi.org/10.15446/acag.v65n4.50181>
- Franco-Correa, M. (2011). Utilización de los actinomicetos en procesos de biofertilización. *Revista Peruana de Biología*, 16(2), 239–242. <https://doi.org/10.15381/rpb.v16i2.213>
- Gaitán, D. M., & Perez, L. I. (2007). *Aislamiento y evaluación de microorganismos celulolíticos a partir de residuos vegetales frescos y en compost generados en un cultivo*

de crisantemo (Dendranthema grandiflora). 2–18.

- García, S. C. (2011). Bacterias simbióticas fijadoras de nitrógeno. *Ct*, 3, 173–186.
- Heckman, J. J., Pinto, R., & Savelyev, P. A. (1967). 済無No Title No Title No Title. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952.
- Huallpa Aro, R. (2018). Universidad Nacional Del Altiplano Tesis. *Factores Que Influyen En El Inicio De Relaciones Sexuales En Los Adolescentes De La Institución Educativa Secundaria Independencia Nacional Puno*, 2017, 113. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/8494>
- Ideagro. (2011). *Bacterias fijadoras de nitrógeno en agricultura, alternativa al uso de fertilización nitrogenada inorgánica* | Ideagro. <https://ideagro.es/bacterias-fijadoras-de-nitrogeno-en-agricultura-alternativa-al-uso-de-fertilizacion-nitrogenada-inorganica/>
- Jaizme-vega, M. C., & Rodríguez-romero, A. S. (2008). Integración de microorganismos benéficos (Hongos micorrícicos y bacterias izosféricas) en agrosistemas de las Islas Canarias. *Agroecología*, 3(0), 33–40.
- Licenciada, P., Bioqu, C., Esta, R., Biol, C., & Bioqu, C. (2019). “ *Caracterización de Bacterias Utilizables en Procesos de Biorremediación de Aguas* .”
- Loredo, O. C., López, R. L., & Espinosa, V. D. (2004). Bacterias promotoras del crecimiento vegetal asociadas con gramíneas: una revisión. Plant Growth-Promoting Bacteria in Association with Graminaceous Species: A Review. *TERRA Latinoamericana*, 22(2), 225–239. [researchgate.net/publication/258219164_Plant_Growth-Promoting_Bacteria_in_Association_with_Graminaceous_Species_A_Review](https://www.researchgate.net/publication/258219164_Plant_Growth-Promoting_Bacteria_in_Association_with_Graminaceous_Species_A_Review)
- Mantilla, C. L., Anaya, M. V., & Zumaqué, L. E. O. (2008). Bacterias fijadoras asimbióticas de nitrógeno de la zona agrícola de San Carlos. Córdoba, Colombia. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 9(2), 6–14. <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/biotecnologia/article/view/711>
- Marrero-Moreno, C., Mora Llanes, M., Hernández Fillor, R. E., Báez Arias, M., García Morey, T., & Espinosa Castaño, I. (2017). Identification of enterobacteria producing extended-spectrum beta-lactamases (ESBLs) in pig farms in Matanzas province. *Rev.*

Salud Anim, 39(3), 2224–4697.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0253-570X20170003000006&lng=es&nrm=iso&tlng=en%0Ahttp://scielo.sld.cu/pdf/rsa/v39n3/rsa06317.pdf

Materiales, I., No, R., Bacteriol, A., Est, G., Desempe, C. D. E., Del, L., Reactivos, D. E. L. O. S., Almacenamiento, C. D. E., Reactivos, E. D. E. L. O. S., & Anal, D. E. R. (2015). *Medio de cultivo SIM*. 4–5.

Medios, O. D. E., Para, D. E. C., Valiosa, U. N. A., Para, E., Producción, L. A., & Interés, D. E. B. D. E. (2006). Optimización De Medios De Cultivos Para Microorganismos, Una Valiosa Estrategia Para La Producción De Biopreparados De Interés Agrícola. *Cultivos Tropicales*, 27(3), 17–24.

Memoria que para optar al Grado de Doctor en Ciencias Biológicas presenta D . Jose Manuel Pozuelo González V ~ Bc ~ El Dr . D . Francisco Bermúdez de Castro y Naya. (1991).

Microorganismos. (n.d.).

Naturales, R. (2017). *Universidad tecnológica equinoccial*.

Nuria Bonilla. (2012). Organic amendments and land management affect bacterial community composition,. *Diversity and Biomass in Avocado Crop Soils. Plant and Soil*.

Ochoa, S. A., López-Montiel, F., Escalona, G., Cruz-Córdova, A., Dávila, L. B., López-Martínez, B., Jiménez-Tapia, Y., Giono, S., Eslava, C., HernándezCastro, R., & Xicohtencatl-Cortes, J. (2013). Características patogénicas de cepas de *Pseudomonas aeruginosa* resistentes a carbapenémicos, asociadas con la formación de biopelículas. *Boletín Medico Del Hospital Infantil de Mexico*, 70(2), 138–150.

Pozuelo, J. (1991). Estudio de grupos funcionales de microorganismos edáficos en la rizosfera de *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. *Facultad de Ciencias Biológicas/Universidad Complutense. Madrid, España*.

Ramírez-Quintero, J. D., & Chavarriaga-Restrepo, A. (2017). Bacteriemia por *Raoultella planticola* de origen gastrointestinal. *Iatreia*, 30(1), 67–71.

<https://doi.org/10.17533/udea.iatreia.v30n1a06>

Reuter, C. (n.d.). Biorremediación de los suelos, un llamado de atención en la industria de los hidrocarburos. In *Amerex*. <http://www.labamerex.com/novedad027.htm>

Rodríguez-Sahagún, A., Velasco-Jiménez, A., Castellanos-Hernández, O., Acevedo-Hernández, G., & Clarenc Aarland, R. (2020). Bacterias rizosféricas con beneficios potenciales en la agricultura. *Revista Terra Latinoamericana*, 38(2), 333–345. <https://doi.org/10.28940/terra.v38i2.470>

Scattaregia, J., Martínez, L., Farrando, S., & Leandro, E. (2016). *Aislamiento y selección de Bacterias Solubilizadoras de Fósforo de un suelo cultivado con tomate para industria (Solanum lycopersicum L.) Miembros del Comité Evaluador*. 54 261, 62.

Sevilla, J. G. (2015). *La importancia de la atención*. 1–8. http://www.um.es/sabio/docs-cmsweb/aulademayores/importancia_de_la_atenciOn._texto.pdf

UNAM. (2010). No Title *المجامع ك تاب*. □□□□ □□ □□□□□□, 2(5), 1–179. ???

UNIVERSIDAD VERACRUZANA. (205 C.E.). La Ciencia Y El Hombre. In *Qué son los marcadores moleculares* (p. VOLUMEN 1).

UpoTV - Conteo de bacterias viables. (n.d.).

ANEXOS

Anexo No. - 1. Metodología de Bernal 2015 (medios de cultivo).

GRUPO FUNCIONAL Y MEDIO UTILIZADO	DOSIS
<p style="text-align: center;"><u>POBLACIÓN TOTAL DE BACTERIA</u></p> <p>AGAR NUTRITIVO</p> <ul style="list-style-type: none"> • Agua destilada • Agar nutritivo • Ph 	<ul style="list-style-type: none"> • 1000 ml • 20 g/l • 7.0
<p>PROCEDIMIENTO:</p> <p>En un frasco con tapa se coloca 1000 ml de agua destilada y se pesan 20 g de agar nutritivo. Se lo lleva a un agitador, hasta que la mezcla sea algo homogénea, a la vez que se mide el pH, estabilizando en 7.0 con el uso de ácido clorhídrico 1N o hidróxido de sodio 1N. Se lo esteriliza en la autoclave por 15 minutos a 15 libras de presión.</p>	
<p style="text-align: center;"><u>POBLACIÓN TOTAL DE HONGOS</u></p> <p>AGAR ROSA DE BENGALA</p> <ul style="list-style-type: none"> • D – Glucosa • Peptona micológica • Fosfato monopotásico • Sulfato de magnesio hidratado • Rosa de bengala • Estreptomicina • Agar • Agua destilada • pH 	<ul style="list-style-type: none"> • 10 g/l • 5 g/l • 1 g/l • 0.5 g/l • 0.035 g /l • 30 mg/l • 15 g/l • 1000 ml • 5.5

PROCEDIMIENTO:

En un recipiente con tapa se coloca 1000 ml de agua destilada en la que se va colocando todos los reactivos en las cantidades establecidas, excepto la estreptomicina. Se lo lleva a un agitador, hasta que la mezcla sea algo homogénea, a la vez que se mide el pH, estabilizando en 5.5 con el uso de ácido clorhídrico diluido o hidróxido de sodio en solución. Se lo esteriliza en la autoclave por 15 minutos a 15 libras de presión.

Luego, la estreptomicina se diluye en 10 ml de agua y se la añade antes de dispensar el medio en las respectivas cajas, con la ayuda de una jeringuilla y un filtro. La estreptomicina inhibe el desarrollo y crecimiento de bacterias, permitiendo que solo los hongos aparezcan.

BACTERIAS SOLUBILIZADORAS DE
FÓSFORO

AGAR RAMOS CALLAO

- Extracto de levadura
- Glucosa
- Fosfato tricálcico
- Agua destilada
- Agar
- pH

- 2 g/l
- 20 g/l
- 2 g/l
- 1000 ml
- 22 g/l
- 7

PROCEDIMIENTO:

En un recipiente con tapa se coloca 1000 ml de agua destilada en la que se va colocando el extracto de levadura, la glucosa y el fosfato tricálcico, en las cantidades indicadas. Se lo lleva a un agitador, hasta que la mezcla sea algo homogénea, a la vez que se mide el pH, estabilizando en 7.0 con el uso de ácido clorhídrico 1N o hidróxido de sodio 1 N, se añade el agar y luego se lo esteriliza en la autoclave por 15 minutos a 15 libras de presión.

BACTERIAS CELULOLÍTICAS

AGAR EXTRACTO DE SUELO

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Fosfato dibásico de potasio (PO_4HK_2) • Nitrato de amonio (NO_3NH_4) • Carboximetilcelulosa • Agar • Extracto de suelo • pH | <ul style="list-style-type: none"> • 0.5 g/l • 0.15 g/l • 1.25 g/l • 20 g/l • 100 ml • 6.5 |
|---|--|

PROCEDIMIENTO:

En un recipiente con tapa se coloca 850 ml de agua destilada en la que se va colocando el fosfato dibásico de potasio y el nitrato de amonio en las cantidades indicadas. Los 850 ml van en función de los restantes volúmenes que se van a utilizar (carboximetilcelulosa y extracto de suelo).

La carboximetilcelulosa se diluye en 50 ml de agua destilada, con la ayuda de un agitador y se lo coloca al calor y una vez que ha sido diluida se lo pone al medio final.

El extracto de suelo se obtiene mediante la recolección de tierra de jardín rica en humus. Se limpia la hojarasca o impurezas de la superficie, se toma aproximadamente 1 kilogramo de suelo el mismo que se tamiza a una malla menor a 2 mm, hasta obtener una muestra de 500 gramos. Luego en 1000 ml de agua corriente se coloca el suelo y se agita bien. Se esteriliza en erlenmeyer amplio en la autoclave por 15 minutos a 15 libras de presión. Se lo retira y se deja decantar lo suficiente para luego filtrar a través de papel Whatman (papel filtro) en una bomba de vacío por lo menos dos veces. El filtrado es llevado a la centrífuga, a 3600 rpm, por 20 minutos. De la solución final se toma 100 ml y se añade a la solución inicial del medio de cultivo, se lo lleva a la agitadora y se regula el pH a 6.5, al final se añade el agar. El medio se lo esteriliza en la autoclave por 15 minutos a 15 libras de presión.

<p style="text-align: center;"><u>ACTINOMICETOS</u></p> <p>AGAR CASEÍNA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Almidón soluble • Caseína • KH₂ PO₄ • Agar • pH 	<ul style="list-style-type: none"> • 10 g • 1 g • 0.5 g • 10 g • 7.1
<p>PROCEDIMIENTO:</p> <p>En un recipiente con tapa se coloca 950 ml de agua destilada, se coloca la caseína, el fosfato monopotásico. El almidón debe ser diluido a parte al calor en 50 ml de agua destilada hasta que esté transparente, sin llegar a ebullición, entonces se lo pasa a la formulación final. Se lo lleva a la agitadora, se estabiliza el pH en 7.0, y se coloca el agar, para luego esterilizar en la autoclave por 15 minutos a 15 libras de presión.</p>	
<p style="text-align: center;"><u>BACTERIAS FIJADORAS DE NITRÓGENO</u></p> <p>WATANABE</p> <ul style="list-style-type: none"> • Glucosa • Manitol • Almidón • Ácido málico • Agar • pH • Solución II • Solución III • Bromotimol azul al 1% en etanol • Agua destilada 	<ul style="list-style-type: none"> • 5 g/l • 5 g/l • 4.5 g/l • 3.5 g/l • 1.75 g/l • 6.8 – 7.2 • 50 ml • 15 ml • 2 ml • Aforar a 1000 ml

SOLUCIÓN I <ul style="list-style-type: none">• H_3BO_3• $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$• $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$• $\text{CuSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$• $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$• Agua destilada	<ul style="list-style-type: none">• 750 mg/l• 550 mg/l• 350 mg/l• 21.8 mg/l• 20 mg/l• 1000 ml
SOLUCIÓN II <ul style="list-style-type: none">• $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$• $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$• $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$• $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$• EDTA ácido• Solución I• Agua destilada	<ul style="list-style-type: none">• 0.8 g/l• 4.0 g/l• 0.1180 g/l• 4 g/l• 0.8 g/l• 4 ml/l• 1000 ml
SOLUCIÓN III <ul style="list-style-type: none">• KH_2PO_4• K_2HPO_4• Agua destilada	<ul style="list-style-type: none">• 40 g/l• 60 g/l• 1000 ml

PROCEDIMIENTO:

Para preparar 1000 ml de medio watanabe se mide 500 ml de agua destilada en una botella con tapa rosca, se coloca la glucosa, el manitol y el ácido málico. El almidón se diluye al calor en 50 ml de agua destilada, una vez bien diluido se lo añade al medio, tomando en cuenta todos los volúmenes agregados. Se añade las soluciones II y III (tomando los reactivos en las cantidades indicadas) se toman los volúmenes especificados y se añade al medio de cultivo.

El bromotimol azul al 1% en etanol se prepara pesando 1 g de este reactivo y diluyendo en 100 ml de etanol; de lo cual se toma 2 ml en 1000 ml de medio, con la ayuda de una pipeta.

Se suman los volúmenes indicados y se descuentan para saber la cantidad faltante para completar 1000 ml. Se nivela el pH entre 6.8 y 7.2 y se coloca el agar.

Se coloca 6 ml en cada tubo y se esteriliza a 15 libras por 15 minutos en la autoclave. Luego dentro de la cámara de flujo se siembran 0.2 ml de la dilución de la muestra correspondiente.

PSEUDOMONAS

B de King

COMPOSICIÓN TEÓRICA (g/l de agua destilada) El medio King B se elabora de acuerdo con la fórmula teórica descrita por King, Ward y Raney (1).

- Peptona 20
- Agar purificado 12
- K₂HPO₄ (anhidro) 1,5
- MgSO₄. 7 H₂O (anhidro)) 1,5
- Solubizan

Elaborado: Chasi, Ortiz, Nasimba, Cruz & Quichimba 2021.

Anexo No. – 2. Recolección de muestras en la rizosfera del cultivo de papa a un piso altitudinal de 3400 msnm Var. Leona Blanca.



Elaborado por: (Ortiz, 2021).

Anexo No. - 3. Selección de muestras en laboratorio de microbiología



Elaborado por: (Ortiz, 2021).

Anexo No. - 4. Preparacion de los medios de cultivo por grupo funcional.

Elaborado por: (Ortiz, 2021).

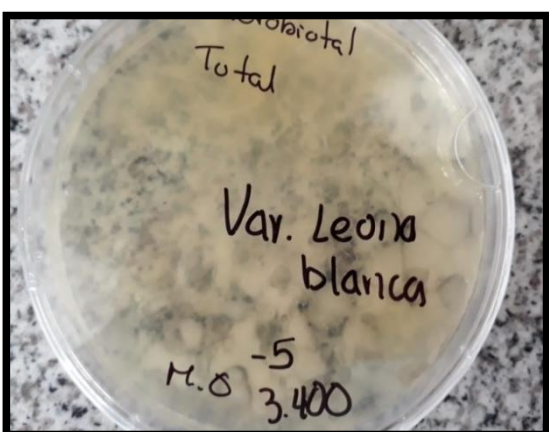
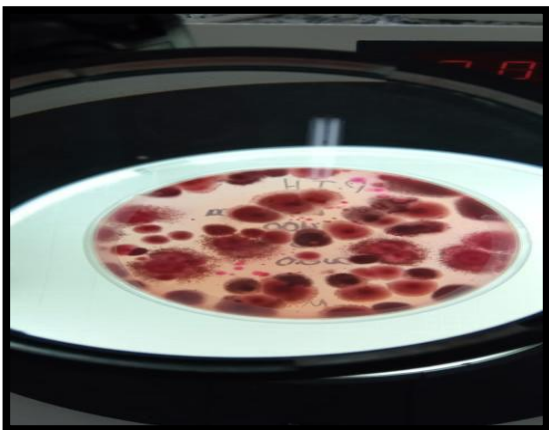
Anexo No. - 5. Siembra e Incubación de los medios de cultivo a 27°C por 15 a 20 días.



Elaborado por: (Ortiz, 2021).

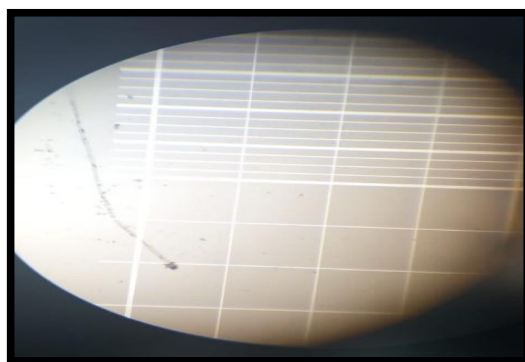
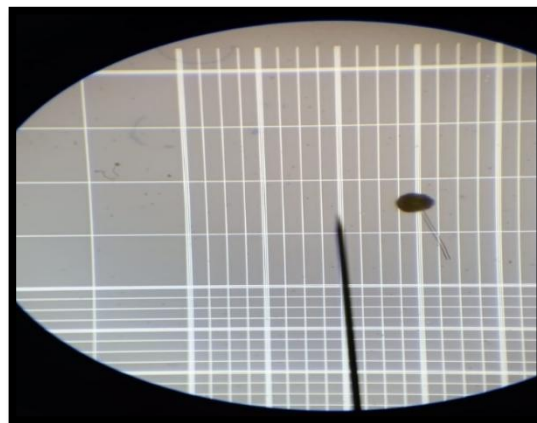
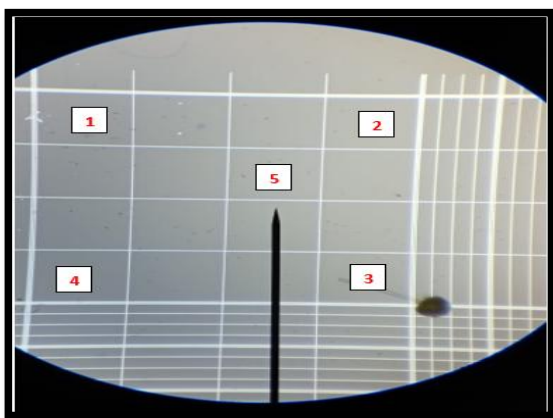
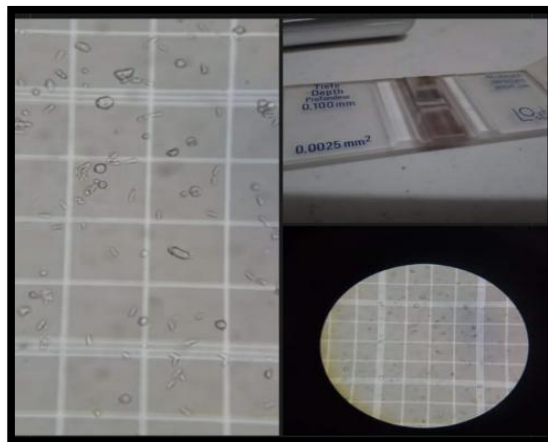
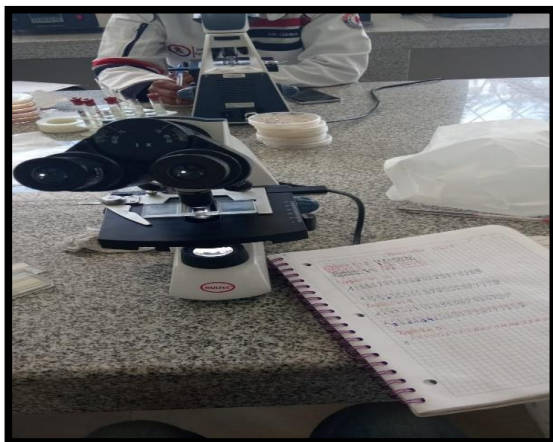
Anexo No. - 6. Resultados obtenidos después de 15 días a 20 días.

Conteo de colonias en el cuenta colonias.



Elaborado por: (Ortiz, 2021)

Anexo No. - 7. Conteo de UFC* gr⁻¹ de suelo en la cámara de new neubauer



Elaborado por: (Ortiz, 2021).

Anexo No. - 8. Tablas de ingreso de número de UFC y colonias por cada grupo funcional.

1) Grupo Funcional	<u>Población total de hongos</u>
2) Medio de cultivo	Rosa de bengala
3) Fecha	01/07/2021
5) Var.	Leona blanca
6) Altitud	3400 msnm
7) Tipo de solución	Solución de suelo

REPETICION 1		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	PROMEDIO
# COLONIAS	176																					
CUADRATE 1		5	0	0	0	0	0	0	0	0	5	3	3	0	3	6	10	6	0	7	8	3,84E+11
CUADRATE 2		3	3	0	0	0	3	1	2	2	3	3	2	1	3	5	2	0	0	6	1	
REPETICION 2		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
# COLONIAS	34																					
CUADRATE 1		0	3	5	1	5	1	3	2	4	1	0	1	2	2	2	3	0	4	3	2	4,28E+11
CUADRATE 2		5	1	1	3	1	7	1	2	4	18	3	2	0	0	5	2	2	3	0	3	
REPETICION 3		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
# COLONIAS	251																					
CUADRATE 1		0	4	2	4	2	3	2	0	7	10	1	5	1	2	4	0	3	3	3	4	4,52E+11
CUADRATE 2		2	1	2	5	4	0	2	2	3	5	3	3	2	2	5	2	5	0	1	4	
REPETICION 4		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
# COLONIAS	110																					
CUADRATE 1		0	2	0	1	17	1	0	1	2	8	0	8	3	5	2	6	5	4	0	5	4E+11
CUADRATE 2		1	0	3	0	2	11	2	0	1	2	1	0	0	0	2	2	0	1	0	2	
REPETICION 5		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
# COLONIAS	281																					
CUADRATE 1		29	9	0	2	2	1	0	0	2	1	1	15	23	5	11	0	9	0	4	4	1,18E+11
CUADRATE 2		30	4	10	39	3	16	1	3	5	0	4	1	1	6	2	3	0	15	27	6	

3,56E+11

1) Grupo Funcional	Población total de hongos
2) Medio de cultivo	Rosa de bengala
3) Fecha	01/07/21
5) Var.	Leona blanca
6) Altitud	3400 msnm
7) Tipo de muestras	Solución Raíz

REPETICION 1		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	PROMEDIO	
# COLONIAS	124																						
CUADRATE 1		5	1	0	2	2	2	1	0	1	4	0	1	1	2	5	0	1	2	1	2		3,76E+11
CUADRATE 2		1	2	3	0	2	1	2	1	1	2	2	3	4	3	1	7	5	6	8	7		
REPETICION 2		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
# COLONIAS	48																						
CUADRATE 1		6	3	4	2	8	11	3	6	5	6	5	7	2	5	6	5	7	3	4	14	8,84E+11	
CUADRATE 2		1	6	2	3	5	8	3	9	4	5	3	4	4	6	8	1	6	8	11	12		
REPETICION 3		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
# COLONIAS	122																						
CUADRATE 1		0	1	1	2	2	1	2	1	1	3	20	12	12	8	2	1	1	8	0	2	4,32E+11	
CUADRATE 2		0	1	0	1	2	1	2	0	1	2	2	2	1	1	2	0	2	2	1	5		
REPETICION 4		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
# COLONIAS	40																						
CUADRATE 1		2	5	2	14	0	4	7	0	9	5	4	1	8	5	7	9	7	8	7	2	9,12E+11	
CUADRATE 2		8	4	6	3	13	6	5	8	3	8	3	7	9	1	8	7	6	5	7	5		
REPETICION 5		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
# COLONIAS	122																						
CUADRATE 1		3	10	2	4	5	3	1	5	3	9	4	5	6	6	4	8	6	8	5	9	8,56E+11	
CUADRATE 2		2	1	5	8	6	6	3	6	7	8	2	7	6	7	6	5	5	6	6	6		

6,92E+11

1) Grupo Funcional	Suavizadores de fosforo
2) Medio de cultivo	Ramos callao
3) Fecha	3/7/2021
5) Var.	Leona blanca
6) Altitud	3400 msnm
7) Tipo de muestras	Solución Suelo

REPETICION 1		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	PROMEDIO
# COLONIAS	280																					
CUADRATE 1		10	21	11	14	9	8	6	5	12	7	7	5	5	10	8	6	9	6	13	7	1,43E+12
CUADRATE 2		8	6	6	9	10	5	6	12	4	12	8	9	14	5	6	3	18	12	10	15	
REPETICION 2		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	1,22E+12
# COLONIAS	255																					
CUADRATE 1		2	10	12	8	5	12	2	8	13	12	8	3	16	16	10	5	14	15	2	5	1,49E+12
CUADRATE 2		8	7	4	6	8	5	6	7	7	4	3	12	4	5	7	8	6	10	3	7	
REPETICION 3		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	1,37E+12
# COLONIAS	276																					
CUADRATE 1		6	8	5	10	6	9	10	6	9	17	12	9	15	10	11	9	10	18	16	9	1,08E+12
CUADRATE 2		6	12	9	5	3	7	4	5	7	8	10	5	11	8	14	11	9	8	10	15	
REPETICION 4		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	1,37E+12
# COLONIAS	245																					
CUADRATE 1		4	6	4	6	9	8	10	12	10	6	8	15	2	7	3	3	8	6	17	10	1,08E+12
CUADRATE 2		2	15	8	9	7	2	9	10	6	6	15	22	14	9	12	5	13	2	11	11	
REPETICION 5		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	1,08E+12
# COLONIAS	216																					
CUADRATE 1		1	1	6	6	6	6	10	14	5	10	16	7	8	9	16	2	12	8	14	7	1,08E+12
CUADRATE 2		5	7	8	5	3	4	1	2	10	9	6	2	3	8	5	3	8	3	6	8	

5,72E+12

1) Grupo Funcional	Solubilizadoras de fósforo
2) Medio de cultivo	Ramos callao
3) Fecha	3/7/2021
5) Var.	Leona blanca
6) Altitud	3400 msnm
7) Tipo de muestras	Solución Raíz

REPETICION 1		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	PROMEDIO
# COLONIAS	168																					
CUADRATE 1		3	1	4	7	5	3	4	3	5	10	3	5	2	1	5	0	2	8	5	5	6,2E+11
CUADRATE 2		3	1	2	3	7	1	3	4	7	6	2	0	5	2	6	2	1	10	5	4	
REPETICION 2		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
# COLONIAS	210																					
CUADRATE 1		2	0	2	4	5	3	5	4	2	4	1	5	4	0	2	3	5	3	4	5	4,84E+11
CUADRATE 2		5	6	3	0	8	2	4	0	2	3	3	2	0	0	4	5	1	3	4	3	
REPETICION 3		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
# COLONIAS	212																					
CUADRATE 1		3	3	3	1	4	1	2	2	4	6	4	2	2	3	1	2	0	2	4	5	4,08E+11
CUADRATE 2		1	3	0	3	4	7	1	1	0	1	4	3	3	2	5	1	3	1	1	4	
REPETICION 4		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
# COLONIAS	200																					
CUADRATE 1		1	4	5	0	1	3	3	3	0	5	3	0	0	1	3	6	3	2	0	1	3,88E+11
CUADRATE 2		3	3	1	4	3	4	2	4	4	3	2	3	3	0	1	1	1	2	3	6	
REPETICION 5		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
# COLONIAS	153																					
CUADRATE 1		0	1	2	0	2	0	0	2	2	1	1	0	0	0	2	1	1	1	2	2	2,4E+11
CUADRATE 2		1	1	2	1	0	0	2	2	3	5	2	0	0	1	2	1	3	3	5	6	

4,28E+11

1) Grupo Funcional	Pseudomonas
2) Medio de cultivo	Pseudomonas
3) Fecha	2/7/2021
5) Var.	Leona blanca
6) Altitud	3400 msnm
7) Tipo demuestras	Solución Suelo

REPETICION 1		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	PROMEDIO
# COLONIAS	184																					
CUADRATE 1		2	1	0	1	7	3	2	2	0	2	0	2	1	1	0	2	3	0	2	4	2,64E+11
CUADRATE 2		2	1	0	1	3	4	0	1	2	1	2	1	0	1	0	4	0	0	5	3	
REPETICION 2		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
# COLONIAS	262																					
CUADRATE 1		3	1	4	2	3	1	2	2	0	2	1	2	1	1	2	0	3	2	0	1	3,16E+11
CUADRATE 2		1	4	1	2	1	1	2	1	0	2	3	2	0	4	8	3	2	1	6	2	
REPETICION 3		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
# COLONIAS	253																					
CUADRATE 1		5	0	3	5	6	3	0	1	8	2	5	6	5	1	0	1	3	2	1	0	4,2E+11
CUADRATE 2		1	5	6	4	1	0	3	3	1	1	2	1	5	3	2	0	4	4	2	0	
REPETICION 4		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
# COLONIAS	248																					
CUADRATE 1		2	1	2	1	2	1	3	3	3	1	3	2	2	6	3	4	1	2	2	7	4,52E+11
CUADRATE 2		1	0	3	2	5	3	8	6	1	3	2	4	4	5	2	4	2	3	2	2	
REPETICION 5		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
# COLONIAS	195																					
CUADRATE 1		6	2	5	2	4	10	6	4	5	7	6	3	5	2	7	1	4	3	3	2	7,56E+11
CUADRATE 2		12	9	3	4	5	6	4	5	3	2	1	7	2	4	5	10	7	2	5	6	

1,64E+12

1) Grupo Funcional	Pseudomonas																						
2) Medio de cultivo	Pseudomonas																						
3) Fecha	2/7/2021																						
5) Var.	Leona blanca																						
6) Altitud	3400 msnm																						
7) Tipo de muestras	Solución de Raíz																						
REPETICION 1		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	PROMEDIO	
# COLONIAS	145																						
CUADRATE 1		2	3	4	5	6	3	6	5	1	0	4	3	0	5	3	0	4	5	7	6	5,96E+11	
CUADRATE 2		5	6	3	7	6	2	0	1	6	0	2	2	3	0	4	4	8	7	5	6		
REPETICION 2		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
# COLONIAS	288																						
CUADRATE 1		4	2	1	1	2	0	0	0	1	2	0	0	0	2	1	1	0	1	0	1	1,88E+11	
CUADRATE 2		1	2	2	3	2	2	1	0	1	2	2	1	1	1	2	3	0	1	0	1		
REPETICION 3		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
# COLONIAS	267																						
CUADRATE 1		0	1	2	3	0	1	2	2	1	2	2	3	0	1	3	2	2	3	3	2	2,2E+11	
CUADRATE 2		0	0	1	1	4	1	2	1	2	0	1	1	0	0	1	2	1	0	1	1		
REPETICION 4		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
# COLONIAS	239																						
CUADRATE 1		0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	2	0	1	2	2	2	1	1	2	0	1,52E+11	
CUADRATE 2		1	0	1	2	1	0	0	1	0	1	1	1	2	1	0	1	2	2	1	2		
REPETICION 5		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
# COLONIAS	352																						
CUADRATE 1		1	2	1	4	2	3	2	3	6	7	4	3	2	4	5	6	5	2	4	0	4,68E+11	
CUADRATE 2		0	0	1	2	7	0	0	3	2	4	2	7	4	6	3	0	2	3	4	1		

1,25E+12

1) Grupo Funcional	Actinomicetos																						
2) Medio de cultivo	Caseína agar																						
3) Fecha	2/7/2021																						
5) Var.	Leona blanca																						
6) Altitud	3400 msnm																						
7) Tipo de muestras	Solución de suelo																						
REPETICION 1		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	PROMEDIO	
# COLONIAS	81																						
CUADRATE 1		6	4	5	7	4	2	6	2	5	3	6	6	5	5	5	8	6	4	8	4	8,44E+11	
CUADRATE 2		6	4	5	5	4	9	4	7	2	3	6	8	6	4	8	4	7	6	7	5		
REPETICION 2		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
# COLONIAS	247																						
CUADRATE 1		5	12	6	9	4	2	3	5	2	5	3	7	2	7	3	4	3	5	9	7	1,028E+12	
CUADRATE 2		1	10	7	13	11	8	9	12	9	10	1	8	6	9	6	6	8	6	5	9		
REPETICION 3		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
# COLONIAS	596																						
CUADRATE 1		4	5	3	1	7	5	5	10	3	3	0	6	1	3	5	4	9	3	4	3	6,72E+11	
CUADRATE 2		5	1	1	9	6	7	3	2	3	9	2	1	8	5	7	3	4	2	4	2		
REPETICION 4		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
# COLONIAS	52																						
CUADRATE 1		6	3	4	7	5	2	6	7	9	5	3	2	5	3	4	5	8	6	5	7	8,28E+11	
CUADRATE 2		4	5	3	3	8	3	2	5	9	4	8	6	4	7	8	2	4	3	10	7		
REPETICION 5		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
# COLONIAS	405																						
CUADRATE 1		2	2	3	4	8	8	5	6	7	2	0	1	2	3	7	2	2	4	5	8	6,92E+11	
CUADRATE 2		1	2	8	4	9	4	3	3	9	8	7	4	2	11	2	3	5	2	2	3		

3,51E+12

1) Grupo Funcional	Actinomicetos
2) Medio de cultivo	Caseina Agar
3) Fecha	2/7/2021
5) Var.	Leona blanca
6) Altitud	3400 msnm
7) Tipo de muestras	Solucion de raíz

REPETICION 1		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	PROMEDIO
# COLONIAS	45																					
CUADRATE 1		1	3	3	3	4	2	7	6	2	3	1	7	2	5	2	2	5	3	1	6	5E+11
CUADRATE 2		5	7	2	5	7	2	6	3	3	2	3	0	0	4	1	1	0	1	2	3	
REPETICION 2		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
# COLONIAS	35																					
CUADRATE 1		2	2	5	5	3	5	3	5	2	6	2	2	4	4	6	1	2	2	1	6	6,12E+11
CUADRATE 2		4	2	0	6	6	2	5	3	7	7	5	3	4	2	6	2	3	8	4	6	
REPETICION 3		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
# COLONIAS	40																					
CUADRATE 1		5	1	3	10	5	1	2	0	1	4	3	5	4	5	6	1	9	5	4	5	7,12E+11
CUADRATE 2		6	5	2	9	4	2	2	6	5	4	2	3	4	3	5	4	6	3	3	21	
REPETICION 4		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
# COLONIAS	35																					
CUADRATE 1		1	0	3	3	2	3	2	1	0	1	1	1	0	1	2	1	2	4	1	3	2,92E+11
CUADRATE 2		1	1	1	2	2	3	0	2	5	2	3	0	1	1	1	2	1	6	5	2	
REPETICION 5		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
# COLONIAS	51																					
CUADRATE 1		2	1	3	2	3	1	4	2	1	4	2	1	5	5	1	2	1	2	2	6	7,12E+11
CUADRATE 2		10	8	2	13	5	2	7	8	2	13	7	1	9	4	10	6	5	7	5	4	

Elaborado por:(Ortiz,2021)

2,26E+12

1) Grupo Funcional	Microbiota total
2) Medio de cultivo	Medio agar nutritivo
3) Fecha	9/7/2021
5) Var.	Leona blanca
6) Altitud	3400 msnm
7) Tipo de muestras	Solucion de suelo

REPETICION 1		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	PROMEDIO	
# COLONIAS	51																						
CUADRATE 1		4	0	2	2	2	2	3	0	2	2	3	1	2	3	6	0	4	6	0	2		4,52E+11
CUADRATE 2		1	6	2	1	7	4	2	4	2	7	0	2	0	3	2	8	4	3	5	4		
REPETICION 2		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
# COLONIAS	46																						
CUADRATE 1		0	3	7	9	3	6	5	6	3	6	5	9	6	2	4	5	6	5	9	6		9,48E+11
CUADRATE 2		6	7	2	5	4	1	8	6	8	8	9	6	3	8	9	8	9	7	5	13		
REPETICION 3		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
# COLONIAS	581																						
CUADRATE 1		8	2	4	2	10	3	2	6	9	4	9	5	5	3	5	6	6	7	6	6		9,28E+11
CUADRATE 2		9	5	8	6	7	7	5	4	1	8	1	5	9	3	17	5	10	8	0	6		
REPETICION 4		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
# COLONIAS	54																						
CUADRATE 1		3	5	1	2	4	5	1	2	2	2	12	3	4	10	7	4	1	6	4	9		8,44E+11
CUADRATE 2		5	6	5	7	8	15	9	10	4	11	3	5	4	5	3	1	2	3	5	13		
REPETICION 5		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
# COLONIAS	39																						
CUADRATE 1		5	1	1	1	2	2	3	2	1	0	2	3	3	2	1	4	2	3	2	5		4,68E+11
CUADRATE 2		2	5	2	0	4	3	4	5	3	6	0	7	2	4	2	3	4	3	7	6		

3,27E+12

1) Grupo Funcional	Microbiota total
2) Medio de cultivo	Medio agar nutritivo
3) Fecha	###
5) Var.	Leona blanca
6) Altitud	3400 msnm
7) Tipo de muestras	Solución de Raíz

REPETICION 1		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	PROMEDI O
# COLONIAS	55																					
CUADRATE 1		4	5	8	11	6	12	9	4	7	5	14	12	10	8	5	5	9	8	3	7	1,54E+12
CUADRATE 2		8	6	15	9	20	15	5	10	0	7	12	21	6	18	5	22	10	8	18	17	
REPETICION 2		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
# COLONIAS	58																					
CUADRATE 1		2	1	3	6	8	4	1	2	10	7	2	17	15	8	5	7	21	13	15	18	1,50E+12
CUADRATE 2		14	11	9	5	5	9	10	8	21	16	25	6	12	13	6	8	9	6	8	10	
REPETICION 3		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
# COLONIAS	41																					
CUADRATE 1		6	8	3	10	7	5	6	10	5	2	6	3	6	5	9	5	6	6	7	6	1,58E+12
CUADRATE 2		11	7	7	9	14	9	4	21	12	10	5	16	13	31	14	41	10	9	15	16	
REPETICION 4		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
# COLONIAS	63																					
CUADRATE 1		12	8	14	11	7	10	21	10	11	16	13	16	14	8	5	8	14	9	7	17	1,90E+12
CUADRATE 2		17	10	16	13	2	15	17	13	16	10	15	10	13	16	7	4	10	18	15	8	
REPETICION 5		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
# COLONIAS	48																					
CUADRATE 1		15	12	12	9	4	5	17	14	14	11	17	14	5	15	18	8	14	9	20	12	1,97E+12
CUADRATE 2		20	13	12	7	6	8	4	13	15	9	15	19	7	12	11	17	23	12	10	15	

Fuente: Ortiz 2021

1) Grupo Funcional	Watanabe																				68	
2) Medio de cultivo	Medio agar nutritivo																					
3) Fecha	22/7/2021																					
5) Var.	Leona blanca																					
CUADRANTE 1	3400 msnm	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	2	0	0	1	1	1	0	1	1	
CUADRANTE 2	gras																					
CUADRANTE 3	Solución de raíz	0	2	0	2	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1		1,04E+11

Fuente: Ortiz 2021

5,89E+11

REPETICIONES		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	PROMEDIO
# COLONIAS	18																					
CUADRATE 1		0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1,16E+11
CUADRATE 2		0	1	0	2	0	3	1	1	0	0	1	0	7	1	0	0	1	1	0	1	
REPETICION 2		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
# COLONIAS	22																					
CUADRATE 1		0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	2	1	0	1	0	1	0	1	1	1,08E+11
CUADRATE 2		0	1	2	0	1	1	0	1	0	1	0	1	2	0	1	0	1	2	1	0	
REPETICION 3		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
# COLONIAS	30																					
CUADRATE 1		0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	2	4	1,16E+11
CUADRATE 2		1	0	0	1	4	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	2	1	
REPETICION 4		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
# COLONIAS	12																					
CUADRATE 1		0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	2	1	7	1	1,32E+11
CUADRATE 2		0	1	1	0	1	2	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	5	0	1	
REPETICION 5		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
# COLONIAS	114																					
CUADRATE 1		1	0	1	1	0	2	1	0	1	0	1	2	1	0	1	0	0	0	1	0	1,12E+11
CUADRATE 2		1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	

4,94E+11

1) Grupo Funcional	Ext. Suelo
2) Medio de cultivo	Medio agar nutritivo
3) Fecha	22/07/21
5) Var.	Leona blanca
6) Altitud	3400 msnm
7) Tipo de muestras	Solución de suelo

REPETICION		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	PROMEDIO
1																						
# COLONIAS	48																					
CUADRATE 1		1	2	4	1	4	2	1	3	2	2	4	3	2	1	4	2	2	1	3	4	4,08E+11
CUADRATE 2		2	1	2	0	0	1	2	2	1	1	2	4	3	1	2	5	6	1	8	10	
REPETICION		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
2																						
# COLONIAS	33																					
CUADRATE 1		1	3	2	4	1	1	2	1	2	3	5	3	2	1	1	1	1	2	1	3	3,80E+11
CUADRATE 2		1	3	2	6	7	0	9	1	2	5	1	2	3	1	1	1	2	5	1	2	
REPETICION		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
3																						
# COLONIAS	23																					
CUADRATE 1		2	4	1	2	5	8	3	2	1	2	0	2	3	5	8	3	2	5	7	1	4,72E+11
CUADRATE 2		2	1	4	3	2	2	1	1	5	7	2	2	1	1	4	2	3	6	2	1	
REPETICION		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
4																						
# COLONIAS	35																					
CUADRATE 1		1	2	4	0	5	2	4	1	1	2	1	4	1	2	4	1	3	2	1	3	4,08E+11
CUADRATE 2		3	2	5	4	1	3	2	1	3	1	5	4	1	3	7	1	2	6	3	1	
REPETICION		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
5																						
# COLONIAS	40																					
CUADRATE 1		5	2	1	3	5	2	5	4	5	7	7	4	8	3	4	2	4	5	3	6	5,56E+11
CUADRATE 2		1	2	5	0	2	1	3	5	7	2	3	4	5	1	2	1	2	5	1	2	

1) Grupo Funcional	Ext. Suelo
2) Medio de cultivo	Medio agar nutritivo
3) Fecha	22/7/2021
5) Var.	Leona blanca
6) Altitud Elevación 2021.	3400 msnm
7) Tipo de muestras	Solución de Raíz

71

4,45E+11

REPETICION 1		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	PROMEDIO
# COLONIAS	40																					
CUADRATE 1		0	1	3	5	2	1	4	3	4	2	2	3	4	5	4	2	1	2	4	0	4,72E+11
CUADRATE 2		1	2	4	3	5	1	2	4	5	7	1	2	5	6	7	1	2	0	1	7	
REPETICION 2		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
# COLONIAS	212																					
CUADRATE 1		1	3	4	5	3	4	6	7	3	7	2	1	2	5	4	7	8	2	1	5	5,36E+11
CUADRATE 2		1	2	5	3	1	7	2	2	1	3	2	4	5	1	2	5	2	3	2	1	
REPETICION 3		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
# COLONIAS	20																					
CUADRATE 1		3	1	4	2	1	2	4	5	2	6	2	1	5	3	4	2	3	2	1	0	4,72E+11
CUADRATE 2		0	1	3	5	1	7	8	5	1	2	3	2	1	5	7	2	4	5	2	1	
REPETICION 4		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
# COLONIAS	10																					
CUADRATE 1		5	3	3	2	3	1	2	0	3	1	1	2	3	5	2	1	2	0	1	3	3,80E+11
CUADRATE 2		2	1	2	4	5	3	3	1	2	4	7	2	3	2	1	2	4	3	1	0	
REPETICION 5		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
# COLONIAS	19																					
CUADRATE 1		0	3	6	3	2	1	2	3	2	5	1	2	4	5	1	2	4	5	1	2	5,20E+11
CUADRATE 2		1	4	9	5	2	1	9	5	3	2	3	4	7	6	4	2	3	1	0	5	

4,76E+11

PROMEDIOS GENERALES POR GRUPO FUNCIONAL

GRUPOS FUNCIONAL	SUELO	RAIZ
PTH	3,56E+11	8,95E+11
RAMOS CALLAO	5,72E+12	4,28E+11
PSEUDOMODAS	1,64E+12	1,25E+12
ACTINOMICETOS	3,51E+12	2,26E+12
MICROBIOTA TOTAL	3,27E+12	6,92E+12
WATANABE	5,89E+11	4,94E+11
EXTRACTO DE SUELO	4,45E+11	4,76E+11

Elaborado por: (Ortiz, 2021).

Anexo No. - 9. Análisis de suelo

MC-LASPA-2201-01

	INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS PLANTAS Y AGUAS Panamericana Sur Km. 1. S/N Cutuglagua. Tlfs. (02) 3007284 / (02)2504240 Mail: laboratorio.dsa@iniap.gob.ec	
---	--	---

INFORME DE ENSAYO No: 21-0535

NOMBRE DEL CLIENTE: Chasi Vizuete Wilman Paolo
PETICIONARIO: Amanda Ortiz
EMPRESA/INSTITUCIÓN: Amanda Ortiz
DIRECCIÓN: Pujilli

FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 22/06/2021
HORA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 15:30
FECHA DE ANÁLISIS: 05/07/2021
FECHA DE EMISIÓN: 09/07/2021
ANÁLISIS SOLICITADO: S4

Análisis	PH	N		P		S		B		K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	Ca/Mg	Mg/K	Ca+Mg/K	Σ Bases	MO	CO.*	Textura (%)				IDENTIFICACIÓN								
		ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	meq/100g	meq/100g	meq/100g	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	meq/100g	%	%	Arena	Limo	Arcilla	Clase Textural									
21-2070	6,85	PN	39	M	57	A	7,4	B	0,28	B	0,56	A	15,35	A	3,66	A	2,4	B	5,4	A	102	A	4,4	B	4,19	6,57	34,08	19,57	2,7	A	51	36	13	FRANCO	Lote Ortiz

Análisis	Al+H*	Al*	Na*	C.E.*	N. Total*	N-NO3	K H2O*	P H2O*	Cl*	PH2O*	IDENTIFICACIÓN
Unidad	meq/100g			dS/m	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	

OBSERVACIONES:

METODOLOGIA USADA		
pH = Suelo: Agua (1:2.5)	P K Ca Mg =	Otros Modificado
S.B = Fosfato de Calcio	Cu Fe Mn Zn =	Otros Modificado
	B =	Circumina

* Ensayos no solicitados por el cliente

INTERPRETACION		
PH	Elemento	
Ac = Acido	N = Neutro	B = Bajo
LAc = Liger. Acido	LAl = Lige. Alcalino	M = Medio
PH = Prac. Neutro	Al = Alcalino	A = Alto
RC = Requieren Cal	T = Tóxico (Boro)	

ABREVIATURAS	
C.E. =	Conductividad Eléctrica
M.O. =	Materia Orgánica

METODOLOGIA USADA	
C.E. =	Pesta Saturada
M.O. =	Dicromato de Potasio
Al+H =	Titración NaOH

INTERPRETACION					
AMH,Al y Na		C.E.		M.O y Cl	
B = Bajo	NB = No Salino	S = Salino	B = Bajo		
M = Medio	LS = Lig. Salino	MS = Muy Salino	M = Medio		
T = Tóxico			A = Alto		



LABORATORISTA

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
 Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el objeto de ensayo
 Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
 Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el objeto de ensayo



RESPONSABLE DE LABORATORIO

NOTA DE DESCARGO: La información contenida en este informe de ensayo es de carácter confidencial, está dirigido únicamente al destinatario de la misma y solo podrá ser usada por este. Si el lector de este correo electrónico o fax no es el destinatario del mismo, se le notifica que cualquier copia o distribución de este se encuentra totalmente prohibido. Si usted ha recibido este informe de ensayo por error, por favor notifique inmediatamente al remitente por este mismo medio y elimine la información.

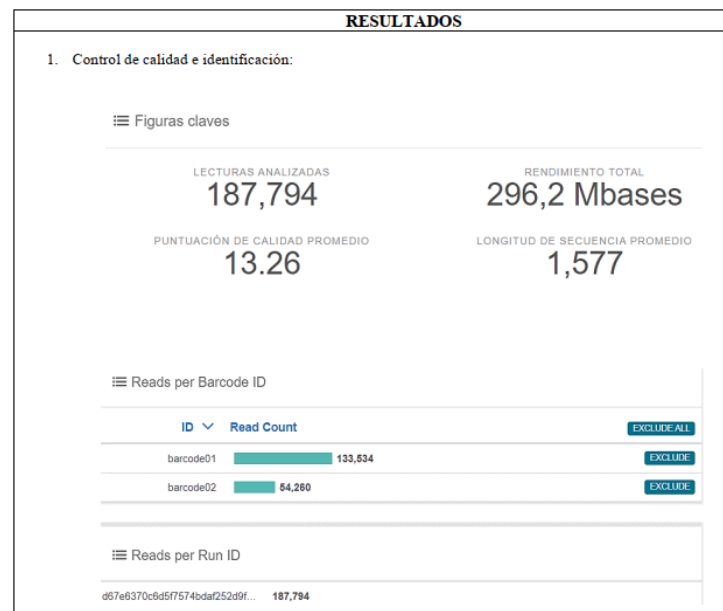
* Opiniones de interpretación, etc, que se indican en este informe constituye una guía para el cliente.

Fuente: INIAP 2021.

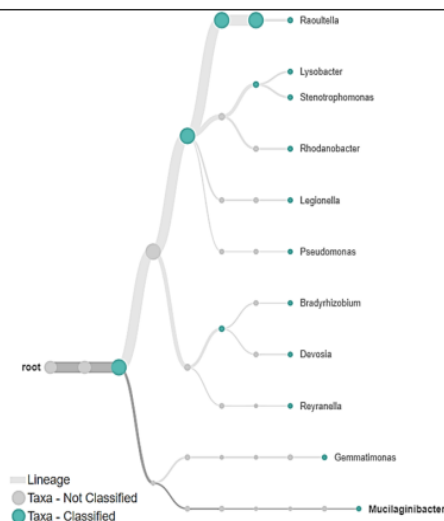
Anexo No. - 10. Analisis genómico (CIBE)

Detalles de la muestra analizada	
Nombre: <ul style="list-style-type: none"> - Muestra 1: Suelo cultivo papa, 3800 msnm, Prov. Cotopaxi. Cantón Pujilí, Sector Cuturivi. - Muestra 2: Suelo cultivo papa, 3400 msnm, Prov. Cotopaxi. Cantón Pujilí, Sector Cuturivi. 	Tipo de muestra: Suelo rizosférico
Número de muestras: 2	Empaque: Bolsa ziploc plástica
Fecha de recepción: 14/06/2021	Fecha de pruebas: 21/06/2021 al 04/07/2021
Análisis: Identificación bacteriana a través de la secuenciación del gen 16s. Asignación de códigos de barra para la secuenciación: <ul style="list-style-type: none"> - Barcode 01 (A05): ADN obtenido de muestra de suelo 1. - Barcode 02 (B05): ADN obtenido de muestra de suelo 2. - Barcode 03 (C05): Control negativo (agua) 	Método: Secuenciación en nanoporos con dispositivo MinION.
Flujo de trabajo experimental:	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Amplificación de los genes 16s de cada muestra y preparación de librerías de ADN para secuenciar en el MinION Mk1B utilizando el kit de código de barras 16s 1-24 (SQK-16S024). 2. Secuenciación de librerías 16s en el MinION de Oxford Nanopore y posterior basecalling en MinKNOW. 3. Análisis de las lecturas resultantes en el flujo bioinformático online 16S en EPI2ME. 	

FUENTE: CIBE (2021).



Taxón	Lecturas acumuladas
<i>Raoultella</i>	4,468
<i>Rhodanobacter</i>	3,146
<i>Stenotrophomonas</i>	3,014
<i>Gemmatimonas</i>	2,449
<i>Lisobacter</i>	2,409
<i>Legionella</i>	2,047
<i>Bradyrhizobium</i>	962
<i>Devosia</i>	894
<i>Reyranela</i>	687
<i>Mucilaginibacter</i>	677
<i>Pseudomonas</i>	646
<i>Sphingomonas</i>	639



Anexo No. – 11. Cronograma de actividades.

ACTIVIDADES	ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
• Desarrollo del plan de investigación	■	■	■	■																
• Revisión bibliográfica	■	■	■	■	■															
• Georeferenciación y análisis microbiológico							■													
• Recolección de muestras en cada localidad							■													
• Preparación de los medios de cultivos, e identificación de cajas Petri de acuerdo a los tratamientos y repeticiones	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■										
• Siembra de muestras													■	■	■	■	■	■		
• Recolección de datos obtenidos en el experimento													■	■	■					
• Análisis de datos y discusiones																	■	■		
• Defensa																		■		

Elaborado por: Ortiz, Nasimba, Cruz & Chiquimba 2021.

Anexo No. – 12. Aval de traducción



UNIVERSIDAD
TÉCNICA DE
COTOPAXI



CENTRO
DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma inglés del trabajo de investigación cuyo título versa: **“ANÁLISIS DE CONSORCIOS BACTERIANOS Y GRUPOS FUNCIONALES ASOCIADOS A LA RIZÓSFERA DE LA PAPA (*Solanum tuberosum*), VAR. LEONA BLANCA EN EL PISO ALTITUDINAL A 3400 MSNM COTOPAXI 2021”**, presentado por: Amanda Maricela Ortiz Fierro, egresado de la Carrera de: Ingeniería Agronómica, perteneciente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

Latacunga, septiembre del 2021

Atentamente,



CENTRO
DE IDIOMAS

Mg. Lidia Rebeca Yugla Lema
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS
C.C. 050265234-0