



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

CARRERA INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS

**AISLAMIENTO, PURIFICACIÓN Y SELECCIÓN DE
MICROORGANISMOS DE INTERÉS AGROINDUSTRIAL A
PARTIR DE SUELOS DE BOSQUES PRIMARIOS DE LA
PROVINCIA DE CHIMBORAZO**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO EN INDUSTRIAS PECUARIAS

AUTOR: EDISON GUSTAVO AGUALEMA VALDEZ

DIRECTOR: Ing. MCs. CÉSAR IVÁN FLORES MANCHENO, PhD.

Riobamba – Ecuador

2023

©2023, Edison Gustavo Agualema Valdez

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, **EDISON GUSTAVO AGUALEMA VALDEZ**, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

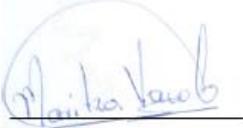
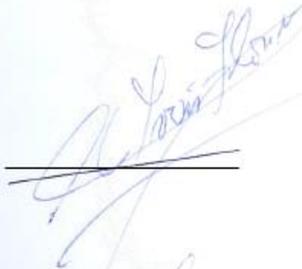
Riobamba, 17 de enero de 2023.



Edison Gustavo Agualema Valdez
030279489-6

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; tipo: Trabajo Experimental, **AISLAMIENTO, PURIFICACIÓN Y SELECCIÓN DE MICROORGANISMOS DE INRERÉS AGROINDUSTRIAL A PARTIR DE SUELOS DE BOSQUES PRIMARIOS DE LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO**, de responsabilidad del señor: **EDISON GUSTAVO AGUALEMA VALDEZ**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Integración Curricular el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. M. Cs Maritza Lucia Vaca Cárdenas PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2023-01-17
Ing. M. Cs César Iván Flores Mancheno PhD DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2023-01-17
Ing. M. Cs Iván Patricio Salgado Tello ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2023-01-17

DEDICATORIA

El trabajo de Integración Curricular está dedicado de manera especial para mi familia que me supo apoyar en este trayecto de formación profesional, de manera especial a mis padres que han sido el pilar fundamental, apoyándome incondicionalmente en el cumplimiento de mis metas

Edison

AGRADECIMIENTO

Agradezco de manera sincera a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, a la facultad de Ciencias Pecuarias, y la Escuela de Ingeniería en Industrias Pecuarias, maestros y compañeros que me han apoyado para poder graduarme como un profesional.

Edison

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE ANEXOS	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	3
1.1. Suelo.....	3
1.2. Bosque primario	3
1.2.1. Características de suelos de bosques primarios	3
1.2.1.1. Materia Orgánica.....	3
1.2.1.2. Materia inorgánica.....	4
1.2.1.3. Nitrógeno.....	4
1.2.1.4. Fosforo	5
1.2.1.5. Potasio.....	5
1.2.1.6. pH.....	5
1.2.2. Microorganismos del suelo.....	6
1.2.2.1. Bacterias ácido lácticos (BAL).....	7
1.2.2.2. Bacterias acéticas (AAB).....	7
1.2.2.3. Levaduras	8

CAPITULO II

2. MARCO METODOLÓGICO	9
2.1. Localización y Tiempo de duración del experimento	9
2.1.1. Localización del bosque primario Atillo	9
2.1.2. Localización del bosque primario Palictahua.....	9
2.1.3. Localización del bosque primario Manuelita Chillicay.....	10
2.2. Unidades experimentales.....	10
2.3. Materiales, equipos y reactivos.....	10
2.3.1. Materiales.....	10

2.3.2.	<i>Equipos</i>	10
2.3.3.	<i>Reactivos</i>	10
2.4.	Tratamientos y diseño experimental	10
2.5.	Mediciones experimentales	11
2.5.1.	<i>Caracterización de suelo de bosque primario</i>	11
2.5.2.	<i>Bacterias de bosques primarios</i>	11
2.5.3.	<i>Hongos de bosques primarios</i>	12
2.6.	Análisis estadístico	12
2.7.	Procedimiento Experimental	12
2.7.1.	<i>Recolección de muestras</i>	12
2.7.2.	<i>Análisis fisicoquímicos de las muestras de suelo de bosques primarios</i>	13
2.7.2.1.	<i>pH</i>	13
2.7.2.2.	<i>Materia Orgánica</i>	13
2.7.2.3.	<i>Potasio</i>	13
2.7.2.4.	<i>Fósforo</i>	13
2.7.2.5.	<i>Nitrógeno</i>	13
2.7.3.	<i>Aislar microorganismos de interés agroindustrial</i>	14
2.7.3.1.	<i>Método de dilución</i>	14
2.7.3.2.	<i>Conteo de UFC de microorganismos aislados según la ISO: 7218 del 2008</i>	14
2.7.3.3.	<i>Purificación de microorganismos de interés agroindustrial</i>	14
2.7.3.4.	<i>Selección de microorganismo de interés agroindustrial</i>	15
2.7.4.	<i>Plan de procesamiento y análisis de datos</i>	15

CAPITULO III

3.	RESULTADOS, DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	16
3.1.	Características físico-químicas de los suelos del bosque primario Atillo, Palictahua y Manuelita Chillicay	16
3.1.1.	<i>Materia Orgánica</i>	16
3.1.2.	<i>pH</i>	17
3.1.3.	<i>Nitrógeno ppm</i>	18
3.1.4.	<i>Fosforo ppm</i>	19
3.1.5.	<i>Potasio ppm</i>	19
3.2.	Presencia microbiana en los suelos de los bosques primarios Palictahua, Atillo y Manuelita Chillicay	20
3.2.1.	<i>Microorganismos totales bacterias</i>	20

3.2.1.1.	<i>Determinación de la variabilidad de la población de bacterias en los suelos de los bosques primarios Manuelita Chillicay, Palictahua y Atillo.....</i>	22
3.2.2.	<i>Microorganismos ácido lácticos (BAL) y acéticos (AAB)</i>	23
3.2.3.	<i>Microorganismos totales hongos.....</i>	24
3.2.3.1.	<i>Determinación de la variabilidad de la población de hongos en los suelos de los bosques primarios Manuelita Chillicay, Palictahua y Atillo.....</i>	25
CONCLUSIONES		26
RECOMENDACIONES		27
BIBLIOGRAFÍA		
ANEXOS		

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2:	Condiciones climatológicas	9
Tabla 2-2:	Esquema del experimento	11
Tabla 3-2:	Esquema del ADEVA.....	12
Tabla 1-3:	Características fisicoquímicas de los suelos de los bosques primarios Palictahua, Atillo y Manuelita Chillicay.....	16
Tabla 2-3:	Unidades formadoras de colonia por gramos de suelo y determinación de la variabilidad bacteriana en los bosques primarios.....	20
Tabla 3-3:	Unidades formadoras de colonia (BAL y AAB) por gramo de suelo presente en los suelos de los bosques primarios.....	23
Tabla 4-3:	Unidades formadoras de colonia por gramos de suelo y determinación de la variabilidad de levaduras en los bosques primarios	24

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICA DEL SUELO DEL BOSQUE PRIMARIO PALICTAHUA
- ANEXO B:** ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE SUELO DEL BOSQUE PRIMARIO ATILLO
- ANEXO C:** ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE SUELO DEL BOSQUE PRIMARIO MANUELITA CHILLICAY
- ANEXO D:** MICROORGANISMOS TOTALES
- ANEXO E:** LEVADURAS
- ANEXO F:** BACTERIAS ACIDOLACTICAS (BAL)
- ANEXO G:** BACTERIAS ACÉTICAS (AAB)
- ANEXO H:** BASE DE DATOS
- ANEXO I:** ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL AISLAMIENTO DE BACTERIAS TOTALES A PARTIR DE SUELOS DE BOSQUES PRIMARIOS EN LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO
- ANEXO J:** ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL AISLAMIENTO DE LEVADURAS TOTALES A PARTIR DE SUELOS DE BOSQUES PRIMARIOS EN LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO
- ANEXO K:** ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE BAL TOTALES OBTENIDOS A PARTIR DE SUELOS DE BOSQUES PRIMARIOS EN LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO
- ANEXO L:** ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE AAB TOTALES OBTENIDOS A PARTIR DE SUELOS DE BOSQUES PRIMARIOS EN LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO
- ANEXO M:** TABLA RESUMEN DE SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN LA PRUEBA DUNCAN

RESUMEN

El presente estudio consistió en el aislamiento, purificación y selección de microorganismos de interés agroindustrial a partir de suelos de bosques primarios de la provincia de Chimborazo. Para llevar a cabo la investigación se determinaron las zonas de estudio, las cuales fueron los bosques primarios de Atillo, Palictahua y Manuelita Chillicay, para lo cual se tomaron cuatro muestras de 20 g de cada uno de los suelos, previa autorización del Ministerio del Ambiente, conformando un total 12 unidades experimentales. Se realizó la caracterización de los suelos, determinando el pH mediante la norma ISO: 10390 y la materia orgánica, nitrógeno, fósforo y potasio de acuerdo a la norma NTE INEN-ISO 14869-1; también, se determinaron las bacterias acéticas y ácido lácticas, y los hongos según lo establecido en la norma ISO:7218. Finalmente, los resultados fueron modelados en base a un diseño completamente al azar y se les realizaron las pruebas de análisis de varianza, separación de medias por prueba de Duncan y análisis de regresión y correlación. Las características fisicoquímicas más destacables fueron, materia orgánica 11,90% en Atillo; pH, nitrógeno y fósforo similar en las tres zonas; y mayor cantidad de potasio en Palictahua con 78,2 ppm. Similar cantidad de bacterias en las tres zonas y mayor cantidad de levaduras en Palictahua con 2470000000 unidades formadoras de colonia por gramo de suelo. Los bosques primarios estudiados presentan características fisicoquímicas variables, con gran biodiversidad bacteriana y de levaduras, por lo que se recomendó realizar estudios de interés agroindustrial en las zonas.

Palabras clave: <BACTERIAS ACÉTICAS (AAB)>, <BACTERIAS ÁCIDO LÁCTICAS (BAL)>, <BOSQUE PRIMARIO>, <CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS>, <CHIMBORAZO (PROVINCIA)>, <INTERÉS AGROINDUSTRIAL>.



0273-DBRA-UPT-2023

ABSTRACT

This study dealt with the isolation, purification, and selection of microorganisms of agroindustrial interest from primary forest soils in the province of Chimborazo. To carry out the research, the primary forests of Atillo, Palictahua, and Manuelita Chillicay were determined as study areas. Four samples of 20 g were taken from each of the soils prior to authorization of the Ministry of Environment, which made a total of 12 experimental units. Soil characterization was carried out, determining pH according to ISO standard 10390 and organic matter, nitrogen, phosphorus, and potassium according to NTE INEN-ISO 14869-1; acetic and lactic acid bacteria and fungi were also determined according to ISO standard 7218. Finally, the results were modeled based on a completely randomized design and were subjected to analysis of variance tests, separation of means by Duncan's test, and regression and correlation analysis. The essential physicochemical characteristics were: organic matter at 11.90% in Atillo; pH, nitrogen, and phosphorus similar in the three zones; and the highest amount of potassium in Palictahua with 78.2 ppm. A similar number of bacteria in the three zones and a higher amount of yeasts in Palictahua, with 2470000000 colonies forming units per gram of soil. The primary forests studied present variable physicochemical characteristics with significant bacterial and yeast biodiversity. Therefore it was recommended to carry out studies of agroindustrial interest in the zones.

Keywords: <ACETIC BACTERIA (AAB)>, <ACID-LACTIC BACTERIA (LAB)>, <PRIMARY FOREST>, <PHYSICOCHEMICAL CHARACTERISTICS>, <CHIMBORAZO (PROVINCIA)>, <AGROINDUSTRIAL INTEREST>.

0273-DBRA-UPT-2023



Dra. Gloria Isabel Escudero Orozco

0602698904

INTRODUCCIÓN

La constante búsqueda de microorganismo que pudieran ser de utilidad en la agroindustria ha llevado a los investigadores a buscar en zonas que han sido poco estudiadas ya que estos son organismos ubicuos que se pueden encontrar en ambientes naturales en especial en zonas que no han sufrido intervención del hombre, debido la necesidad de obtener nuevas cepas que ofrezcan mejores rendimientos y eficacia para producir productos agroindustriales (Álvarez et al., 2017, p. 10).

Así mismo en las zonas que no han sido intervenidas por el hombre suelen presentar una amplia gama de microorganismos entre esas zonas tenemos el suelo que constituye un medio en donde existe una enorme diversidad microbiológica, siendo un hábitat favorable para la proliferación de diversos de estos grupos (Carrillo, 2013, p. 4), los cuales suelen presentar el mayor porcentaje de biomasa en los suelos que presentan mejores características fisicoquímicas como son altos contenidos de materia orgánica y materia inorgánica como: nitrógeno, fosforo y potasio además de condiciones de pH adecuados para el desarrollo de microorganismo (Mestre et al., 2009, p. 230).

Durante años se trabaja con grupos de microorganismos muy limitado debido a la falta de estudios e innovación, actualmente se busca obtener nuevas cepas ya que estas son los posibles candidatos para resolver problemas de la agroindustria (Ostos et al., 2019, p. 131), los microorganismos encontrados podrían reemplazar o mejorar las capacidades agroindustriales con la que se trabajan en la actualidad.

En la actualidad el estudio del microbiota de los suelos primarios para la obtención de microorganismos de interés agroindustrial no se realiza con frecuencia en el país por lo cual mediante este estudio se pretende aislar, purificar e identificar microorganismo que puedan ser de utilidad para la agroindustria.

En el transcurso de los años se ha buscado caracterizar microorganismos de ambientes donde no ha habido intervención del hombre como son los suelos al ser este un recuso viviente donde se puede encontrar una gran variedad de microorganismos (Álvarez et al., 2017, p. 10).

En consecuencia, por el limitado número de microorganismos estables para el uso en la agroindustria se realizó el presente estudio en la provincia de Chimborazo donde se aisló, purificó y seccionó microorganismos de interés agroindustrial a partir de los suelos de los bosques primarios Manuelita Chillicay, Palictahua y Atillo ubicados en la provincia de Chimborazo.

Por lo tanto, los objetivos de la presente investigación fueron:

- Caracterizar los suelos de los bosques primarios Manuelita Chillicay, Palictahua y Atillo mediante análisis fisicoquímico.
- Determinar bacterias de interés agroindustrial a partir de suelos de bosques primarios Manuelita Chillicay, Palictahua y Atillo.
- Identificar hongos de interés agroindustrial a partir de suelos de bosques primarios Manuelita Chillicay, Palictahua y Atillo.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Suelo

La Organización Mundial para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2009, p. 28), define suelo como el medio natural para el crecimiento de las plantas. También se ha definido como un cuerpo natural que consiste en capas de suelo (horizontes del suelo) compuestas de materiales de minerales meteorizados, materia orgánica, aire y agua

1.2. Bosque primario

FAO (2009, p. 28), define bosque primario como Bosque regenerado de forma natural, compuesto por especies nativas y en el cual no existen indicios evidentes de actividades humanas y donde los procesos ecológicos no han sido alterados de manera significativa.

1.2.1. Características de suelos de bosques primarios

1.2.1.1. Materia Orgánica

Sánchez et al. (2016, p. 389), manifiesta que la materia orgánica es el conjunto de compuestos heterogéneos con base de carbono, constituido por la acumulación de materiales de origen animal y vegetal, pudiendo variar dependiendo del clima y el tipo de suelo.

Barindón (2019, p. 14), manifiesta que el suelo se encuentra dividido en horizontes los cuales poseen diferentes características en las cuales resaltan la materia orgánica ya que esta se encuentra en mayor cantidad en la superficie del suelo y su contenido va disminuyendo con la profundidad, los horizontes con un contenido de materia orgánica 20% o superior se lo denomina horizonte orgánico y se encuentra ubicado en la capa superficial del suelo, el horizonte mineral se encuentra por debajo de la capa del horizonte orgánico y este por lo general suele presentar contenidos de materia orgánica inferiores al 20%, estos valores dependerá del clima y del drenaje del suelo.

Implementadas en el Corredor Barbas – Bremen (Quindío – Colombia), que el contenido de materia orgánica para este tipo de suelos se encuentra en proporciones de 12,90%.

De acuerdo a lo mencionado por Patiño et al. (2018, p. 10), en su investigación denominada Determinación de Biodiversidad Microbiana de los Bosques Nativos LLucud y Palictahua de la Provincia de Chimborazo, reporto que para el suelo del bosque primario Palictahua que es un bosque de clima templado el contenido de materia orgánica fue de 0,43%.

Para bosques de clima cálido o tropicales Sánchez et al. (2012, p. 388), en su trabajo titulado Análisis de Materia Orgánica en Suelos Tropicales por Espectroscopia de Infrarrojo Cercano (NIRS) y Quimiometría, manifiesta que el contenido de materia orgánica suele ser bajo debido a las condiciones climáticas y otros factores físicos a los cuales están expuestos estos suelos, donde nos menciona que el valor de materia orgánica encontrada en su estudio fue de 2,90%.

1.2.1.2. Materia inorgánica

Entre los elementos constitutivos de la materia inorgánica que influyen en el crecimiento de microorganismos se encuentran minerales como: nitrógeno, fósforo y potasio.

1.2.1.3. Nitrógeno

El contenido de nitrógeno para suelos de bosques de clima frío o andinos Plaza et al. (2018, p. 7), en su investigación titulada, Impacto del Tipo de Cobertura Forestal Sobre las Propiedades Edáficas en una Zona de Bosque Montano en el Parque Nacional el Cajas, Provincia del Azuay, reporta un valor de 2,46 ppm, siendo un valor bajo de N.

Para los suelos de bosques primarios de clima templado Patiño et al. (2018, p. 10), en su investigación denominada Determinación de Biodiversidad Microbiana de los Bosques Nativos LLucus y Palictahua de la Provincia de Chimborazo, reporta que el contenido de N para el suelo de bosque primario de clima templado fue de 21,38 ppm.

Sánchez et al. (2012, p. 388), en su trabajo titulado Análisis de materia orgánica en suelos tropicales por espectroscopia de infrarrojo cercano (NIRS) y quimiometría, menciona que para bosques de clima cálido o tropicales el contenido de N encontrado fue de 78,6 ppm. Indicando que el contenido de N en suelos de bosques de clima cálido o tropicales suele ser alto.

1.2.1.4. Fosforo

En cuanto a la cantidad de P para bosque de clima frio o andino según lo mencionado por Plaza et al. (2018, p. 7), en su investigación titulada, Impacto del Tipo de Cobertura Forestal Sobre las Propiedades Edáficas en una Zona de Bosque Montano en el Parque Nacional el Cajas, Provincia del Azuay, reporta un contenido de P es de 52,79 ppm.

Patiño et al. (2018, p. 10), en su investigación denominada Determinación de Biodiversidad Microbiana de los Bosques Nativos LLucus y Palictahua de la Provincia de Chimborazo, indica que para suelos de bosques de clima templados presentan un valor de 28,05 ppm.

Para suelos de bosques de clima caliente o tropicales, Sánchez et al. (2012, p. 388), en su trabajo titulado Análisis de materia orgánica en suelos tropicales por espectroscopia de infrarrojo cercano (NIRS) y quimiometría, menciona que el contenido de P para estos suelos suele ser bajo así expresa que el resultado que obtuvo fue de 6,3 ppm.

1.2.1.5. Potasio

Para suelos de bosques de clima frio o andinos, Plaza et al. (2018, p. 7), en su investigación titulada, Impacto del Tipo de Cobertura Forestal Sobre las Propiedades Edáficas en una Zona de Bosque Montano en el Parque Nacional el Cajas, Provincia del Azuay, nos reporta que para este tipo de suelo obtuvo 13,44 ppm.

Patiño et al. (2018, p. 10), en su investigación denominada Determinación de Biodiversidad Microbiana de los Bosques Nativos LLucud y Palictahua de la Provincia de Chimborazo, menciona que el contenido de potasio para suelos de bosques de clima templado varía según el tipo de suelo, donde nos reporta 150,8 ppm.

Para bosques de clima cálido o tropicales, Sánchez et al. (2012, p. 388), en su trabajo titulado Análisis de materia orgánica en suelos tropicales por espectroscopia de infrarrojo cercano (NIRS) y quimiometría, menciona que el contenido de K que encontró fue de 2,76 ppm.

1.2.1.6. pH

El nivel de pH para bosques de clima frio o andinos de acuerdo a lo reportado por Solórzano et al. (2020, p. 8), en su investigación titulada, Comparación de la Diversidad Vegetal y Calidad

Orgánica del Suelo Entre un Remanente de Bosque Nativo y Vegetación Introducida, Parroquia La Esperanza, Cantón Pedro Moncayo, Pichincha – Ecuador, suele ser de 5,68. Plaza et al. (2018, p. 7), en su investigación titulada, Impacto del Tipo de Cobertura Forestal Sobre las Propiedades Edáficas en una Zona de Bosque Montano en el Parque Nacional el Cajas, Provincia del Azuay, reporto resultados similares para bosques de clima frio o andinos en su estudio reporto niveles de pH de 5,84. Además de remarcar que los niveles de pH varían constantemente dependiendo del tipo de suelo y condiciones climáticas a las cuales el suelo está expuesto en transcurso del año.

Para suelos de bosques de clima templado Patiño et al. (2018, p. 10), en su investigación denominada Determinación de Biodiversidad Microbiana de los Bosques Nativos LLucud y Palictahua de la Provincia de Chimborazo, menciona que obtuvo un pH de 6,8 siendo un nivel de pH casi neutro esto debido a que su estudio fue realizado en un suelo derivado de ceniza volcánica.

Para suelos de bosques de clima cálido o tropicales según lo mencionado por Sánchez et al. (2012, p. 388), en su trabajo titulado Análisis de materia orgánica en suelos tropicales por espectroscopia de infrarrojo cercano (NIRS) y quimiometría, donde obtuvo un pH de 5,3 para este tipo de suelos.

1.2.2. Microorganismos del suelo

Los estudios realizados por Paucar et al. (2011, p. 1), donde afirman que la biodiversidad bacteriana para suelos de clima frio o andinos varían según el tipo de suelo y las condiciones climáticas así en esta investigación se reportó una población de bacterias de $2,30 \times 10^6$ ufc/g de suelo para suelos de clima frio o andinos de la sierra ecuatoriana.

Para suelos de bosques primarios de clima templado Patiño et al. (2018, p. 10), en su investigación denominada Determinación de Biodiversidad Microbiana de los Bosques Nativos LLucud y Palictahua de la Provincia de Chimborazo, menciona que la media de colonias bacterianas para estos suelos de bosques primarios fue de $4,025 \times 10^6$ ufc/g de suelo donde indica que la diversidad bacteriana se ve afectada por las condiciones climáticas que suelen presentarse durante todo el año.

Para suelos de bosques primarios tropicales Patiño et al. (2018, p. 10), en su investigación denominada Determinación de Biodiversidad Microbiana de los Bosques Nativos LLucus y Palictahua de la Provincia de Chimborazo, manifiesta que la población bacteriana suele diferir de los otros tipos de suelos de bosques del ecuador presentando una población bacteriana de 6,62

$\times 10^6$ ufc/g de suelo. La población bacteriana es baja en comparación con otros suelos del Ecuador.

1.2.2.1. Bacterias ácido lácticos (BAL)

Henao y Hernández (2002, p. 293), indica que las BAL (Bacterias Ácido Lácticas) son un conjunto de bacterias Gram-positivas, no esporuladas, en forma de cocos o bastones y catalasa negativa (aunque en algunos casos pueden encontrarse una pseudo-catalasa), con un metabolismo estrictamente fermentativo produciendo ácido láctico como el mayor producto final de la fermentación de los azúcares vía Embden-Meyer –glucólisis y en otras ocasiones producen además etanol, acetato y CO₂ por la vía del ácido-6-fosfogluconico.

Chen et al. (2005, p. 196), en su investigación titulada, *Isolation and Identification of Lactic Acid Bacteria From Soil Using an Enrichment Procedure*, menciona que la necesidad de nutrientes para el desarrollo de las BAL es muy alta por lo cual se considera que los suelos con altos contenidos de materia orgánica son los más aptos para el desarrollo de estas, estudios muestran que el número de estas bacterias depende de que tan rico sea el suelo pudiendo ser estas bastante escasas en suelos con pocos nutrientes y en especial en suelos que han sido intervenidos por el hombre.

Strafella et al. (2021, p. 2), en su investigación titulado, *Comparative Genomics and In Vitro Plant Growth Promotion and Biocontrol Traits of Lactic Acid Bacteria from the Wheat Rhizosphere*, manifiesta que la variabilidad microbiana de las BAL dependerá del contenido de nutrientes de un suelo donde presentan 5×10^6 ufc/g de suelo este número de unidades formadoras de colonia puede variar dependiendo del tipo de suelo.

1.2.2.2. Bacterias acéticas (AAB)

Qiu et al. (2021, p. 1), en su investigación titulada, *Classification of Acetic Acid Bacteria and Their Acid Resistant Mechanisms*, manifiesta que las AAB son conocida también como *Acetobacter sp.* Son un grupo de bacterias gramnegativas que se encuentran en la clase *Alphaproteobacteria*, orden *Rhodospirillales* y familia *Acetobacteraceae*.

Flores et al. (2012, p. 2), en su investigación titulada, *Aislamiento e Identificación de Cepas Nativas del Suelo Mexicano Genero Azotobacter*, remarco que las AAB aisladas en medio azotobacter

suelen presentar características distintivas como color crema, medianas irregulares y brillantes que pueden crecer en suelos de pH hasta de 5,5.

Qiu et al. (2021, p. 1), en su investigación titulada, *Classification of Acetic Acid Bacteria and Their Acid Resistant Mechanisms*, manifiesta que la clasificación de las bacterias acéticas ha variado enormemente. En la actualidad, bajo este nombre se conoce un grupo de bacterias que pertenecen a los géneros *Acetobacter*, *Gluconobacter*, *Gluconacetobacter* y *Komagataeibacter* sin embargo, esta clasificación está en constante revisión.

Según Han-Suk et al. (2021, p. 2), en su investigación titulada, *Diversity and Composition of Soil Acidobacteria and Proteobacteria Communities as a Bacterial Indicator of Past Land-use Change From Forest to Farmland*, indica que la biodiversidad de las AAB suele variar dependiendo del tipo de suelo y clima pudiendo presentar $3,8 \times 10^5$ ufc/g de suelo esto de muestras tomadas a una profundidad de 5 a 50 cm donde observaron patrones de distribución bastantes distintivos.

Kalam et al. (2020, p. 2), en su investigación titulada, *Recent Understanding of soil Acidobacteria and Their Ecological Significance: A Critical Review*, mencionó que la biodiversidad bacteriana varía según el tipo de suelo y la región de donde se obtuvo las muestras pudiendo obtener diferentes resultados como 10^9 ufc/g de suelo de AAB.

1.2.2.3. Levaduras

Paucar et al. (2011, p. 1), manifiesta que la población de levaduras en los suelos de bosques primario de clima frío o andinos es muy variada así tenemos $2,71 \times 10^4$ ufc/g para suelos de clima frío o andinos de la sierra ecuatoriana.

Patiño et al. (2018, p. 10), en su investigación denominada *Determinación de Biodiversidad Microbiana de los Bosques Nativos LLucud y Palictahua de la Provincia de Chimborazo*, menciona que para bosques de clima templado la proliferación de microorganismo es alta así reporto una población de hongos de 3×10^4 ufc/g de suelo.

CAPITULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Localización y Tiempo de duración del experimento

La ejecución del trabajo experimental se realizó en el laboratorio de microbiología, Facultad de Ciencias Pecuarias ESPOCH, ubicada en la Av. Panamericana Sur km 1 1/2 en la ciudad de Riobamba. La investigación se ejecutó en un tiempo aproximado de 90 días.

En la Tabla 1-2 se enlistan las principales condiciones climatológicas.

Tabla 1-2: Condiciones climatológicas

Condiciones climatológicas	Valoración promedio
Altitud, m.s.m.	2680
Temperatura, °C	12
Precipitación, mm/mes.	421
Humedad relativa, %.	61

Realizado por: Agualema, Edison, 2023.

2.1.1. Localización del bosque primario Atillo

El bosque primario Atillo se encontró ubicado en la sierra ecuatoriana en la provincia de Chimborazo, cantón Guamote, parroquia Cebadas a una altura de 3526 m.s.n.m. A una latitud 2.184345 y una longitud de 78.498709.

2.1.2. Localización del bosque primario Palictahua

El bosque primario Palictahua estuvo ubicado en la sierra ecuatoriana, en la provincia de Chimborazo, cantón Penipe, parroquia Puela a una altura de 2700 m.s.n.m. Con una latitud 1.503580 y una longitud de 78.455841.

2.1.3. Localización del bosque primario Manuelita Chillicay

El bosque primario Manuelita Chillicay se encontró ubicado en la costa ecuatoriana, en la provincia de Chimborazo, cantón Cumandá, parroquia Cumandá a una altura de 3000 m.s.n.m. latitud de 2.246446 y longitud 79.107896.

2.2. Unidades experimentales

Se empleó 12 unidades experimentales de 60 gramos con un total de 240 gramos de suelo para el desarrollo del experimento.

2.3. Materiales, equipos y reactivos

2.3.1. Materiales

Fundas ziploc, recipientes plásticos, libreta, lápiz, cooler, barreno, palas, cajas petri, tubos crioviales, tubos de ensayo, matraz Erlenmeyer, papel aluminio, micropipetas, pipetas, portaobjetos, cubreobjetos, tamiz, varillas de vidrio.

2.3.2. Equipos

GPS, cámara fotográfica, agitador vórtex, nevera, cámara de flujo laminar, autoclave, estufa, microscopio, mechero de bunsen, balanza analítica, horno binde, desecador, cuenta colonias.

2.3.3. Reactivos

Alcohol antiséptico, agua destilada, glicerina, agar (universal), agar (potato dextrosa), agar (mrs), acetobacter agar (glucosa), caldo (potato dextrosa), caldo (universal), nutrientbroth, zafanina, violeta cristal, decolorante de gran, iodo.

2.4. Tratamientos y diseño experimental

Se consideró tres tratamientos con cuatro repeticiones las cuales fueron modeladas bajo un diseño completamente al azar (DCA) y que para el análisis se ajustó al siguiente modelo.

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

Dónde

Y_{ij} = Valor del parámetro en determinación.

μ = Efecto de la media por observación.

α_i = Efecto de los tratamientos.

ϵ_{ij} = Efecto del error experimental.

Tabla 2-2: Esquema del experimento

TRATAMIENTO	CÓDIGO	REPETICIONES	T.U.E*(gr)	TOTAL g/trat
BOSQUE PRIMARIO (MANUELITA CHILICAY)	T1	4	20	80
BOSQUE PRIMARIO (PALICTAHUA)	T2	4	20	80
BOSQUE PRIMARIO (ATILLO)	T3	4	20	80
Total				240

*T.U.E: Tamaño de la Unidad Experimental.

Realizado por: Agualema, Edison, 2023.

2.5. Mediciones experimentales

Las variables experimentales que se considerarán en esta investigación fueron:

2.5.1. Caracterización de suelo de bosque primario

- Materia orgánica
- pH
- Nitrógeno
- Fosforo
- Potasio

2.5.2. Bacterias de bosques primarios

- Bacterias acéticas
- Bacterias ácido lácticas

2.5.3. Hongos de bosques primarios

- Levaduras
- Mohos

2.6. Análisis estadístico

Para el análisis de resultados obtenidos en el experimento, se aplicaron las diferentes pruebas estadísticas:

- Análisis de varianza (ADEVA)
- Prueba Duncan

Tabla 3-2: Esquema del ADEVA

FV		GL
Total	(n-1)	11
Tratamiento	(t-1)	2
Error	(n-1) -(t-1)	9

Realizado por: Agualema, Edison, 2023.

2.7. Procedimiento Experimental

2.7.1. Recolección de muestras

Para la recolección de muestras se seleccionaron 3 suelos de bosques primarios de la provincia de Chimborazo siendo estos los suelos de los bosques primarios Atillo situado en la zona fría o andina, el suelo del bosque primario Palictahua situado en una zona templada y el bosque del bosque primario Manuelita Chillicay situado en la zona tropical de la provincia, posteriormente se tomaron las muestras previa autorización de Ministerio del Ambiente Ecuador según lo estipulado en la Norma Técnica Peruana NTP 339.089.1998 del 2014.

2.7.2. Análisis fisicoquímicos de las muestras de suelo de bosques primarios

2.7.2.1. pH

Para determinar el pH se empleó el método de potencimétrica, conductometría y bouyoucus de acuerdo con la norma ISO: 10390 del 2022.

2.7.2.2. Materia Orgánica

Se empleó el método de oxidación de vía húmeda, este se basa en la utilización de fuentes oxidantes químicos en presencia de catalizadores. NTE INEN-ISO 14869-1 del 2014.

2.7.2.3. Potasio

Se realizó por absorción atómica, este método analiza los electrones de los átomos los cuales son promovidos a orbitales más altos por un instante, mediante la absorción de luz de una determinada longitud de onda. NTE INEN-ISO 14869-1 del 2014.

2.7.2.4. Fósforo

Se realizó mediante el método de colorimetría, se fundamentan en la medida de la interacción de la luz de una determinada longitud de onda con un compuesto de interés (analito) presente en una disolución. NTE INEN-ISO 14869-1 del 2014.

2.7.2.5. Nitrógeno

Se realizó mediante el método de colorimetría, se fundamentan en la medida de la interacción de la luz de una determinada longitud de onda con un compuesto de interés (analito) presente en una disolución. NTE INEN-ISO 14869-1 del 2014.

2.7.3. Aislar microorganismos de interés agroindustrial

2.7.3.1. Método de dilución

Las muestras de los suelos de bosque, se pesaron 20 gramos de cada muestra luego se colocará poco a poco en 180 ml de agua destilada previamente esterilizada. Trasvasar a un frasco estéril y se procedió a realizar una dilución 10^{-7} . Manual de microbiología agrícola et al 2013.

Para el recuento de hogos se sembrar las diluciones 10^{-5} , e incubara a 25-30°C durante 5 días. Manual de microbiología agrícola del 2013. ISO: 7218 del 2008.

2.7.3.2. Conteo de UFC de microorganismos aislados según la ISO: 7218 del 2008

Se determinó el número de unidades formadoras de colonias por gramo de suelo (ufc/g), con la siguiente fórmula:

$$N = \frac{\sum C}{V \times 1,1 \times d}$$

N: número de microorganismos presentes en la muestra.

$\sum C$: es la suma de las colonias contadas en las placas.

V: es el volumen del inculo utilizado en cada placa.

d: es la dilución correspondiente a la dilución elegida

2.7.3.3. Purificación de microorganismos de interés agroindustrial

Se procedió a seleccionar las colonias que presentaron mejores características para posteriormente purificarlas en agares específicos MRS y Acetobacter agar tomando en cuenta los criterios estipulados en la norma ISO:7218 del 2008.

Según la norma ISO 7218 del 2008, si el recuento de colonias en todas las placas es incontable, mayor a 300 colonias, el resultado se expresa de la siguiente manera:

“Más de 300/d microorganismos/g o ml”

Donde *d* es la dilución correspondiente a la última dilución escogida.

2.7.3.4. Selección de microorganismo de interés agroindustrial

Identificación y selección de microorganismos de interés agroindustrial a partir de suelos de bosques primarios. ISO: 7218 del 2008.

2.7.4. Plan de procesamiento y análisis de datos

Los resultados experimentales fueron modelados utilizando un diseño completamente al azar simple utilizando el programa estadístico Infostat, y los análisis estadísticos serán.

- Análisis de varianza al nivel de probabilidad 0,01.
- Separación de medias, mediante la prueba de Duncan al 0,05 de significancia.
- Análisis de Regresión y Correlación en variables que presenten significancia.

CAPITULO III

3. RESULTADOS, DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

3.1. Características físico-químicas de los suelos del bosque primario Atillo, Palictahua y Manuelita Chillicay

Los suelos de los bosques primarios Palictahua, Atillo y Manuelita Chillicay muestran las siguientes propiedades físico químicas: materia orgánica, pH, nitrógeno, fosforo y potasio como se observar en la tabla 1-3.

Tabla 1-3: Características fisicoquímicas de los suelos de los bosques primarios Palictahua, Atillo y Manuelita Chillicay

Ubicación	M.O.	pH	ppm		
			N	P	K
Atillo	11,90%	5,5	23,9	4,36	35.2
Palictahua	4,40%	5,5	27	5	78.2
Manuelita Chillicay	3,62%	5,8	30,3	2,84	54.7

Realizado por: Agualema, Edison, 2023.

3.1.1. Materia Orgánica

De acuerdo con lo que indica en la tabla 1-3 el contenido de Materia Orgánica que se registró en el suelo del bosque primario Atillo, fue de 11.90% cuyo resultado es inferior a lo reportado por Delgado (2012, p. 7); el cual registró un valor de 12,90% de materia orgánica esto posiblemente se debe a que cada bosque presenta características diferentes, los valores encontrados son similares y las pequeñas variaciones se deben a que los contenidos de materia orgánica varían según la profundidad del suelo, según lo dicho por Barindón (2019, p. 18), donde manifiesta que a mayor profundidad los niveles de materia orgánica van en descenso.

El suelo del bosque primario Palictahua presentó un contenido de Materia Orgánica de 4.40% , siendo superior al obtenido por Patiño et al. (2018, p. 10), donde obtuvo 0,43%; esto valores varían posiblemente debido a que el suelo del bosque primario Palictahua se encuentra en etapa de recuperación ya que al estar ubicado en las faldas del Tungurahua ha sufrido daños por erupciones volcánicas a través de los años; según Yepes et al. (2010, p. 428), la masa boscosa está en constante renovación especialmente en aquellas áreas donde se haya sufridos daños que afectaron de manera negativa la diversidad por lo cual este hecho se constata según los datos obtenido donde se

evidencio que el porcentaje de materia orgánica ha ido en aumento a través de los años gracias a que la masa boscosa y la diversidad de este bosque primario se está renovando, esto debido a que al haber mayor cantidad de masa boscosa los desechos y vestigios de plantas y animales son mayores los cuales al ser depositados en el suelo contribuyen al incremento de la materia orgánica.

El suelo del bosque primario Manuelita Chillicay presentó un contenido de Materia Orgánica de 3,62% en comparación con los 2,90% obtenido por Sánchez et al. (2012, p. 388), lo que indica que los niveles de Materia Orgánica que se puede encontrar para bosques primarios tropicales son bajos.

Por lo tanto, en la presente investigación se demostró que el suelo del bosque primario Atillo presenta el mayor contenido de materia orgánica con 11,90% cuyo resultado es muy superior a los contenidos de materia orgánica reportados de los suelos de los bosques primarios Palictahua y Manuelita Chillicay como se puede observar en la tabla 1-3; por lo tanto, concluimos que el suelo del bosque primario Atillo posee mayo cantidad de materia orgánica.

3.1.2. pH

El suelo del bosque primario Atillo presento un pH de 5,5 siendo un suelo medianamente ácido lo que corrobora lo dicho por Plaza et al. (2018, p. 7), donde obtuvo un pH de 5,90 para bosques andinos, donde podemos observar que los parámetros de pH son similares.

Para el suelo del bosque primario Palictahua presento un pH de 5,5 medianamente ácido a diferencia de Patiño et al. (2018, p. 10), que obtuvo un pH de 6.8 ligeramente ácido esto para suelos de bosques primarios templados, aquí se evidencio que el nivel de pH de este bosque ha bajado con el paso del tiempo esto probablemente debido a que como se mencionó este bosque se encuentra en etapa de recuperación según Yepes et al. (2010, p. 428), manifiesta que los niveles de pH en suelos de bosques que han sido dañados por diversos factores ya sean estos ambientales o aquellos ocasionados por la intervención del hombre suelen presentar pH que varían en gran medida pero que con el paso del tiempo los bosque inician su periodo de recuperación de manera natural estos niveles de pH suelen regularse tendiendo a la neutralidad, esto se puede evidenciar que el suelo del bosque primario Palictahua en años anteriores solía presentar un nivel de pH altos y que en la actualidad presento un pH de 5,5 siendo un pH medianamente ácido.

El suelo del bosque primario Manuelita Chillicay presento un pH 5,8 medianamente ácido corroborando lo manifestado por Sánchez et al. (2012, p. 388), donde obtuvieron un pH de 5,3 medianamente ácido para bosques tropicales, evidenciándose que los parámetros de pH son similares al tratarse de bosques primarios tropicales.

Según Ramos y Zúñiga (2008, p. 123), manifiesta que los niveles de pH óptimos para el desarrollo de microorganismos van desde 4 a 7,8 siendo el pH más neutro los que presentan mejores características para el desarrollo de estos, por tanto, en la presente investigación se reportan resultado de pH que van entre 5,5 a 5,8 siendo suelos medianamente ácidos, esto nos indican que los tres suelos de bosques primarios estudiados son aptos para el desarrollo de microorganismos.

3.1.3. Nitrógeno ppm

El suelo del bosque primario Atillo presentó un contenido de nitrógeno 23,9 ppm resultado que es superior a lo obtenido por Plaza et al. (2018, p. 7), donde reporto 2,46 ppm de N; estas diferencias posiblemente se deben a las características propias de cada suelo y tomando en cuenta que las características fisicoquímicas de los suelos varían en gran medida según la época de año según lo manifestado por Paucar et al. (2011, p. 1).

En cuanto el suelo del bosque primario Palictahua presentó un contenido de nitrógeno de 27 ppm cuyo resultado es superior a lo obtenido por Patiño et al. (2018, p. 10), donde obtuvo 21,38 ppm estos resultados posiblemente difieran debido a la época del año y al estado de mineralización del suelo según lo manifiesta Zubillaga (2016, p. 9). Además, que como se mencionó este bosque primario se encuentra en un periodo de recuperación por lo que los valores varían en gran medida (Yepes et al., 2010, p. 428).

El suelo del bosque primario Manuelita Chillicay presentó el más alto contenido de N de los suelos estudiados con 30,3 ppm, pero cuyo resultado es inferior a lo reportado por Sánchez et al. (2012, p. 388), donde obtuvo 78,6 ppm de N estos resultados difieren en gran medida posiblemente debido a que las características fisicoquímicas de los suelos varían debido a la estación del año y los requerimientos de las diversas plantas que habitan en estos bosques que dependiendo de la estación del año y las especies que pueblan estos bosques puede haber un mayor o menor porcentaje de N según lo manifiesta Paucar et al. (2011, p. 1).

Como se evidencia en la tabla 1-3 el suelo del bosque primario Manuelita Chillicay presentó el más alto contenido de N con 30,3 ppm a diferencia de los otros 2 bosques estudiados cuyos

contenidos de N son más bajos, esto principalmente puede deberse a que este bosque al encontrarse en la zona tropical conjuntamente con la influencia de otros factores ambientales como la temperatura y humedad, que dinamizan la actividad microbiana derivando en una mayor mineralización del suelo según lo manifiesta Zubillaga (2016, p. 9).

3.1.4. Fosforo ppm

El suelo del bosque primario Atillo presentó un contenido de P de 4,36 ppm siendo inferior a lo reportado por Plaza et al. (2018, p. 7), donde reporto 52,79 ppm lo que representa un contenido muy alto de fosforo a diferencia del resultado que se encontró en la presente investigación esto posiblemente debido a las condiciones de topografía y drenaje del suelo que afectan directamente a la fijación del P en el suelo, siendo los suelos arcillosos y con poco drenaje aquellos que presentan mayor contenido de P a diferencia con suelos que poseen mejor drenaje cuyos contenidos de P son inferiores según lo manifestado por Munera y Meza (2012, p. 5).

Para el suelo del bosque primario Palictahua que presentó un contenido de P de 5 ppm cuyo resultado es inferior de lo obtenido por Patiño et al. (2018, p. 10), que reporto un contenido de fosforo de 28,05 ppm. Esta variación posiblemente se debe a lo que expresado por Munera y Meza (2012, p. 6), donde indica que los suelos derivados de ceniza volcánica presentan altos contenidos de P.

El suelo del bosque primario Manuelita Chillicay presentó el contenido de P de 2,84 ppm a diferencia de lo obtenido por Sánchez et al. (2012, p. 388), que obtuvo 6,3 ppm cuyos resultados no difieren en gran medida; las diferencias de valores de contenido de P pueden deberse a diversos factores siendo el principal el nivel de drenaje del suelo según lo que manifiesta Munera y Meza (2012, p. 9).

Como se puede observar en la tabla 1-3 el suelo del bosque primario Palictahua presento el contenido de P más alto de los tres suelos de bosques estudiados con 5 ppm esto principalmente debido a los diversos materiales presentes en la arcilla debido a las diferentes condiciones de meteorización de ceniza volcánica según lo expresa Espinoza (2005, p. 3).

3.1.5. Potasio ppm

El suelo del bosque primario Atillo presentó el contenido de K más bajo de los tres suelos de bosques primarios estudiados 35,2 ppm que a diferencia de lo dicho por Plaza et al. (2018, p. 7), que

obtuvo 13,44 ppm cuyo resultado es inferior a lo reportado esta investigación, lo que nos indica que los suelos de bosques andinos presentan contenidos de K variables esto posiblemente se deba a que las características de los suelos varían en gran medida según el drenaje y nivel de arcilla del suelo, además de los requerimientos de las diversas especies de plantas que habitan estos bosques ya que estas tiene un constante intercambio con el suelo, dependiendo de las condiciones del año estas pueden consumir el K del suelo o por lo contrario se encargaran de depositar K en el suelo, según lo manifestado por Henao y Hernández (2002, p. 293).

Para el suelo del bosque primario Palictahua que presentó un contenido de K 78,2 ppm que es inferior a lo obtenido por Patiño et al. (2018, p. 10), donde obtuvo 150,8 ppm de K, esto posiblemente se deba a que los suelos derivados de cenizas volcánicas presentan mayores contenidos de K según lo dicho por Munera y Meza (2012, p. 12).

El suelo del bosque primario Manuelita Chillicay presentó un contenido de K 54,7ppm a diferencia de Sánchez et al. (2012, p. 388), que obtuvieron un contenido de K muy bajo 2,76ppm, esto probablemente debido a las condiciones propias de cada suelo como son el drenaje y los requerimientos de las diversas especies de plantas que habitan estas zonas pudiendo estas consumir o depositar K en el suelo según sus requerimientos nutricionales (Henao y Hernández, 2002, p. 293).

Como se evidencia en la tabla 1-3 el suelo del bosque primario Palicathua presento el más alto contenido de K con 78,2 ppm de entre los tres bosques estudiados en la presente investigación.

3.2. Presencia microbiana en los suelos de los bosques primarios Palictahua, Atillo y Manuelita Chillicay

3.2.1. *Microrganismos totales bacterias*

Tabla 2-3: Unidades formadoras de colonia por gramos de suelo y determinación de la variabilidad bacteriana en los bosques primarios

Ubicación	UFC/g	Medias	E.E	Probabilidad
	Bacterias			
Atillo	7,22 x10 ⁹	22,49	0,26	0,2497 a
Palictahua	5 x10 ⁹	22,25	0,26	0,2497 a
Manuelita Chillicay	3 x10 ⁹	21,82	0,26	0,2497 a

Realizado por: Agualema, Edison, 2023.

Como se observa en la tabla 2-3 se evidenció que la población bacteriana en ufc/g de suelo las medias de colonias son similares, donde se obtuvo una población bacteriana de $7,22 \times 10^9$ ufc/g, lo que difiere con lo reportado por el Paucar et al. (2011, p. 1), donde obtuvieron resultados inferiores con $2,30 \times 10^6$ ufc/g, estas variaciones posiblemente se deban a que la población de microorganismo en los suelos varían según la profundidad y los contenidos de materia orgánica que posee un suelo lo que corrobora lo dicho por Álvarez et al. (2017, p. 11) donde indica que para suelos montañosos de la sierra ecuatoriana la población bacteriana varía entre 10^7 y 10^9 ufc/g. Como se puede evidenciar en la tabla 2-3 el suelo del bosque primario Atillo presentó el contenido de materia orgánica y población bacteriana más altos lo que concuerda con lo manifestado por Silberman et al. (2016, p. 3); donde expresa que mientras exista un contenido de materia orgánica significativo la población microbiana se desarrolla de forma más dinámica. Por lo cual podemos manifestar que el suelo del bosque primario Atillo presentó el más alto contenido de colonias bacteriana.

El suelo del bosque primario Palictahua presentó un contenido de bacterias que fue de 5×10^9 ufc/g, a diferencia de lo reportado por Patiño et al. (2018, p. 10), que obtuvo para bacterias $4,025 \times 10^6$ ufc/g, siendo este resultado inferior a lo reportado en la presente investigación, esto posiblemente debido a las condiciones climáticas que suelen estar expuestos estos bosques durante el año lo que influyen en el desarrollo de los microorganismos además que las poblaciones de bacterias varía según la profundidad del suelo, recalando lo manifestado por Paucar et al. (2011, p. 1), donde hace mención a que la población de microorganismos varía dependiendo del contenido de Materia Orgánica del suelo.

El suelo del bosque primario Manuelita Chillicay, reportó un contenido de colonias bacterianas de 3×10^9 ufc/g, que incluso al no haber diferencias significativas en comparación con los otros suelos de bosque primarios estudiados este resultado sigue siendo el más bajo reportado, aunque si lo comparamos con lo expresado por Patiño et al. (2018, p. 10), donde obtuvo una población de bacterias de $6,62 \times 10^6$ ufc/g, cuyo resultado es inferior a lo reportado en la presente investigación, esto para bosques de clima cálido o tropicales, estas variaciones se deberían posiblemente a que las características de los suelos de los bosques primarios del Ecuador varía en gran medida dependiendo especialmente al contenido de materia orgánica del suelo, además de la composición de los residuos de los desechos de las plantas y animales que se depositan en el suelo, así las bacterias anaeróbicas poseen preferencia por residuos que contengan polímeros lo que está relacionado con mayor contenido de taninos y fenoles de las hojas de algunas especies de plantas según lo expresado por Silberman et al. (2016, p. 3).

En la presente investigación se observó únicamente colonias de bacterias anaeróbicas que fueron aisladas del suelo a una profundidad de 30 cm y posteriormente cultivadas en ambientes anaeróbicos, donde se observó que existe una gran población bacteriana hasta de 10^9 ufc/g de suelo lo que corrobora lo dicho por Álvarez et al. (2017, p. 11), donde nos dicen que el número de microorganismo en un gramo de suelo puede variar entre 10^7 y 10^9 ufc/g. Siendo el suelo del bosque primario Atillo el que presento mayor contenido de colonias bacterianas $7,22 \times 10^9$ ufc/g de suelo siendo el mejor resultado expresado para bacterias.

3.2.1.1. *Determinación de la variabilidad de la población de bacterias en los suelos de los bosques primarios Manuelita Chillicay, Palictahua y Atillo*

Al realizar el análisis de variabilidad de la población microbiana de los suelos de los tres bosques primarios se evidencio que no existen diferencias significativas ($p > 0,05$), estableciéndose en una media de 21,82 ufc/g para el suelo del bosque primario Manuelita Chillicay, 22,25 ufc/g para el suelo del bosque primario Palictahua y 22,49 ufc/g para el suelo del bosque primario Atillo.

Como se puede evidenciar en la tabla 2-3 las medias obtenidas el suelo del bosque primario Atillo presento una mayor población microbiana con una media de 22,49 ufc/g además que al realizar la tinción de gram aquí fue en donde se encontró una mayor cantidad de bacterias gram positivas entre *cocos*, *estreptococos* y *staphylococos*. El cuanto al suelo del bosque primario Palictahua en donde su media fue de 22,25 ufc/g se evidencio que existía mayor cantidad de microorganismos gram negativos, aunque no superaban a la población de gram positivos en este caso como *cocos*, *estreptococos* y *bacilos*. Para el suelo del bosque primario Manuelita Chillicay que presento la media más baja 21,82 ufc/g en donde la población de microorganismos gram positivos fue mayor con *cocos*, *estreptococos* y *bacilos*. Lo que corrobora lo dicho por Álvarez et al. (2017, p. 15), donde nos dicen que el número de microorganismo en un gramo de suelo puede variar entre 10^7 y 10^9 ufc/g.

3.2.2. Microorganismos ácido lácticos (BAL) y acéticos (AAB)

Tabla 3-3: Unidades formadoras de colonia (BAL y AAB) por gramo de suelo presente en los suelos de los bosques primarios

Ubicación	UFC/g	
	Bacterias Ácido Lácticas (BAL)	Bacterias Acéticas (AAB)
Palictahua	3 x10 ⁹	3 x10 ⁹
Atillo	3 x10 ⁹	3 x10 ⁹
Manuelita Chillicay	3 x10 ⁹	3 x10 ⁹

Realizado por: Agualema, Edison, 2023.

El contenido de BAL que se purificó a partir de los cultivos de bacterias aislados inicialmente a partir de los suelos de los bosques primarios mostró que existen una gran cantidad de BAL como se evidencia en la tabla 3-3, con poblaciones que superaron las 3 x10⁹ ufc/g de suelo este resultado fue el mismo para los tres bosques estudiados indicándonos que no existen diferencias significativas en la población de BAL de los bosques estudiados a diferencia de los resultados obtenidos por Strafella et al. (2021, p. 2), donde obtuvo resultados inferiores con una población de BAL de 5 x 10⁶ ufc/g de suelo estos resultados difieren probablemente debido a que a las características propias de estos suelos y a los niveles de materia orgánica que puedan presentar ya que las BAL al ser bacterias anaeróbicas poseen preferencia por la materia orgánica proveniente de desechos con altos contenidos de fibra y proteína de las hojas que son idóneas para un adecuado desarrollo de microorganismos anaerobios según lo expresado por Silberman et al. (2016, p. 3).

Para las AAB se realizó el mismo procedimiento mencionado anteriormente con la diferencia de que estas bacterias se cultivaron en acetobacter agar donde se obtuvo una población de 3 x10⁹ ufc/g resultados que fueron superiores a los obtenidos por Han-Suk et al. (2021, p. 2), donde obtuvo 3,8 x 10⁵ ufc/g de AAB los resultados difieren en gran medida esto posiblemente debido a que la biodiversidad bacteriana varía significativamente según el tipo de suelo y la región en donde obtuvo las muestras esto según Bulgarelli et al. (2013; citado en Kalam et al., 2020, p. 2); donde expresa que se puede obtener resultados tales como 10⁶ y 10⁹ ufc/g de suelo de AAB.

3.2.3. *Microrganismos totales hongos*

Tabla 4-3: Unidades formadoras de colonia por gramos de suelo y determinación de la variabilidad de levaduras en los bosques primarios

Ubicación	UFC/g	Medias	E.E	Probabilidad
	Levaduras			
Palictahua	2,47 x10 ¹⁰	23,92	0,23	0,0001 a
Atillo	7,91 x10 ⁹	22,64	0,23	0,0001 b
Manuelita Chillicay	1,977 x10 ⁹	21,37	0,23	0,0001 c

Realizado por: Agualema, Edison, 2023.

Como se puede evidenciar en la tabla 4-3 la población de levaduras presentó diferencias significativas, por lo que para el suelo del bosque primario Palictahua, presentó la más alta concentración de levaduras de los tres bosques estudiados 2,47 x10¹⁰ ufc/g, siendo este superior a lo reportado por Patiño et al. (2018, p. 10), donde obtuvo 1 x10⁵ ufc/g para levaduras, donde este indica que la diversidad varía según las condiciones climáticas y la estación del año a la cual están expuestos estos bosques. Además, como se mencionó anteriormente para el suelo del bosque primario Palictahua al ser un bosque en periodo de recuperación los números varían en gran medida con lo reportado en años anteriores. Por tanto, manifiesto que el suelo del bosque primario Palictahua presento la población de levaduras más alta registrada en la presente investigación.

El suelo del bosque primario Atillo, reporto una población de levaduras de 7,91 x10⁹ ufc/g, a diferencia de Paucar et al. (2011, p. 1), donde reporto 2,71 x10⁴ ufc/g, cuyo resultado es inferior , las diferencias que se evidencian podrían deberse a que la población microbiana de los suelos de bosques primarios varían según la profundidad y las condiciones climáticas ya que en la estación húmeda del año la población microbiana suele ser mayor, esto en suelos montañosos de la sierra ecuatoriana según lo dicho por Álvarez et al. (2017, p. 14).

Para el suelo del bosque primario Manuelita Chillicay, presento el más bajo contenido de levaduras de entre los tres suelos estudiados con una población de 1,977 x10⁹ ufc/g, a diferencia de lo reportado por Patiño et al. (2018, p. 10), donde obtuvo una población de levaduras de 2,5 x10⁴ ufc/g, para bosques tropicales o de clima cálido; es posible que estas variaciones se deban a los contenidos de materia orgánica propio de cada suelo ya que de esto dependerá la dinámica de las levaduras, como se mencionó anteriormente los residuos de vegetales y animales con contenidos altos en taninos, fenoles, fibra y proteínas de las hojas y otros desechos ayudan a que los microorganismo se desarrollen de forma más dinámica según lo expresado por Silberman et al. (2016, p. 3).

Para levaduras las cuales muestran un aspecto esponjoso de color amarillento redondos y húmedos. Se pudo observar que la población de estas variaba según las condiciones fisicoquímicas del suelo y la temperatura ambiental por lo cual se presentaron poblaciones de levaduras que iban de entre 10^9 a 10^{10} ufc/g de suelo siendo los resultados más altos a diferencia de lo reportado por Mestre et al. (2009, p. 230) que nos dice que las levaduras se distribuyen de forma desigual en números que oscilan entre 1 a 10^6 ufc/g. Por tanto, el suelo del bosque primario Palictahua fue el que presento el mayor contenido de levaduras de los tres bosques estudiados con $2,47 \times 10^{10}$ ufc/g de suelo siendo el mejor resultado expresado para levaduras.

3.2.3.1. *Determinación de la variabilidad de la población de hongos en los suelos de los bosques primarios Manuelita Chillicay, Palictahua y Atillo*

Al realizar el análisis de variabilidad de la población de levaduras en los suelos de los tres bosques primarios de donde se obtuvo las muestras se evidencio que existen diferencias altamente significativas ($p > 0,05$), estableciéndose en una media de 23,92 ufc/g para el suelo del bosque primario Manuelita Chillicay, 21,37 ufc/g, para el suelo del bosque primario Palictahua y 22,64 ufc/g para el suelo del bosque primario Atillo.

Como se muestra en la tabla 4-3 existen diferencias altamente significativas en cuanto a la población de levaduras de los diferentes suelos estudiados, así se observa que para el suelo del bosque primario Manuelita Chillicay que es un bosque tropical nos presenta una media de 21,37 ufc/g de suelo el cual fue la media más baja registrada a diferencia de los otros tratamientos, como fue el caso del suelo del bosque primario de Atillo que presento una media de 22.64 ufc/g por gramo de suelos, en cuanto al suelo del bosque primario Plictahua observamos que presento la media más alta de levaduras con 23,92 ufc/g de suelos corroborando dicho por Mestre et al. (2009, p. 230), que menciona que las levaduras se desarrollan en diferentes tipos de ecosistemas, dependiendo mucho de las características ambientales.

Por tanto como se observa en la tabla 4-3 el suelo del bosque primario Palictahua presento la media más alta con 23,92 ufc/g de suelo para levaduras; esto posiblemente debió a que las condiciones que presenta este suelo como: materia orgánica, pH y al estar ubicado en una zona templado proporciona las condiciones idóneas para el desarrollo de estas, como lo menciona (Suarez et al.2016); donde indica que los niveles de pH óptimos para el desarrollo de las levaduras van de entre 4 a 5,5 con contenidos de materia orgánica significativos principalmente de origen vegetal.

CONCLUSIONES

- Podemos afirmar que las características fisicoquímicas de los bosques primarios estudiados en la provincia de Chimborazo varían significativamente dependiendo de su ubicación y las condiciones climáticas a las cuales están expuestos siendo el suelo del bosque primario Atillo el que presentó las mejores características fisicoquímicas.
- En la presente investigación se pudo determinar que existe una gran biodiversidad bacteriana en los suelos de los bosques primarios Manuelita Chillicay, Palictahua y Atillo, con resultados hasta de 10^9 ufc/g de suelo, donde se encontró que existen bacterias que podrían ser de interés agro industrial tales como las BAL, AAB.
- La población de levaduras varía dependiendo del suelo estudiado, siendo el bosque primario Palictahua el que presentó una mayor población con 10^{10} ufc/g, en relación a los otros bosques estudiados (Manuelita Chillicay, Atillo), los mismos que presentaron 10^9 ufc/g de suelo. Cabe mencionar que las levaduras aisladas podrían ser de interés agroindustrial.

RECOMENDACIONES

- Para estudios posteriores se recomienda realizar pruebas bioquímicas y secuenciación masiva para identificar y caracterizar los diversos microorganismos aislados en la presente investigación.
- Sería importante realizar más estudios de diversidad microbiana los cuales podrían ser de interés para la agroindustria.
- Es fundamental realizar estudios de diversidad y caracterización de microorganismos en otras zonas del país

BIBLIOGRAFÍA

ÁLVAREZ, M.; et al. “Aislamiento de Microorganismos en diferentes ambientes (Suelo, Agua y Aire)”. *Mente Joven* [en línea], 2017, (Colombia) 6, pp. 09-20. [Consulta: 05 octubre 2022]. ISSN: 2323-0312. Disponible en: https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/mente_joven/article/download/3666/3061.

BARINDÓN, E. *Apunte de edafología curso edafología departamento de ambiente y recursos naturales facultad de ciencias agraria y forestales* [en línea]. La Plata-Argentina: Universidad Nacional de La Plata, 2019, pp. 14-18. [Consulta: 18 octubre 2022]. Disponible en: https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/42968/mod_resource/content/1/TEMA%20%20MORFOLOG%C3%8DA%2026-03-19.pdf.

CARRILLO, L. *Manual de microbiología agrícola* [en línea]. San Salvador de Jujuy-Argentina, 2013, p. 4. [Consulta: 05 octubre 2022]. ISBN: 978-950-721-465-3. Disponible en: <http://www.microbiota.com.ar/sites/default/files/magric13%20-0.pdf>.

CHEN, Y.; et al. “Isolation and identification of lactic acid bacteria from soil using an enrichment procedure”. *Letters in Applied Microbiology* [en línea], 2005, (Japón) 40(3), pp. 195-200. [Consulta: 13 noviembre 2022]. ISSN. 0266-8254. Disponible en: <https://ami-journals.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1472-765X.2005.01653.x>.

DELGADO, M. *Aplicación de las características fisicoquímicas del suelo como indicadores de la efectividad de las estrategias de restauración implementadas en el corredor Barbas - Bremen (Quindío - Colombia) (Proyecto de grado) (Pregrado)* [en línea]. Universidad ICESI, Facultad de Ciencias Naturales, Departamento de Ciencias Biológicas. Cali-Colombia. 2012, p. 7. [Consulta: 23 diciembre 2022]. Disponible en: https://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/68754/1/aplicacion_caracteristicas_fisicoquimicas.pdf.

ESPINOZA, J. *Suelos Volcánicos, Dinámica del Fósforo y Producción de Papa* [en línea]. Quito-Ecuador: INPOFOS, 2005, p. 3. [Consulta: 03 enero 2023]. Disponible en: <https://cipotato.org/wp-content/uploads/congreso%20ecuatoriano%20JESPINOZA.pdf>.

FAO. *Guía para la descripción de suelos* [en línea]. Roma-Italia: Organización Mundial para la Alimentación y la Agricultura, 2009, pp. 28-40. [Consulta: 15 noviembre 2022]. Disponible en: <https://www.fao.org/3/a0541s/a0541s.pdf>.

FLORES, A.; et al. “Aislamiento e identificación de cepas nativas del suelo mexicano del género *Azotobacter*”. *Revista Científica de la Universidad Autónoma de Coahuila* [en línea], 2012, (México) 4(8), pp. 2-11. [Consulta: 18 noviembre 2022]. ISSN: 2683-1848. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Carolina-Flores-15/publication/274638164_Aislamiento_e_identificacion_de_cepas_nativas_del_suelo_mexicano_del_genero_Azotobacter/links/552440100cf2caf11bfcc47d/Aislamiento-e-identificacion-de-cepas-nativas-del-suelo-mexicano-del-genero-Azotobacter.pdf.

HAN-SUK, K. “Diversity and composition of soil Acidobacteria and Proteobacteria communities as a bacterial indicator of past land-use change from forest to farmland”. *Science of The Total Environment* [en línea], 2021, (Corea del Sur) 797, pp. 1-10. [Consulta: 18 noviembre 2022]. ISSN: 1879-1026. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148944>.

HENAO, M.; & HERNÁNDEZ, E. “Disponibilidad de potasio en suelos derivados de cenizas volcánicas y su relación con la nutrición del café en la etapa vegetativa”. *Cenicafé* [en línea], 2002, (Colombia) 53(4), pp. 293-305. [Consulta: 13 noviembre 2022]. ISSN: 2711-3477. Disponible en: <https://www.cenicafe.org/es/publications/arc053%2804%29293-305.pdf>.

KALAM, S.; et al. “Recent Understanding of Soil Acidobacteria and Their Ecological Significance: A Critical Review”. *Frontiers in Microbiology* [en línea], 2020, (India) 11, pp. 1-15. [Consulta: 19 noviembre 2022]. ISSN: 1664-302X. Disponible en: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmicb.2020.580024/pdf>.

MESTRE, M.; et al. “Comparación de condiciones de cultivo para el aislamiento y recuento simultáneo de levaduras de suelos de bosques nativos de *Nothofagus* spp. (FAGACEAE) de la Patagonia Argentina”. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* [en línea], 2009, (Argentina) 44(3-4), pp. 229-238. [Consulta: 05 octubre 2022]. ISSN: 1851-2372. Disponible en: <http://www.scielo.org.ar/pdf/bsab/v44n3-4/v44n3-4a01.pdf>.

MUNERA, G.; & MEZA, D. *El fósforo elemento indispensable para la vida vegetal* [en línea]. Pereira-Colombia: Universidad Tecnológica de Pereira, 2012, pp. 5-12. [Consulta: 03 enero

2023]. Disponible en: <https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/7377066a-bac4-4402-a306-eb45caa49d1c/content>.

NTE INEN-ISO 14869-1. *Calidad del suelo. Procedimiento de disolución para la determinación del contenido de los elementos totales. Parte 1: disolución con ácidos fluorhídrico y perclórico (ISO 14869-1:2001, IDT).*

OSTOS, O.; et al. “Aplicaciones biotecnológicas de los microorganismos”. NOVA [en línea], 2019, (Colombia) 17(31), pp. 129-163. [Consulta: 08 octubre 2022]. ISSN: 1794-2470. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/nova/v17n31/1794-2470-nova-17-31-129.pdf>.

PATIÑO, B. Determinación de la biodiversidad microbiana de los bosques nativos Lluclud y Palictahua de la provincia de Chimborazo (Trabajo de titulación) (Ingeniería) [en línea]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ingeniería Forestal. Riobamba-Ecuador. 2018, p. 10. [Consulta: 19 octubre 2022]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/8766/1/33T0188.pdf>.

PAUCAR, B.; et al. *Efecto del manejo de suelo sobre las poblaciones microbianas* [en línea]. Quito-Ecuador: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, 2011, p. 1. [Consulta: 28 octubre]. Disponible en: <http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2504/4/iniapsc346e.pdf>.

PLAZA, J. Impacto del tipo de cobertura forestal sobre las propiedades edáficas en una zona de bosque montano en el Parque Nacional el Cajas, provincia del Azuay (Trabajo de titulación) (Ingeniería) [en línea]. Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Químicas, Escuela de Ingeniería Ambiental. Cuenca-Ecuador. 2018, p. 7. [Consulta: 18 octubre 2022]. Disponible en: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/30305/1/Trabajo%20de%20Titulaci%C3%B3n.pdf>.

QIU, X.; et al. “Classification of acetic acid bacteria and their acid resistant mechanism”. AMB Express [en línea], 2021, (China) 11(1), pp. 1-15. [Consulta: 15 noviembre 2022]. ISSN: 2191-0855. Disponible en: <https://amb-express.springeropen.com/counter/pdf/10.1186/s13568-021-01189-6.pdf>.

RAMOS, E.; & ZÚÑIGA, D. “Efecto de la humedad, temperatura y pH del suelo en la actividad microbiana a nivel de laboratorio”. *Ecología Aplicada* [en línea], 2008, (Perú) 7(1), pp. 123-130.

[Consulta: 20 diciembre 2022]. ISSN: 1726-2216. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/ecol/v7n1-2/a15v7n1-2.pdf>.

SÁNCHEZ, A.; et al. “Análisis de materia orgánica en suelos tropicales por espectroscopia de infrarrojo cercano (NIRS) y quimiometría”. *Ciencia e Investigación Agraria* [en línea], 2012, (México) 39(2), pp. 387-394. [Consulta: 15 noviembre 2022]. ISSN: 0718-1620. Disponible en: <https://www.scielo.cl/pdf/ciagr/v39n2/art15.pdf>.

SILBERMAN, E. Diversidad microbiana y materia orgánica del suelo en sistemas silvopastoriles de la Republica Chanqueña (Tesis) (Doctoral) [en línea]. Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Doctorado en Ciencias Agrarias y Forestales. La Plata-Argentina. 2016, p. 8. [Consulta: 03 enero 2023]. Disponible en: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/55679/Documento_completo_.pdf-PDFA.pdf?sequence=3.

SOLÓRZANO, A. Comparación de la diversidad vegetal y calidad orgánica del suelo entre un remanente de bosque nativo y vegetación introducida, Parroquia La Esperanza, Cantón Pedro Moncayo, Pichincha – Ecuador (Trabajo de investigación) (Licenciatura) [en línea]. Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Biológicas, Carrera de Ciencias Biológicas y Ambientales. Quito-Ecuador. 2020, p. 9. [Consulta: 28 octubre 2022]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/21349/1/T-UCE-0016-CBI-056.pdf>.

STRAFELLA, S.; et al. “Comparative Genomics and In Vitro Plant Growth Promotion and Biocontrol Traits of Lactic Acid Bacteria from the Wheat Rhizosphere”. *Microorganisms* [en línea], 2020, (Italia) 9(1), pp. 1-18. [Consulta: 13 noviembre 2022]. ISSN: 2076-2607. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7823429/pdf/microorganisms-09-00078.pdf>.

YEPES, A.; et al. “Recuperación estructural en bosques sucesionales andinos de Porce (Antioquia, Colombia)”. *Revista de Biología Tropical* [en línea], 2010, (Colombia) 58, pp. 427-445. [Consulta: 21 diciembre 2022]. ISSN: 0034-7744. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44918951036>.

ZUBILLAGA, M. Variabilidad de la mineralización de nitrógeno a escala intraparcela y sus consecuencias sobre la fertilización de los cultivos (Tesis) (Doctoral) [en línea]. Universidade da Coruña, Programa Oficial de Doctorado en Ciencia y Tecnología Ambiental. La Coruña-España.

2016, p. 9. [Consulta: 27 diciembre 2022]. Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/316116424_Variabilidad_de_la_mineralizacion_de_nitrogeno_a_escala_intraparcela_y_sus_consecuencias_sobre_la_fertilizacion_de_los_cultivos.



A handwritten signature in blue ink is written over a faint, circular stamp. The stamp contains the text "D. A. J." and "Castillo".



ANEXOS

ANEXO A: ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICA DEL SUELO DEL BOSQUE PRIMARIO PALICTAHUA



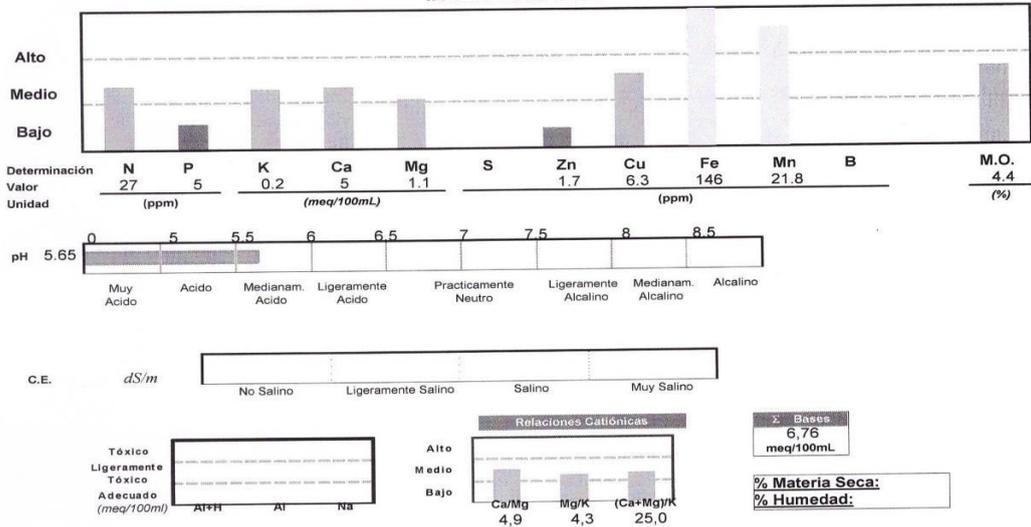
ESTACION EXPERIMENTAL DEL AUSTRO
LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS
 km 12 1/2 via El Descanso - BULLCAY - Gualaceo www@iniap.gob.ec
 Azuay - Ecuador TeleFax: (07) 2171161



REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

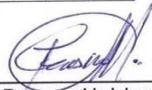
DATOS DEL PROPIETARIO			
Nombre :	EDISON AGUALEMA (1)	Teléfono :	N/E
Dirección :		e-mail :	N/E
Ciudad :	Penipe		
DATOS DE LA PROPIEDAD			
Nombre :		Parroquia :	Penipe
Provincia :	Chimborazo	Ubicación :	BOSQUE PALICHAHA
Cantón :	Penipe	Latitud :	
		Longitud :	
DATOS DE LA MUESTRA			
No. Laboratorio :	6345	Responsable Muestreo :	Cliente
Identificación :	BOSQUE PALICHAHA	Fecha Muestreo :	21/01/2020
Cultivo Actual :	BOSQUE	Fecha Ingreso :	22/01/2020
		Factura No. :	0
		Fecha Análisis :	27/01/2020
		Fecha Emisión :	31/01/2020

INTERPRETACION



Determinación	Metodología	Extractante	Determinación	Metodología	Extractante
N, P	Colorimetría	Olsen	pH	Potenciométrica	Suelo: Agua (1:2.5)
K, Ca, Mg	Absorción	Modificado pH 8.5	CE	Conductometría	Pasta Saturada
Zn, Cu, Fe, Mn	Atómica	Fósforo de Ca	Textura	Bouyoucos	No Aplica
S	Turbidimetría	Monobásico	Al	Volumetría	K, Cl, 1N
B	Colorimetría	Pasta Saturada	Al + H	Absorción	Pasta Saturada
Cl	Volumetría	No aplica	Na	Absorción	Olsen Modificado pH 8.5
M.O.	Oxidación Via Humeda	No aplica	E Bases	Atómica	Olsen Modificado pH 8.5

Niveles de Referencia Optimos					
N	20 - 40	S	10 - 20	B	0.5 - 1.0
P	10 - 20	Zn	4 - 8	Cl	0 - 0
K	0.2 - 0.4	Cu	1 - 10	M.O.	3 - 5
Ca	4 - 8	Fe	20 - 40	Al+H	0.5 - 1.5
Mg	1 - 3	Mn	5 - 10	Al	0.3 - 1.0
				Ca/Mg	2 - 8
				Mg/K	2.5 - 10.0
				(Ca+Mg)/K	12.5 - 50.0


Responsable laboratorio


ESTACION EXPERIMENTAL CHUQUIPATA
Laboratorio de Suelos y Aguas
Laboratorista

N/E: No Entrega
 Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo.
 Se prohíbe la reproducción parcial, si se va a fotocopiar que sea de todo el documento original.

Fecha Impresión : 31/01/2020



ESTACION EXPERIMENTAL DEL AUSTRIO
LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS
 km 12 1/2 via El Descanso - BULLCAY - Gualaceo www@iniap.gob.ec
 Azuay - Ecuador TeleFax: (07) 2171161



INFORME DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO	
Nombre :	EDISON AGUALEMA (1)
Dirección :	
Ciudad :	PENIPE
Teléfono :	N/E
Técnico :	TESISTA
Correo-e :	N/E

DATOS DE LA PROPIEDAD	
Nombre :	
Provincia :	CHIMBORAZO
Parroquia :	PENIPE
Ubicación :	BOSQUE PALICHAVA
Latitud :	
Longitud :	

DATOS DE LA MUESTRA	
Fecha Muestreo :	21/01/2020
Fecha Ingreso :	22/01/2020
Fecha Emisión :	31/01/2020
Cultivo Actual :	BOSQUE

N° Laborat.	Identificación del Lote	pH	ppm			meq/100mL			ppm				meq/100ml	Ca/Mg	Mg/K	(Ca+Mg)/K	
			N	P	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	Σ Bases					
6345	BOSQUE PALICHAVA	5.6 MeAc	27.10 M	5.50 B	0.26 M	5.39 M	1.11 M			1.7 B	6.3 M	146.0 A	21.8 A	6.76	4.86 M	4.27 M	25.00 M

Interpretación	
N, P, K, Ca, Mg, S	pH
Zn, Cu, Fe, Mn, B, Cl	
MAc = Muy Acido	N = Neutro
Ac = Acido	LAI = Lig. Alcalino
M = Medio	MeAl = Med. Alcalino
A = Alto	LAc = Lig. Acido
	AI = Alcalino
	PN = Prec. Neutro
	RC = Requiere Cal

Responsable Laboratorio

Determinación	Metodología	Extractante
N, P	Colorimetría	Olsen
K, Ca, Mg	Absorción	Modificado
Zn, Cu, Fe, Mn	Atómica	pH 8.5
pH	Potenciométrica	Suelo: agua (1:2.5)
S	Turbidimetría	Fosfato de Ca
B	Colorimetría	Monobásico

Niveles Medios de Referencia					
N	20 - 40	Mg	1,0 - 3	Fe	20 - 40
P	10 - 20	S	10 - 20	Mn	5 - 10
K	0,2 - 0,4	Zn	4,0 - 8,0	B	0,5 - 1,0
Ca	4 - 8	Cu	1,0 - 10,0	Cl	-

ESTACION EXPERIMENTAL CHUQUIPATA
 Laboratorio de Suelos y Aguas

Laboratorista

Fecha de Impresión: 31/01/2020

Página 1 de 2

N/E : No entrega.

Se prohíbe la reproducción total o parcial de este documento, los datos deberán ser apropiadamente citados.



ESTACION EXPERIMENTAL DEL AUSTRO
LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS
 km 12 1/2 via El Descanso - BULLCAY - Gualaceo www@iniap.gob.ec
 Azuay - Ecuador TeleFax: (07) 2171161



INFORME DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO				DATOS DE LA PROPIEDAD				DATOS DE LA MUESTRA			
Nombre :	EDISON AGUALEMA (1)			Nombre :				Fecha Muestreo :	21/01/2020		
Dirección :				Provincia :	CHIMBORAZO			Fecha Ingreso :	22/01/2020		
Ciudad :	PENIPE			Parroquia :	PENIPE			Fecha Emisión :	31/01/2020		
Teléfono :	N/E	Correo-e :	N/E	Ubicación :	BOSQUE PALICHAVA			Cultivo Actual :	BOSQUE		
Técnico :	TESISTA			Latitud :							
								<i>Longitud.</i>			

N° Laborat.	Identificación	Textura (%)			Clase Textural	cm ³ /cm ³				cm/h		meq/100mL			dS/m	%	(%)	(%)
		Arena	Limo	Arcilla		C.C.	Sat.	P.M.	A.D.	C.H.	D.A.	Al+H	Al	Na	C.E.	M.O.	M.S.	H.
6345	BOSQUE PALICHAVA														4.43	M		

Interpretación		
Al+H, Al, Na	C.E.	M.O.
Ad = Adecuado	NS = No Salino	B = Bajo
LT = Ligeram. Tóxico	LS = Lig. Salino	M = Medio
T = Tóxico	S = Salino	A = Alto
	MS = Muy Salino	

Abreviaturas	
C.C.	Capacidad de Campo
Sat.	Saturación
P.M.	Punto de Marchitez
A.D.	Agua Disponible
C.H.	Conductividad Hidráulica

Abreviaturas	
C.E.	Conductividad Eléctrica
M.O.	Materia Orgánica
D.A.	Densidad Aparente
Nt	Nitrógeno Total
C/N	Relación Carbono: Nitrógeno
M.S.	Materia Seca
H.	Humedad

Determinación	Metodología	Extractante
M.O.	Análisis elemental (TOC)	No Aplica
Na	Extracto de pasta saturada	Agua
C.E.	Extracto de pasta saturada	Agua
Nt	Semimicro Kjeldahl	No Aplica

Niveles de Referencia			
	Lig. Tóxico		Lig. Salino
Al + H	0.51 - 1.50	C.E.	2.00 - 4.00
Al	0.31 - 1.00	Medio	
Na	0.50 - 1.00	M.O.	3.10 - 5.00


Responsable Laboratorio

N/E: No Entrega

Se prohíbe la reproducción total o parcial de este documento, los datos deberán ser apropiadamente citados.


Laboratorista
 GRANJA EXPERIMENTAL CHUQUIPATA
 Fecha de Impresión: 31/01/2020

ANEXO B: ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE SUELO DEL BOSQUE PRIMARIO ATILLO



INIAP
INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

ESTACION EXPERIMENTAL DEL AUSTRO
LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS
km 12 1/2 vía El Descanso - BULLCAY - Gualaquiza - www@iniap.gob.ec
Azúay - Ecuador TeleFax: (07) 2171161



Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca

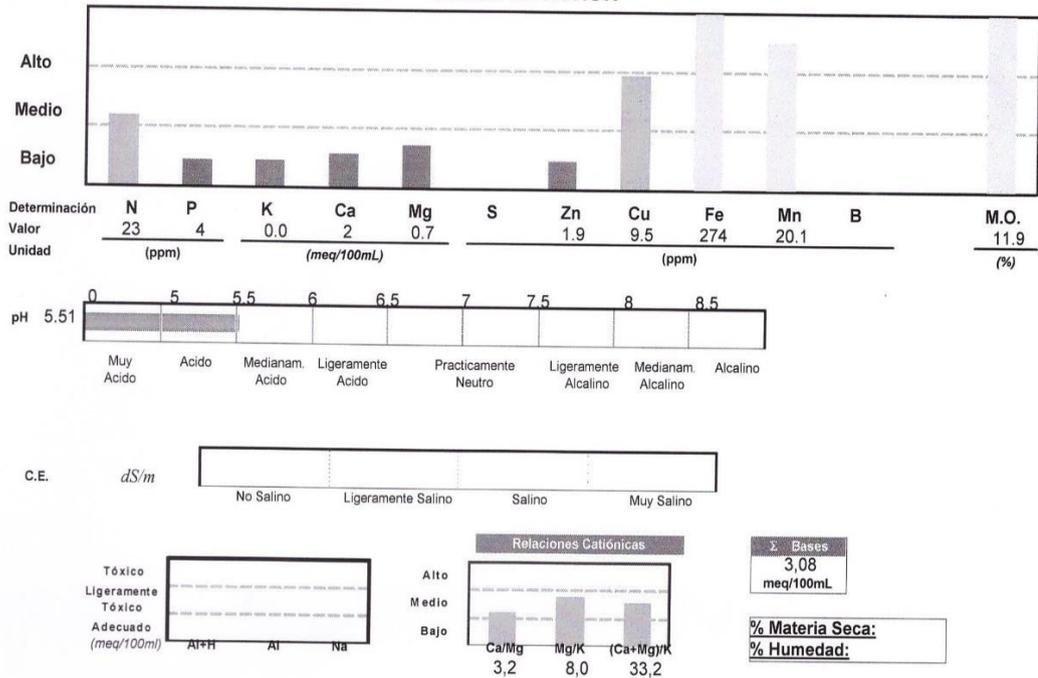
REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO			
Nombre :	EDISON AGUALEMA (2)	Teléfono :	N/E
Dirección :		e-mail :	N/E
Ciudad :	Guamote		

DATOS DE LA PROPIEDAD			
Nombre :		Parroquia :	Guamote
Provincia :	Chimborazo	Ubicación :	BOSQUE ATILLO
Cantón :	Guamote	Latitud :	
		Longitud :	

DATOS DE LA MUESTRA			
No. Laboratorio :	6346	Responsable Muestreo :	Ciente
Identificación :	BOSQUE ATILLO	Fecha Muestreo :	21/01/2020
Cultivo Actual :	BOSQUE	Fecha Ingreso :	22/01/2020
		Factura No. :	0
		Fecha Análisis :	27/01/2020
		Fecha Emisión :	31/01/2020

INTERPRETACION



Determinación	Metodología	Extractante
N, P	Colorimetría	Olsen
K, Ca, Mg	Absorción	Modificado pH 8.5
Zn, Cu, Fe, Mn	Atómica	
S	Turbidimetría	Fosfato de Ca Monobásico
B	Colorimetría	Pasta Saturada
Cl	Volumetría	Pasta Saturada
M.O.	Oxidación	No aplica
	Vía Humeda	

Determinación	Metodología	Extractante
pH	Potenciométrica	Suelo: Agua (1: 2.5)
CE	Conductometría	Pasta Saturada
Textura	Bouyoucos	No Aplica
Al	Volumetría	K, Cl, T, N
Al + H		
Na	Absorción	Pasta Saturada
E Bases	Atómica	Olsen Modificado pH 8.5

Niveles de Referencia Optimos					
N	20 - 40	S	10 - 20	B	0.5 - 1.0
P	10 - 20	Zn	4 - 8	Cl	0 - 0
K	0.2 - 0.4	Cu	1 - 10	M.O.	3 - 5
Ca	4 - 8	Fe	20 - 40	Al+H	0.5 - 1.5
Mg	1 - 3	Mn	5 - 10	Al	0.3 - 1.0
				Na	0.5 - 1.0
				Ca/Mg	2 - 8
				Mg/K	2.5 - 10.0
				(Ca+Mg)/K	12.5 - 50.0


Responsable laboratorio


GRANJA EXPERIMENTAL CHUQUIDATA
Laboratorio de Suelos y Aguas
Laboratorista

N/E: No Entrega
 Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo.
 Se prohíbe la reproducción parcial, si se va a fotocopiar que sea de todo el documento original.

Fecha Impresión : 31/01/2020



ESTACION EXPERIMENTAL DEL AUSTRO
LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS
 km 12 1/2 via El Descanso - BULLCAY - Gualaceo www@iniap.gob.ec
 Azuay - Ecuador TeleFax: (07) 2171161



INFORME DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO	
Nombre :	EDISON AGUALEMA (2)
Dirección :	
Ciudad :	GUAMOTE
Teléfono :	N/E
Técnico :	TESISTA
Correo-e :	N/E

DATOS DE LA PROPIEDAD	
Nombre :	
Provincia :	CHIMBORAZO
Parroquia :	GUAMOTE
Ubicación :	BOSQUE ATILLO
Latitud :	
Longitud :	

DATOS DE LA MUESTRA	
Fecha Muestreo :	21/01/2020
Fecha Ingreso :	22/01/2020
Fecha Emisión :	31/01/2020
Cultivo Actual :	BOSQUE

N° Laborat.	Identificación del Lote	pH	ppm			meq/100mL			ppm				meq/100mL	Ca/Mg	Mg/K	(Ca+Mg)/K
			N	P	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	Σ Bases				
6346	BOSQUE ATILLO	5.5 MeAc	23.90 M	4.36 B	0.09 B	2.27 B	0.72 B	1.9 B	9.5 M	274.0 A	20.1 A	3.08	3.15 M	8.00 M	33.22 M	

Interpretación		
N, P, K, Ca, Mg, S	pH	
Zn, Cu, Fe, Mn, B, Cl		
B = Bajo	MAC = Muy Acido	N = Neutro
M = Medio	Ac = Acido	LAI = Lig. Alcalino
A = Alto	MeAc = Med. Acido	MeAl = Med. Alcalino
	LAc = Lig. Acido	Al = Alcalino
	PN = Prac. Neutro	RC = Requiere Cal

Responsable Laboratorio

Determinación	Metodología	Extractante
N, P	Colorimetría	Olsen
K, Ca, Mg	Absorción	Modificado
Zn, Cu, Fe, Mn	Atómica	pH 8.5
pH	Potenciométrica	Suelo: agua (1:2.5)
S	Turbidimetría	Fosfato de Ca
B	Colorimetría	Monobásico

Niveles Medios de Referencia					
N	20 - 40	Mg	1.0 - 3	Fe	20 - 40
P	10 - 20	S	10 - 20	Mn	5 - 10
K	0.2 - 0.4	Zn	4.0 - 8.0	B	0.5 - 1.0
Ca	4 - 8	Cu	1.0 - 10.0	Cl	-

N/E : No entrega.

Se prohíbe la reproducción total o parcial de este documento, los datos deberán ser apropiadamente citados.

Laboratorista

 Fecha de Impresión: 31/01/2020



ESTACION EXPERIMENTAL DEL AUSTRO
LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS
 km 12 1/2 via El Descanso - BULLCAY - Gualaceo www@iniap.gob.ec
 Azuay - Ecuador TeleFax: (07) 2171161



INFORME DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO	
Nombre :	EDISON AGUALEMA (2)
Dirección :	
Ciudad :	GUAMOTE
Teléfono :	N/E
Técnico :	TESISTA
Correo-e :	N/E

DATOS DE LA PROPIEDAD	
Nombre :	
Provincia :	CHIMBORAZO
Parroquia :	GUAMOTE
Ubicación :	BOSQUE ATILLO
Latitud :	Longitud:

DATOS DE LA MUESTRA	
Fecha Muestreo :	21/01/2020
Fecha Ingreso :	22/01/2020
Fecha Emisión :	31/01/2020
Cultivo Actual :	BOSQUE

Nº Laborat.	Identificación	Textura (%)			Clase Textural	cm ³ /cm ³				cm/h gr/cm ³		meq/100mL			dS/m	%	(%)	(%)
		Arena	Limo	Arcilla		C.C.	Sat.	P.M.	A.D.	C.H.	D.A.	Al+H	Al	Na	C.E.	M.O.	M.S.	H.
6346	BOSQUE ATILLO														11.90	A		

Interpretación		
Al+H, Al, Na	C.E.	M.O.
Ad = Adecuado	NS = No Salino	B = Bajo
LT = Ligeram. Tóxico	LS = Lig. Salino	M = Medio
T = Tóxico	S = Salino	A = Alto
	MS = Muy Salino	

Abreviaturas	
C.C.	Capacidad de Campo
Sat.	Saturación
P.M.	Punto de Marchitez
A.D.	Agua Disponible
C.H.	Conductividad Hidráulica

Abreviaturas	
C.E.	Conductividad Eléctrica
M.O.	Materia Orgánica
D.A.	Densidad Aparente
NT	Nitrógeno Total
C/N	Relación Carbono: Nitrógeno
M.S.	Materia Seca
H.	Humedad

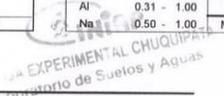
Determinación	Metodología	Extractante
M.O.	Análisis elemental (TOC)	No Aplica
Na	Extracto de pasta saturada	Agua
C.E.	Extracto de pasta saturada	Agua
Nr	Semimicro Kjendahl	No Aplica

Niveles de Referencia			
	Lig. Tóxico	Lig. Salino	
Al + H	0.51 - 1.50	C.E.	2.00 - 4.00
Al	0.31 - 1.00	Medio	
Na	0.50 - 1.00	M.O.	3.10 - 5.00


Responsable Laboratorio

N/E: No Entrega

Se prohíbe la reproducción total o parcial de este documento, los datos deberán ser apropiadamente citados.


Laboratorista

Fecha de Impresión: 31/01/2020

Página 2 de 2

ANEXO C: ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE SUELO DEL BOSQUE PRIMARIO MANUELITA CHILLICAY



ESTACION EXPERIMENTAL DEL AUSTRO
LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS
 km 12 1/2 via El Descanso - BULLCAY - Gualaceo www@iniap.gob.ec
 Azuay - Ecuador TeleFax: (07) 2171161



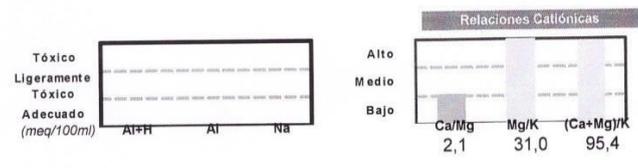
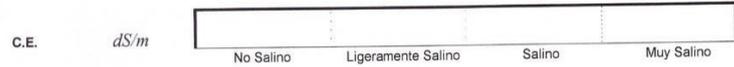
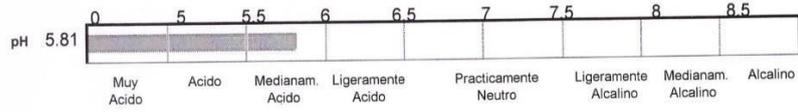
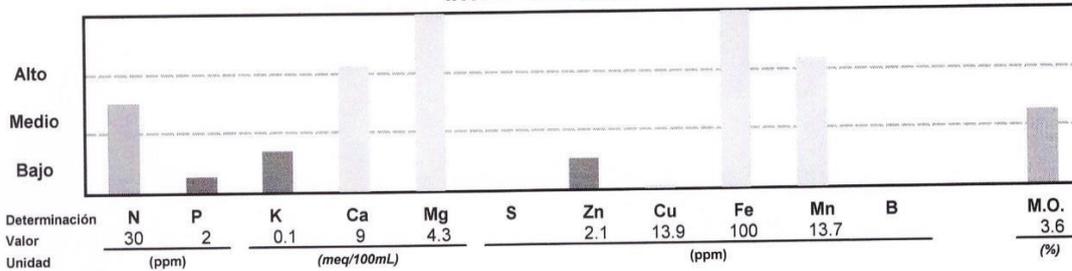
REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO			
Nombre : EDISON AGUALEMA (3)	Teléfono : N/E		
Dirección :	e-mail : N/E		
Ciudad : Cumandá			

DATOS DE LA PROPIEDAD			
Nombre :	Parroquia : Cumandá		
Provincia : Chimborazo	Ubicación : BOSQUE MANUELITA		
Cantón : Cumandá	Latitud : Longitud :		

DATOS DE LA MUESTRA			
No. Laboratorio : 6347	Responsable Muestreo : Cliente	Factura No. : 0	
Identificación : BOSQUE MANUELITA	Fecha Muestreo : 21/01/2020	Fecha Análisis : 27/01/2020	
Cultivo Actual : BOSQUE	Fecha Ingreso : 22/01/2020	Fecha Emisión : 31/01/2020	

INTERPRETACION



Σ Bases
13,49 meq/100mL

% Materia Seca:
% Humedad:

Determinación	Metodología	Extractante
N, P	Colorimetría	Olsen
K, Ca, Mg	Absorción	Modificado pH 8.5
Zn, Cu, Fe, Mn	Atómica	
S	Turbidimetría	Fosfato de Ca Monobásico
B	Colorimetría	Pasta Saturada
Cl	Volumetría	No aplica
M.O.	Oxidación Via Humeda	

Determinación	Metodología	Extractante
pH	Potenciometría	Suelo: Agua (1:2.5)
CE	Conductometría	Pasta Saturada
Textura	Bouyoucos	No Aplica
Al	Volumetría	K, Cl, 1 N
Al + H		
Na	Absorción	Pasta Saturada
E Bases	Atómica	Olsen Modificado pH 8.5

Niveles de Referencia Optimos					
N	20 - 40	S	10 - 20	B	0,5 - 1,0
P	10 - 20	Zn	4 - 8	Cl	0 - 0
K	0,2 - 0,4	Cu	1 - 10	M.O.	3 - 5
Ca	4 - 8	Fe	20 - 40	Al+H	0,5 - 1,5
Mg	1 - 3	Mn	5 - 10	Al	0,3 - 1,0
				Na	0,5 - 1,0
				Ca/Mg	2 - 8
				Mg/K	2,5 - 10,0
				(Ca+Mg)/K	12,5 - 50,0


Responsable laboratorio


Laboratorista CHUQUIPATA
 Laboratorio de Suelos y Aguas

N/E: No Entrega
 Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo.
 Se prohíbe la reproducción parcial, si se va a fotocopiar que sea de todo el documento original.

Fecha Impresión : 31/01/2020



ESTACION EXPERIMENTAL DEL AUSTRO
LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS
 km 12 1/2 via El Descanso - BULLCAY - Gualaquero www@iniap.gob.ec
 Azuay - Ecuador TeleFax: (07) 2171161



INFORME DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO	
Nombre :	EDISON AGUALEMA (3)
Dirección :	
Ciudad :	CUMANDÁ
Teléfono :	N/E
Técnico :	TESISTA
Correo-e :	N/E

DATOS DE LA PROPIEDAD	
Nombre :	
Provincia :	CHIMBORAZO
Parroquia :	CUMANDÁ
Ubicación :	BOSQUE MANUELITA
Latitud :	
Longitud :	

DATOS DE LA MUESTRA	
Fecha Muestreo :	21/01/2020
Fecha Ingreso :	22/01/2020
Fecha Emisión :	31/01/2020
Cultivo Actual :	BOSQUE

Nº Laborat.	Identificación del Lote	pH	ppm		meq/100mL			ppm				meq/100ml	Ca/Mg	Mg/K	(Ca+Mg)/K
			N	P	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	Σ Bases			
6347	BOSQUE MANUELITA	5.8 MeAc	30.30 M	2.84 B	0.14 B	9.01 A	4.34 A	2.1 B	13.9 A	100.0 A	13.7 A	13.49	2.08 M	31.00 A	95.36 A

Interpretación		
N, P, K, Ca, Mg, S	pH	
Zn, Cu, Fe, Mn, B, Cl		
B = Bajo	MAc = Muy Acido	N = Neutro
M = Medio	Ac = Acido	LAI = Lig. Alcalino
A = Alto	MeAc = Med. Acido	MeAl = Med. Alcalino
	LAC = Lig. Acido	Al = Alcalino
	PN = Prec. Neutro	RC = Requiere Cal

Responsable Laboratorio

Determinación	Metodología	Extractante
N, P	Colorimetría	Olsen
K, Ca, Mg	Absorción	Modificado
Zn, Cu, Fe, Mn	Atómica	pH 8.5
pH	Potenciométrica	Suelo: agua (1:2.5)
S	Turbidimetría	Fosfato de Ca
B	Colorimetría	Monobásico

Niveles Medios de Referencia					
N	20 - 40	Mg	1.0 - 3	Fe	20 - 40
P	10 - 20	S	10 - 20	Mn	5 - 10
K	0.2 - 0.4	Zn	4.0 - 8.0	B	0.5 - 1.0
Ca	4 - 8	Cu	1.0 - 10.0	Cl	-

GRANJA EXPERIMENTAL CHUQUIPATA
 Laboratorio de Suelos y Aguas
Laboratorista

N/E : No entrega.

Se prohíbe la reproducción total o parcial de este documento, los datos deberán ser apropiadamente citados.

Fecha de Impresión: 31/01/2020

Página 1 de 2



ESTACION EXPERIMENTAL DEL AUSTRO
LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS
 km 12 1/2 via El Descanso - BULLCAY - Gualaquío www@iniap.gob.ec
 Azuay - Ecuador TeleFax: (07) 2171161



INFORME DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO			DATOS DE LA PROPIEDAD				DATOS DE LA MUESTRA			
Nombre :	EDISON AGUALEMA (3)		Nombre :				Fecha Muestreo :	21/01/2020		
Dirección :			Provincia :	CHIMBORAZO			Fecha Ingreso :	22/01/2020		
Ciudad :	CUMANDÁ		Parroquia :	CUMANDÁ			Fecha Emisión :	31/01/2020		
Teléfono :	N/E	Correo-e :	Ubicación :	BOSQUE MANUELITA			Cultivo Actual :	BOSQUE		
Técnico :	TESISTA		Latitud :	Longitud.						

Nº Laborat.	Identificación	Textura (%)			Clase Textural	cm ³ /cm ³				cm/h gr/cm ³			meq/100mL			dS/m	%	M.O.	M.S.	H.
		Arena	Limo	Arcilla		C.C.	Sat.	P.M.	A.D.	C.H.	D.A.	Al+H	Al	Na	C.E.					
6347	BOSQUE MANUELITA																3.62	M		

	Interpretación		
	Al+H, Al, Na	C.E.	M.O.
Ad = Adecuado	NS = No Salino	B = Bajo	
LT = Ligeram. Tóxico	LS = Lig. Salino	M = Medio	
T = Tóxico	S = Salino	A = Alto	
	MS = Muy Salino		

Abreviaturas	
C.C.	Capacidad de Campo
Sat.	Saturación
P.M.	Punto de Marchitez
A.D.	Agua Disponible
C.H.	Conductividad Hidráulica

Abreviaturas	
C.E.	Conductividad Eléctrica
M.O.	Materia Orgánica
D.A.	Densidad Aparente
NT	Nitrógeno Total
C/N	Relación Carbono: Nitrógeno
M.S.	Materia Seca
H.	Humedad

Determinación	Metodología	Extractante
M.O.	Análisis elemental (TOC)	No Aplica
Na	Extracto de pasta saturada	Agua
C.E.	Extracto de pasta saturada	Agua
Nt	Semimicro Kjendahl	No Aplica

Niveles de Referencia				
	Lig. Tóxico		Lig. Salino	
Al + H	0.51 - 1.50	C.E.	2.00 - 4.00	
Al	0.31 - 1.00	Medio		
Na	0.50 - 1.00	M.O.	3.10 - 5.00	


 Responsable Laboratorio

N/E: No Entrega

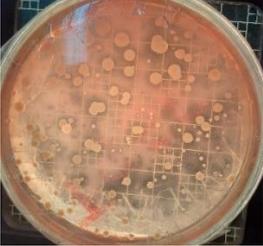
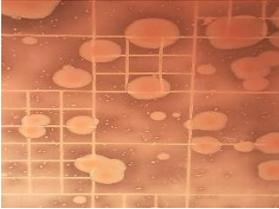
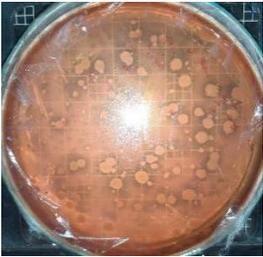
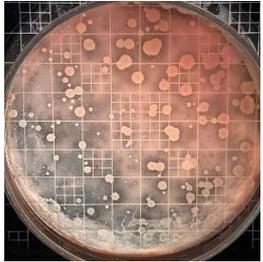
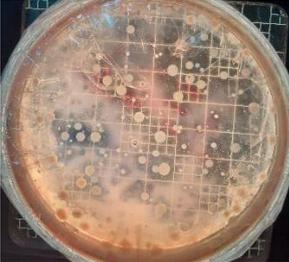
Se prohíbe la reproducción total o parcial de este documento, los datos deberán ser apropiadamente citados.


 ESTACION EXPERIMENTAL CHUQUIPATA
 Laboratorio de Suelos y Aguas
 Laboratorista

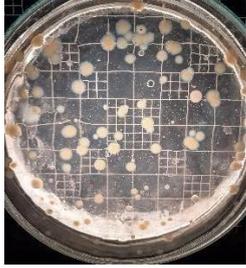
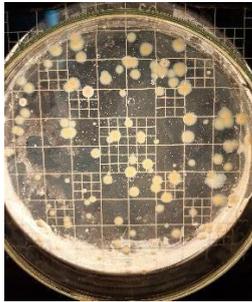
Fecha de Impresión: 31/01/2020

Página 2 de 2

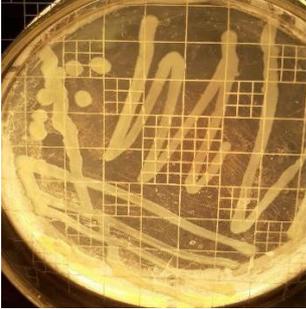
ANEXO D: MICROORGANISMOS TOTALES

<p>Atillo</p>	
	
<p>Palictahua</p>	
	
<p>Manuelita Chillicay</p>	

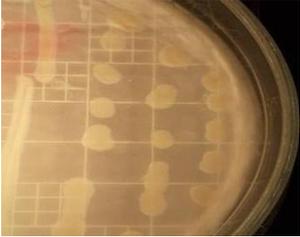
ANEXO E: LEVADURAS

<p>Atillo</p>	
	
<p>Palictahua</p>	
	
<p>Manuelita Chillicay</p>	

ANEXO F: BACTERIAS ACIDOLACTICAS (BAL)

<p>Atillo</p>	
	
<p>Palictahua</p>	
	
<p>Manuelita Chillicay</p>	

ANEXO G: BACTERIAS ACÉTICAS (AAB)

<p>Atillo</p>	
	
<p>Palictahua</p>	
	
<p>Manuelita Chillicay</p>	

ANEXO H: BASE DE DATOS

DATOS AJUSTADOS

TRATAMIENTOS	REPETICIONES	M.TOTALES	LEVADURAS	BAL	AAB
ATILLO	1	23,26701299	22,7308696	21,82187813	21,82187813
ATILLO	2	21,82187813	23,1211611	21,82187813	21,82187813
ATILLO	3	23,04386944	23,1044941	21,82187813	21,82187813
ATILLO	4	21,82187813	21,6025153	21,82187813	21,82187813
PALICTAHUA	1	22,69481842	24,0055432	21,82187813	21,82187813
PALICTAHUA	2	21,82187813	24,0055432	21,82187813	21,82187813
PALICTAHUA	3	22,64285868	24,0055432	21,82187813	21,82187813
PALICTAHUA	4	21,82187813	23,6629086	21,82187813	21,82187813
MANBUELITA CHILLICAY	1	21,82187813	21,369893	21,82187813	21,82187813
MANBUELITA CHILLICAY	2	21,82187813	21,6212074	21,82187813	21,82187813
MANBUELITA CHILLICAY	3	21,82187813	21,5442464	21,82187813	21,82187813
MANBUELITA CHILLICAY	4	21,82187813	20,9644279	21,82187813	21,82187813

ANEXO I: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL AISLAMIENTO DE BACTERIAS TOTALES A PARTIR DE SUELOS DE BOSQUES PRIMARIOS EN LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO

RESULTADOS EXPERIMENTALES

TRATAMIENTOS	Repeticiones				SUMA	MEDIA
	I	II	III	IV		
ATILLO	12727272727	3000000000	10181818182	3000000000	28909090909	7227272727
PALICTAHUA	7181818182	3000000000	6818181818	3000000000	20000000000	5000000000
MANBUELITA CHILLICAY	3000000000	3000000000	3000000000	3000000000	12000000000	3000000000
PROMEDIO	8121212121					
CV	2,39					

ANÁLISIS DE LA VARIANZA

ANÁLISIS DE VARIANZA DATOS REALES

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
TRATAMIENTOS	3,57741046828044E19	2	1,78870523414022E19	1,77	0,2243
Error	9,07851239651488E19	9	1,00872359961276E19		
Total	1,26559228647953E20	11			
Cv	62,57				

ANÁLISIS DE VARIANZA DATOS AJUSTADOS

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
TRATAMIENTOS	0,91	2	0,46	1,63	0,2497
Error	2,52	9	0,28		
Total	3,43	11			
Cv	2,39				

A. SEPARACION DE MEDIAS SEGÚN LA PRUEBA DE DUNCAN

TRATAMIENTOS	Medias	E.E.	
MANBUELITA CHILLICAY	21,82	0,26	A
PALICTAHUA	22,25	0,26	A
ATILLO	22,49	0,26	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

ANEXO J: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL AISLAMIENTO DE LEVADURAS TOTALES A PARTIR DE SUELOS DE BOSQUES PRIMARIOS EN LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO

A. RESULTADOS EXPERIMENTALES

TRATAMIENTOS	Repeticiones				SUMA	MEDIA
	I	II	III	IV		
ATILLO	7445454545	11000000000	10818181818	2409090909	31672727272	7918181818
PALICTAHUA	26636363636	26636363636	26636363636	18909090909	98818181817	24704545454
MANBUELITA CHILLICAY	1909090909	2454545455	2272727273	1272727273	7909090910	1977272728
PROMEDIO	11533333333					
CV	2,02					

B. ANÁLISIS DE LA VARIANZA

ANÁLISIS DE LA VARIANZA DATOS REALES

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
TRATAMIENTOS	1,11147377406143E21	2	5,55736887030717E20	53,16	<0,0001
Error	9,40803305759511E19	9	1,04533700639946E19		
Total	1,20555410463739E21	11			
Cv	28,03				

ANÁLISIS DE LA VARIANZA DATOS AJUSTADOS

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
TRATAMIENTOS	12,95	2	6,48	31,04	0,0001
Error	1,88	9	0,21		
Total	14,83	11			
Cv	2,02				

C. SEPARACION DE MEDIAS SEGÚN LA PRUEBA DE DUNCAN

TRATAMIENTOS	Medias	E.E.	
MANBUELITA CHILLICAY	21,37	0,23	A
ATILLO	22,64	0,23	B
PALICTAHUA	23,92	0,23	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

ANEXO K: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE BAL TOTALES OBTENIDOS A PARTIR DE SUELOS DE BOSQUES PRIMARIOS EN LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO

A. RESULTADOS EXPERIMENTALES

TRATAMIENTOS	Repeticiones				SUMA	MEDIA
	I	II	III	IV		
ATILLO	3000000000	3000000000	3000000000	3000000000	12000000000	3000000000
PALICTAHUA	3000000000	3000000000	3000000000	3000000000	12000000000	3000000000
MANBUELITA CHILLICAY	3000000000	3000000000	3000000000	3000000000	12000000000	3000000000
PROMEDIO	3000000000					
CV	0					

B. ANÁLISIS DE LA VARIANZA

ANÁLISIS DE VARIANZA DATOS REALES

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
TRATAMIENTOS	0,00	2	0,00	sd	sd
Error	0,00	9	0,00		
Total	0,00	11			
Cv	0				

ANÁLISIS DE VARIANZA DATOS AJUSTADOS

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
TRATAMIENTOS	0,00	2	0,00	sd	sd
Error	0,00	9	0,00		
Total	0,00	11			
Cv	0				

ANEXO L: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE AAB TOTALES OBTENIDOS A PARTIR DE SUELOS DE BOSQUES PRIMARIOS EN LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO

A. RESULTADOS EXPERIMENTALES

TRATAMIENTOS	Repeticiones				SUMA	MEDIA
	I	II	III	IV		
ATILLO	3000000000	3000000000	3000000000	3000000000	12000000000	3000000000
PALICTAHUA	3000000000	3000000000	3000000000	3000000000	12000000000	3000000000
MANBUELITA	3000000000	3000000000	3000000000	3000000000	12000000000	3000000000
CHILLICAY	3000000000	3000000000	3000000000	3000000000	12000000000	3000000000
PROMEDIO	3000000000					
CV		0				

B. ANÁLISIS DE LA VARIANZA

ANÁLISIS DE VARIANZA DATOS REALES

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
TRATAMIENTOS	0,00	2	0,00	sd	sd
Error	0,00	9	0,00		
Total	0,00	11			
Cv	0				

ANÁLISIS DE VARIANZA DATOS AJUSTADOS

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
TRATAMIENTOS	0,00	2	0,00	sd	sd
Error	0,00	9	0,00		
Total	0,00	11			
Cv	0				

ANEXO M: TABLA RESUMEN DE SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN LA PRUEBA DUNCAN

A. TABLA RESUMEN

	ATILLO		PALICTAHUA		MANUELITA CHILICAY		E.E	Prob
M. TOTALES	22,49	a	22,25	a	21,82	a	0,26	0,2497
LEVADURAS	22,64	a	23,92	b	21,37	c	0,23	0,0001
BACTERIAS ACILÁCTICAS	Igual		Igual		Igual			
BACTERIAS ACÉTICAS	Igual		Igual		Igual			



epoch

**Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje**

**UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL**

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 09 / 02 / 2023

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: Edison Gustavo Agualema Valdez
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: CIENCIAS PECUARIAS
Carrera: INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS
Título a optar: INGENIERO EN INDUSTRIAS PECUARIAS
f. responsable: Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz



0273-DBRA-UTP-2023