



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

CARRERA QUÍMICA

**“CARACTERIZACIÓN DEL ESTIÉRCOL DE VICUÑA EN LA
RESERVA FAUNÍSTICA CHIMBORAZO PARA FORMULAR UN
BIOFERTILIZANTE”**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

QUÍMICA

AUTORES: DOMÉNICA STEFANNYA SANTILLÁN VILLARREAL

VANESA DANIELA TAPIA CEVALLOS

DIRECTORA: Dra. MAGDY MILENI ECHEVERRÍA GUADALUPE. PhD

Riobamba – Ecuador

2022

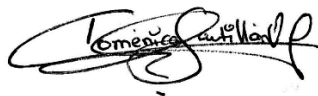
©2022, Doménica Sthefannya Santillán Villarreal & Vanesa Daniela Tapia Cevallos

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.

Nosotras, DOMÉNICA STHEFANNYA SANTILLÁN VILLARREAL y VANESA DANIELA TAPIA CEVALLOS declaramos que el presente Trabajo de Integración Curricular es de nuestra autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autoras asumimos 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, 01 de Julio de 2022



Doménica Sthefannya Santillán Villarreal

060432558-9

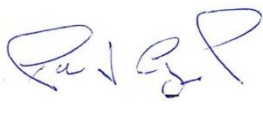

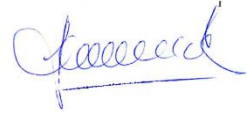


Vanesa Daniela Tapia Cevallos

055010966-4

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA QUÍMICA

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: el Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Proyecto de Investigación. “**CARACTERIZACIÓN DEL ESTIÉRCOL DE VICUÑA EN LA RESERVA FAUNÍSTICA CHIMBORAZO PARA FORMULAR UN BIOFERTILIZANTE**”, realizado por las señoritas **DOMÉNICA STHEFANNYA SANTILLÁN VILLARREAL** y **VANESA DANIELA TAPIA CEVALLOS**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Dr. Roberth Alcides Cazar Ramírez, MsC. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL	 _____	2022-07-01
Dra. Magdy Mileni Echeverría Guadalupe, PhD. DIRECTORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	 _____	2022-07-01
Ing. Norma Soledad Erazo Sandoval, PhD. MIEMBRO DEL TRIBUNAL	 _____	2022-07-01

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación va dedicado primero hacia Dios quien tiene todo perfectamente planeado para mi vida. A mi familia: Eduardo, Verónica y Jorddy, quienes han entregado su tiempo y esfuerzo para que hoy pueda cumplir el sueño de terminar la universidad y ser profesional, aparte de ser mis compañeros en esta aventura. A Anilú, por la motivación y apoyo en todas mis decisiones. A mamita Bachiz, que desde el cielo me acompaño en todo este camino y estuvo siempre presente en mi corazón y mente.

Doménica

Dedico con mucha alegría y llena de satisfacción a Dios y a mis dos ángeles que desde el cielo me cuidan y me guían siempre Rodrigo y Geovanny Cevallos. A mi familia, en especial a mis padres: Glenda y Daniel por ser mi motivación del día a día. A mi hija Valentina que con su corta edad me ha motivado a seguir adelante. En especial a Patricio Inca, que ha estado siempre apoyándome en todo momento y por darme valor en cada paso. Finalmente, a Fausto Inca Andino por ser un gran ejemplo a seguir y porque nunca faltaron sus palabras de aliento en el trascurso de mi camino estudiantil.

Vanesa

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por ser mi compañero en todo este camino universitario. A la madre Dolorosa que bajo su manto sagrado ha cuidado desde mi niñez. A mis padres: Eduardo y Verónica, quienes fueron mi ejemplo a seguir y me motivaron a seguir mis estudios hasta llegar a ser profesional; por su apoyo y amor incondicional. A mi hermano Jorddy, por ser mi compañero de vida día a día. A Anilú por apoyarme y animarme en todos los momentos difíciles. A mamita Bachiz que desde el cielo me cuida y me guía siempre. A Dani, mi compañera y amiga, que me permitió ser parte de este trabajo junto a ella y que gracias a ella se ha cumplido este sueño.

Doménica

Agradezco a Dios y a la Virgen del Cisne por darme la sabiduría, salud y paciencia necesaria para poder culminar mi carrera universitaria. A Rodrigo y Geovanny Cevallos que a pesar de no estar físicamente conmigo sé que desde el cielo me protegen en cada dificultad que se me presenta. A mi madre le agradezco por todo su amor, esfuerzo y sacrificio que ha realizado para que pueda terminar una etapa más en mi vida. Mi abuelita María, por su infinito cariño quien estuvo conmigo en todo momento y preocupándose siempre por mi bienestar. A mis tíos que son como mis hermanos les agradezco porque me han brindado su apoyo incondicional a lo largo de esta trayectoria Hipatia, Patricia y Fernando Cevallos. A mis hermanos Mateo y Gael por inspirarme en el alcance de mis objetivos.

A la familia Inca Ortiz, por apoyarme y abrirme las puertas de su hogar durante mi vida universitaria. A Patricio, le agradezco por estar conmigo en todo momento apoyándome, por tantas ayudas y tantos aportes en mi vida; eres mi inspiración y mi motivación. A Valentina que es mi motivación y mi energía para seguir adelante.

A mi amiga y compañera Doménica, con la cual día tras día nos esforzamos para lograr nuestro objetivo planteado.

Vanesa

Gratitud a nuestra tutora Dra. Magdy Echeverría por permitirnos desarrollar el trabajo de integración curricular en el grupo de Investigación GIDAC, y por transmitirnos su sabiduría, consejo y apoyo. A la Dra. Norma Erazo por su paciencia, consejos y conocimientos que fueron importantes para el desarrollo de este proyecto. De igual manera, al Ing. Franklin Cargua, Ing. Gabriela Rosero, Ing. Alex Guambo y a todos los miembros del grupo de investigación GIDAG.

Doménica & Vanesa

TABLA DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiv
ÍNDICE DE ABREVIATURAS	xv
RESUMEN	xvi
ABSTRACT.....	xvii
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1. MÁRCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	4
1.1. Antecedentes	4
1.2. Bases teóricas	5
1.2.1. <i>La vicuña</i>.....	5
1.2.1.1. <i>Organización social de la vicuña</i>.....	5
1.2.2. <i>Estiércol</i>	5
1.2.2.1. <i>Clases de estiércol</i>	6
1.2.2.2. <i>Composición del Estiércol</i>	7
1.2.2.3. <i>Actividad Microbiana</i>	8
1.2.3. <i>Propiedades del Estiércol</i>.....	8
1.2.3.1. <i>Propiedades Físicas</i>.....	8
1.2.3.2. <i>Propiedades Químicas</i>	10
1.2.3.3. <i>Propiedades Microbiológicas</i>	10
1.2.4. <i>Macro y microelementos</i>	11
1.2.4.1. <i>Carbono</i>.....	11
1.2.4.2. <i>Nitrógeno</i>	12
1.2.4.3. <i>Fósforo</i>	12
1.2.4.4. <i>Azufre</i>.....	12
1.2.4.5. <i>Potasio</i>.....	12
1.2.4.6. <i>Calcio</i>	13
1.2.4.7. <i>Magnesio</i>	13
1.2.4.8. <i>Sodio</i>.....	13
1.2.4.9. <i>Manganeso</i>.....	13
1.2.4.10. <i>Cobre</i>	14

1.2.4.11.	<i>Zinc</i>	14
1.2.5.	<i>Método JADAM</i>	14
1.3.	Bases conceptuales	14
1.3.1.	<i>Vicuña</i>	14
1.3.2.	<i>Estiércol de vicuña</i>	14
1.3.3.	<i>Fertilizante líquido</i>	15
1.3.4.	<i>Reserva de Producción de Fauna Chimborazo</i>	15
1.4.	Base Legal	15
1.4.1.	<i>Área Protegida</i>	15

CAPÍTULO II

2.	MARCO METODOLÓGICO	17
2.1.	Lugar de estudio	17
2.1.1.	<i>Ubicación</i>	17
2.1.2.	<i>Límites de Área de Estudio</i>	18
2.1.3.	<i>Altitud</i>	18
2.1.4.	<i>Condiciones Climáticas</i>	18
2.2.	Tipo de Investigación	18
2.3.	Diseño de Investigación	19
2.4.	Hipótesis	19
2.4.1.	<i>Hipótesis General</i>	19
2.4.2.	<i>Hipótesis Nula</i>	19
2.4.3.	<i>Hipótesis Alternativa</i>	19
2.5.	Variables	20
2.5.1.	<i>Variable dependiente</i>	20
2.5.2.	<i>Variable independiente</i>	20
2.6.	<i>Técnicas de recolección de datos</i>	20
2.7.	<i>Población de estudio</i>	20
2.8.	<i>Tamaño de muestra</i>	20
2.8.1.	<i>Selección de muestra (número de puntos monitoreo)</i>	21
2.9.	Fase de campo	23
2.10.	Fase de laboratorio	24

CAPÍTULO III

3. MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.	36
3.1. Determinación de propiedades fisicoquímicas del estiércol de vicuña.	36
3.1.1. Análisis de normalidad de las propiedades fisicoquímicas del estiércol de vicuña de la Zona 1 y Zona 2.	36
3.1.2. Análisis de T de Student para las medias de las propiedades fisicoquímicas del estiércol de vicuña en la Zona 1 y Zona 2.	37
3.1.3. Análisis de moda para el color del estiércol de la Zona 1 y Zona 2.	40
3.2. Determinación de propiedades microbiológicas del estiércol de vicuña.	40
3.2.1. Análisis estadístico de presencia de microorganismos entre la Zona 1 y Zona 2.	40
3.2.1.1. Cuantificación de las unidades formadoras de colonias presentes en cultivos de Agar Nutritivo (AN) en dilución de estiércol 10^{-4}.	40
3.2.1.2. Cuantificación de las unidades formadoras de colonias presentes en cultivos de Agar Nutritivo (AN) en dilución de estiércol 10^{-6}.	41
3.2.1.3. Análisis de normalidad de la cuantificación de unidades formadoras de colonias en Agar Papa Dextrosa (PDA) presentes en dilución 10^{-4} entre la Zona 1 (San Juan) y Zona 2 (Pilahuín).	42
3.2.1.4. Análisis de T de Student para la cuantificación de las unidades formadoras de colonias presentes en dilución 10^{-4} sobre Agar Papa Dextrosa (PDA) entre la Zona 1 (San Juan) y Zona 2 (Pilahuín).	43
3.2.1.5. Análisis de normalidad de la cuantificación de las unidades formadoras de colonias en Agar Papa Dextrosa (PDA) presentes en dilución 10^{-6} entre la Zona 1 (San Juan) y Zona 2 (Pilahuín).	44
3.2.1.6. Análisis de T de Student para las medias de la cuantificación de las unidades formadoras de colonias presentes en Agar Papa Dextrosa (PDA) en dilución 10^{-6} entre la Zona 1 (San Juan) y Zona 2 (Pilahuín).	44
3.2.1.7. Análisis de la cuantificación de unidades formadoras de colonias en Agar Avena (AA) presentes la Zona 1.	45
3.2.2. Caracterización de la diversidad microbiana asociada en el estiércol de vicuña.	48
3.2.2.1. Diversidad microbiana.	48
3.2.3. Análisis estadístico del desarrollo de crecimiento de raíces y tallos de plántulas de rábano (<i>Raphanus sativus</i>) crecidas en cajas de Petri con cultivos puros de diferentes microorganismos según la zona de estudio.	50
3.2.3.1. Desarrollo del tallo en plántulas de rábano (<i>Raphanus sativus</i>) crecidas en cajas de Petri con cultivos puros de hongos, bacterias y actinomicetos de la Zona 1 (San Juan).	50

3.2.3.2.	<i>Desarrollo del tallo en plántulas de rábano (Raphanus sativus) crecidas en cajas de Petri con cultivos puros de hongos y bacterias de la Zona 2 (Pilahuín).</i>	50
3.2.3.3.	<i>Desarrollo del sistema radicular en plántulas de rábano (Raphanus sativus) crecidas en cajas de Petri con cultivos puros de hongos, bacterias y actinomicetos de la Zona 1 (San Juan).</i>	51
3.2.3.4.	<i>Desarrollo del sistema radicular en plántulas de rábano (Raphanus sativus) crecidas en cajas de Petri con cultivos puros de hongos y bacterias de la Zona 2 (Pilahuín).</i>	52
3.3.	Cuantificación de macro y microelementos del estiércol de vicuña.	52
3.3.1.	<i>Análisis de normalidad de macro y microelementos presentes en las muestras de estiércol de vicuña en la Zona 1 (San Juan) y Zona 2 (Pilahuín).</i>	53
3.3.2.	<i>Análisis de T de Student para las medias de los macro y microelementos presentes en el estiércol de vicuña de la Zona 1 y Zona 2.</i>	54
3.3.3.	<i>Relación C/N.</i>	56
3.4.	Análisis comparativo del estiércol de vicuña frente a otras especies de interés agrícola.	56
3.5.	Formulación de biofertilizante líquido con estiércol de vicuña.	58
CONCLUSIONES		62
RECOMENDACIONES		63
GLOSARIO		
BIBLIOGRAFÍA		
ANEXOS		

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1: Composición de NPK De los Principales abonos orgánicos.	6
Tabla 2-1: Densidad de diferentes tipos de estiércol.	9
Tabla 1-2: Tamaño de muestra.	21
Tabla 2-2: Localización de la Zona 1.	22
Tabla 3-2: Localización de la Zona 2.	22
Tabla 1-3: Prueba de hipótesis de Shapiro-Wilk para determinar la normalidad en datos de la Zona 1 y Zona 2.	36
Tabla 2-3: Prueba T de Student para la determinación de diferencias significativas entre las medias de la Zona 1 y Zona 2.	37
Tabla 3-3: Tabla de resumen de medias de las pruebas fisicoquímicas del estiércol de vicuña en la Zona 1 y Zona 2.	39
Tabla 4-3: Color del estiércol de vicuña en sistema de notación y color de Munsell.	40
Tabla 5-3: Prueba de hipótesis de Shapiro-Wilk para determinar la normalidad en valores de unidades formadoras de colonias presentes dilución de estiércol 10^{-4} entre muestras de la Zona 1 (San Juan) y Zona 2 (Pilahuín).	42
Tabla 6-3: Prueba T de Student para medias de unidades formadoras de colonias presentes en Agar Papa Dextrosa en dilución 10^{-4} en las muestras de Zona 1 (San Juan) y Zona 2 (Pilahuín).	43
Tabla 7-3: Prueba de hipótesis de Shapiro-Wilk para determinar la normalidad en valores de unidades formadoras de colonias presentes dilución de estiércol 10^{-6} entre muestras de la Zona 1 (San Juan) y Zona 2 (Pilahuín).	44
Tabla 8-3: Prueba T de Student para medias de unidades formadoras de colonias presentes en Agar Papa Dextrosa en dilución 10^{-6} en las muestras de Zona 1 (San Juan) y Zona 2 (Pilahuín).	44
Tabla 9-3: Análisis descriptivo de las unidades formadoras de colonias presentes en Agar Avena en la dilución de 10^{-4}	45
Tabla 10-3: Análisis descriptivo de las unidades formadoras de colonias presentes en Agar Avena en la dilución de 10^{-6}	47
Tabla 11-3: Unidades formadoras de colonias en la dilución 10^{-4} en la Zona 1 (San Juan) y Zona 2 (Pilahuín).	48
Tabla 12-3: Cuantificación de unidades formadoras de colonias en la dilución 10^{-6} en la Zona 1 (San Juan) y Zona 2 (Pilahuín).	49
Tabla 13-3: Análisis de Varianza de la longitud de tallos de plántulas de rábano (<i>Raphanus sativus</i>) en presencia de microorganismos de la Zona 1 (San Juan).	50

Tabla 14-3: Análisis de Varianza de la longitud de tallos de plántulas de rábano (<i>Raphanus sativus</i>) en presencia de microorganismos de la Zona 2 (Pilahuín).	51
Tabla 15-3: Análisis de Varianza de la longitud de raíces de plántulas de rábano (<i>Raphanus sativus</i>) en presencia de microorganismos de la Zona 1 (San Juan).	51
Tabla 16-3: Análisis de Varianza de la longitud de raíces de plántulas de rábano (<i>Raphanus sativus</i>) en presencia de microorganismos de la Zona 2 (Pilahuín).	52
Tabla 17-3: Prueba de hipótesis de Shapiro-Wilk para determinar la normalidad en datos de la Zona 1 (San Juan) y Zona 2 (Pilahuín).	53
Tabla 18-3: Prueba T de Student para la determinación de diferencias significativas entre las medias de los macro y microelementos del estiércol de la Zona 1 (San Juan) y Zona 2 (Pilahuín).	54
Tabla 19-3: Tabla de resumen de medias de macro y microelementos presentes en el estiércol de vicuña en la Zona 1 y Zona 2.	55
Tabla 20-3: Composición de NPK de los principales abonos orgánicos.	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-2: Ubicación geográfica de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo (Zona de estudio San Juan y Pilahuín).	17
Figura 2-2: Mapa de monitoreo de las coordenadas de las muestras recolectadas.	21
Figura 1-3: Comparación de la cantidad de UFC de bacterias entre Zona 1 y Zona 2.....	41
Figura 2-3: Comparación de la cantidad de UFC de bacterias entre Zona 1 y Zona 2.....	42
Figura 3-3: UFC de actinomicetos en dilución 10^{-4} en la Zona 1 (San Juan).	46
Figura 4-3: UFC de actinomicetos en dilución 10^{-6} en la Zona 1 (San Juan).	48
Figura 5-3: Comparación de la cantidad de C y N por Zona.	56
Figura 6-3: Porcentaje de nutrientes de los estiércoles de diferentes especies de interés agrícola	57

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-2: Recolección del estiércol de vicuña en la RPFCh.	24
Gráfico 2-2: Medición de pH y conductividad eléctrica.	25
Gráfico 3-2: Medición de color.	25
Gráfico 4-2: Tamizaje.	26
Gráfico 5-2: Colocación de crisoles en la mufla.	27
Gráfico 6-2: Colocación de las muestras en la estufa.	28
Gráfico 7-2: Colocación de los medios de cultivo en las cajas de Petri.	30
Gráfico 8-2: Siembra de microorganismos en diferentes medios de cultivo.	31
Gráfico 9-2: Conteo de bacterias, hongos y actinomicetos.	31
Gráfico 10-2: Caracterización morfológica.	32
Gráfico 11-2: Cajas de Petri con los medios de cultivos puros.	33
Gráfico 12-2: Germinación de semillas de rábano (<i>Raphanus sativus</i>)	34
Gráfico 13-2: Inoculación de semillas de rábano (<i>Raphanus sativus</i>) germinadas.	35
Gráfico 14-2: Fabricación del biofertilizante.	35

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: RECONOCIMIENTO DE LAS ZONAS DE TOMA DE MUESTRAS.

ANEXO B: TOMA DE MUESTRAS EN EL CAMPO

ANEXO C: ACTIVIDADES EN EL LABORATORIO GIDAC- ESPOCH.

ANEXO D: ACTIVIDADES EN EL LABORATORIO RECURSOS NATURALES- ESPOCH

ANEXO E: RESULTADOS DEL BIOFERTILIZANTE

ANEXO F: CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE LOS MICROORGANISMOS
PRESENTES EN LAS MUESTRAS DE ESTIÉRCOL DE VICUÑA

ANEXO G: CRECIMIENTO DE TALLOS Y RAÍCES DE RÁBANO (*Raphanus sativus*)

ANEXO H: RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA

ANEXO I: RESULTADOS DE LA CUANTIFICACIÓN DE MACRO Y
MICROELEMENTOS

ANEXO J: RESULTADOS BIONIKA LABS

ANEXO K: REPORTE URKUND

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

AA:	Agar Avena
AN:	Agar Nutritivo
AOAC:	Association of Analytical Communities
C:	Carbono
CE:	Conductividad Eléctrica
C/N:	Relación Carbono/Nitrógeno
COT:	Carbono Orgánico Total
ESPOCH:	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo
GIDAC:	Grupo de Investigación y Desarrollo para el Medio Ambiente y Cambio Climático
K:	Potasio
LOI:	Loss On Ignition (Pérdida de por Ignición)
MAE:	Ministerio del Ambiente del Ecuador
MO:	Materia Orgánica
MV:	Muestra de Vicuña
m.s.n.m:	Metros Sobre Nivel del Mar
N:	Nitrógeno
n:	Tamaño de muestra
P:	Fósforo
PDA:	Potato Dextrose Agar (Agar Papa Dextrosa)
pH:	Potencial de hidrógeno
RPFCh:	Reserva de Producción Fauna Chimborazo
SPSS:	Statistical Package for the Social Sciences
UFC:	Unidades Formadoras de Colonias

RESUMEN

La finalidad de esta investigación fue caracterizar fisicoquímica (pH, conductividad eléctrica, carbono orgánico, color, humedad y macro y microelementos) y microbiológicamente (recuento en placa de microorganismos, caracterización morfológica colonial, y promoción de crecimiento radicular de semillas de rábano (*Raphanus sativus*)) el estiércol de la vicuña (*Vicugna vicugna mensalis*) en la Reserva de producción de Fauna Chimborazo para formular un biofertilizante líquido. Con la caracterización del estiércol de la vicuña se pudo generar un biofertilizante que sea amigable con el medio ambiente y así aportar al desarrollo y bienestar económico a las comunidades cercanas de la Reserva de producción Fauna Chimborazo (RPFCh). El área total de estudio fue de 26.199 ha correspondiente a las parroquias de San Juan (Zona 1) y Pilahuín (Zona 2), donde se recolectaron 16 muestras homogéneas entre la parte superficial y profunda de las mismas (protocolo GIDAG). Las muestras fueron llevadas al laboratorio de Investigación y Desarrollo Ambiental para analizarlas siguiendo los protocolos del grupo de investigación. Para el análisis de los datos se utilizó el software estadístico Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) para comparar las medias de los factores analizados entre la Zona 1 y Zona 2. Se concluyó que las muestras recolectadas de estiércol de la vicuña de la RPFCh presentaron características fisicoquímicas y microbiológicas adecuadas para ser aplicadas sobre los cultivos, por lo que pudo ser utilizado en la formulación de un biofertilizante por los altos porcentajes de nitrógeno, fósforo, y potasio que este presentaba, lo cual es primordial para la nutrición y enriquecimiento de plantas y suelos. Sin embargo, se recomienda realizar un estudio metagenómico de los microorganismos presentes en el estiércol de vicuña para poder dar un tratamiento a los microorganismos patógenos que provoquen daños en los cultivos y problemas de salud en humanos.

Palabras clave: <VICUÑA (*Vicugna vicugna mensalis*) >, <ESTIÉRCOL DE VICUÑA >, <BIOFERTILIZANTE LÍQUIDO >, <RESERVA DE PRODUCCIÓN DE FAUNA CHIMBORAZO (RPFCh)>, <MICROORGANISMOS>.



1443-DBRA-UTP-2022

ABSTRACT

The purpose of this research was to characterize physicochemistry (pH, electrical conductivity, organic carbon, color, humidity and macro and microelements) and microbiologically (plate count of microorganisms, colonial morphological characterization, and promotion of root growth of radish seeds (*Raphanus sativus*) vicuña manure (*Vicugna vicugna mensalis*)) in the Chimborazo Fauna Production Reserve to formulate a liquid biofertilizer. With the characterization of the vicuña manure, it was possible to generate a biofertilizer that is friendly to the environment and contribute to the development and economic well-being of the nearby communities of the Fauna Chimborazo Production Reserve (RPFCh). The total study area was 26,199 corresponding to the parishes of San Juan (Zone 1) and Pilahuín (Zone 2), where 16 homogeneous samples were collected between the superficial and deep part of them (GIDAG protocol). The samples were taken to the Environmental Research and Development laboratory to be analyzed following the protocols of the research group. For the analysis of the data, the statistical software Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) was used to compare the measurements of the factors analyzed between Zone 1 and Zone 2. It was concluded that the samples collected from vicuña manure from the RPFCh presented physicochemical and microbiological characteristics suitable to be applied on crops, so it could be used in the formulation of a biofertilizer due to the high percentages of nitrogen, phosphorus, and potassium that it presented, it is recommended to achieve a metagenomic study of the microorganisms present in vicuña manure to be able to give a treatment to the microorganisms pathogens that cause crop damage and health problems in humans.

Keywords: <VICUNA (*Vicugna vicugna mensalis*)>, <VICUNA MANURE>, <LIQUID BIOFERTILIZER>, <CHIMBORAZO FAUNA PRODUCTION RESERVE (RPFCH)>, <MICROORGANISMS>.

EDISON Firmado
digitalmente
por EDISON
RENATO RUIZ
LOPEZ
Fecha:
2022.07.11
22:01:13 -05'00'

INTRODUCCIÓN

La vicuña es una especie reintroducida al Ecuador desde Perú y Bolivia, siendo la subespecie vicuña norteña (*Vicugna vicugna mensalis*) la cual reside ahora en las faldas del Chimborazo. La importancia de tener esta especie como objeto de conservación, se debe a la fibra blanca que es de interés económico, sin embargo, en algunos casos se permite capturarlas para la obtención de su fibra con la condición de ser liberadas a su medio tras ser esquiladas (Morales y Rodríguez, pp. 12-13).

Debido a que no se han determinado otros propósitos de uso de esta especie, se ha considerado el potencial de sus residuos, como en este caso el estiércol de vicuña, debido a las características que presentan, considerando el manejo integral que permita generar un producto científicamente comprobado, mismo que transformado en un biofertilizante, tiene el potencial de convertirse en un potencial producto que genere desarrollo, económico a las comunidades, de la mano con el uso sustentable.

El presente estudio se enfoca al análisis del estiércol de la vicuña en dos ecosistemas de herbazal: Herbazal Inundable de Páramo y Herbazal Ultra húmedo de Páramo; con la finalidad de caracterizar sus propiedades, efectos, variabilidad y condiciones de los medios donde fueron estudiados. De los 21 puntos de monitoreo de presencia de vicuñas, se escogieron 16 puntos para la recolección del estiércol, formando muestras compuestas, se realizó una caracterización fisicoquímica y microbiológica para aprovechar sus cualidades incorporándolo en el biofertilizante líquido de JADAM.

Planteamiento del Problema

El análisis de las propiedades del estiércol de la vicuña establecerá un beneficio en las comunidades presentes en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo el cual genera un manejo sostenible del suelo en las zonas de la reserva.

La vicuña es una especie que crea estercoleras que sirven para definir su territorio, sin embargo, al ser una especie reintroducida y al no tener conocimiento sobre las propiedades de los subproductos que estas generen, se pueden producir daños en el ecosistema si no existe un manejo controlado de su población.

El desconocimiento de las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del estiércol de la vicuña se ve representado en un desaprovechando sus cualidades en caso de que este residuo orgánico presente características óptimas para su uso como biofertilizante.

Por lo cual se formula la siguiente pregunta:

¿Cuáles son las características fisicoquímicas y microbiológicas del estiércol de la vicuña en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo, para formular un biofertilizante líquido?

Justificación

La importancia de la caracterización del estiércol de la vicuña radica en la producción de un biofertilizante que sea aprovechado por las personas que viven en las comunidades cercanas a la Reserva de Producción Fauna Chimborazo, ya sea por la venta o utilización del producto en sus propios cultivos.

Las vicuñas al ser una especie reintroducida, se debe realizar un monitoreo constante de dichos animales para mantener un equilibrio en el ecosistema. El término “capacidad de carga” indica el número máximo de animales que debe haber en una zona donde se alimentan y que esto no genere daños en los recursos naturales (Morales y Rodríguez, p. 28). Así mismo, el estudio del estiércol de la vicuña generará información que será utilizada con el fin de darle una utilidad al desecho natural que estos generan en caso de presentar buenas cualidades para su uso, caso contrario la información podrá ser de utilidad para darle un manejo integral.

El propósito de este estudio es realizar una caracterización de las estercoleras en el estrato del herbazal del páramo en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo, mediante métodos de recolección *in situ* y análisis de laboratorio en la ESPOCH.

El presente trabajo de investigación se desarrolla en el proyecto Medios de Vida como Estrategia para la Planificación y Gestión en la Adaptación Basada en Ecosistemas - PACHA del Grupo de Investigación y Desarrollo para el Ambiente y Cambio el Climático (GIDAC) de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH).

Objetivos

Objetivo General

Caracterizar fisicoquímica y microbiológicamente el estiércol de la vicuña (*Vicugna vicugna mensalis*) en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo para formular un biofertilizante líquido.

Objetivos Específicos

- Determinar las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del estiércol de la vicuña
- Cuantificar el contenido de macro y microelementos en el estiércol de las vicuñas
- Establecer un análisis comparativo del estiércol de la vicuña frente a otras especies de aprovechamiento agrícola
- Formular un biofertilizante líquido que contenga estiércol de vicuña

CAPÍTULO I

1. MÁRCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Antecedentes

La vicuña (*Vicugna vicugna*) es una especie que habita en los Andes, propia de los ecosistemas de altura que cumple el rol de herbívoro dentro de la cadena alimenticia. Por lo cual presenta adaptaciones fisiológicas y etológicas para el uso de la vegetación de los páramos. La vicuña con la ayuda de su labio superior que por su forma permite escoger y cortar las hojas sin desraizar las plantas tal y como sucede con el ganado ovino y bovino. Es capaz de metabolizar pastos duros. Presenta almohadilla en las patas lo que evita la compactación (CITES, 2013; citado en Caranqui y Pino, 2015, p.1).

Afortunadamente esta especie recién se está recuperando después de 500 años de mal manejo con fines comerciales. Esta especie puede ser un ejemplo del manejo sostenible en caso de seguir siendo una especie de prioridad en los ecosistemas andinos (Laker et al., 2006, p.12).

El estiércol de las vicuñas al tener contacto directo con el suelo es un elemento importante en el sustento de la fertilidad. En Bolivia el estiércol de vicuña se distribuye a lo largo del Altiplano, entre los paralelos 14°40' y 22°50' Lat. S., cubriendo una faja Altitudinal entre los 3600 y 4800 m.s.n.m. aproximadamente (Villalba, 1992; citado en Blanco, 2013, p.2).

Los biofertilizantes como el estiércol son fuente de elementos nutritivos como son los macronutrientes (nitrógeno, fósforo y potasio), micronutrientes (boro, molibdeno, cloro, hierro, cobre, zinc, manganeso, boro) y microorganismos que cooperan al desarrollo y crecimiento de la planta, como también favorecen con un efecto en la mejor de las propiedades físicas químicas y biológicas del suelo (Gros, 1986; citado en Blanco, 2013, p.13).

Los microorganismos son los responsables de la descomposición natural de la materia orgánica, obteniéndose como resultado el abono orgánico, mismo que presenta beneficios como la aportación de nutrientes al suelo siendo este un ambiente adecuado para el crecimiento de plantas (Libers, 2012; citado en Ramos y Terry, p. 53).

La finalidad de este estudio es aportar con información sobre las características del estiércol de la vicuña (*Vicugna vicugna mensalis*) para formular un biofertilizante líquido realizado por el método JADAM que contenga estiércol de vicuña.

1.2. Bases teóricas

1.2.1. La vicuña

Según Solís (2000; citado en Chambilla, 2010, p.6), la vicuña es la especie más pequeña de la familia de los camélidos sudamericanos, tiene las mismas características morfológicas que los otros. Posee un pelo largo y mechones finísimo, de color canela, algo rubio, menos en el pecho y vientre, que es blanco; muy resistente a la tracción. La vicuña posee menor pelaje que la alpaca; sin embargo, la vicuña es la más valorada por la industria textil. Menciona también que es el más valioso de los camélidos andinos, debido a su calidad de su fibra, cuya finura y suavidad son comparables a la seda natural, pero presenta características de durabilidad y rareza.

1.2.1.1. Organización social de la vicuña

Bonacic (2004; citado en Chambilla, 2010, p.9), indica que la vicuña es un animal social y se encuentra normalmente en manadas, difícilmente se la encuentra sola. Las vicuñas presentan características territoriales, presentan organizaciones sociales basadas en manadas familiares o manadas de solteros y dicha distribución es inconstante.

Los grupos familiares se componen de un macho dominante que establece y conserva un territorio durante todo el año. El tamaño del territorio varía según la calidad de los pastos y de otros recursos (Bonacic, 2004; citado en Chambilla, 2010, p.9)

1.2.2. Estiércol

Son los excrementos de animales que se los utiliza para la fertilización de suelos, se componen de heces, orina y en muchos casos de paja y heno. El nitrógeno que compone a este material orgánico es menos estable que el nitrógeno presente en fertilizantes sintéticos por lo que no se encuentra disponible en el suelo por un gran periodo de tiempo. Sin embargo, es rico en N, P, K y materia orgánica, generando elevada fertilidad en el suelo, alta absorción y retención de agua (SEMTA, 1989 y Guerrero, 1993; citado en Luque, 2013, p.16).

En cuanto a su valor depende del tipo de animal, la calidad de la dieta, la variedad y la cantidad de cobertura usada, la manera en que es almacenado y aplicado. Debido a la presencia del sol y lluvia constante, el estiércol reduce drásticamente su valor como nutriente (Sánchez, 2003; citado en Luque, 2013, p.16).

1.2.2.1. Clases de estiércol

Según Baeyens (1970; citado en Luque, 2013, p.16) existen dos clases de estiércol totalmente diferentes: el estiércol frío (vacuno) y el estiércol caliente (equino, ovino y aves de corral). Los estiércoles fríos tienen una labor mucho más lenta pero duradera, su utilización es favorecida para suelos ligeros (arenosos); por otro lado, los estiércoles calientes se usan para los suelos pesados (arcillosos), porque calientan el suelo favoreciendo de esta forma el crecimiento de la planta gracias a una mineralización más rápida.

- *Estiércol de vicuña*

El estiércol de vicuña es la principal fuente de abono orgánico y su adecuado manejo es una excelente alternativa para ofrecer nutrientes a las plantas y a la vez optimizar las características físicas y químicas del suelo (INIA, 2006; citado en Rojas, 2015, p.18).

El estiércol de vicuña presenta un porcentaje de humedad del 65%, nitrógeno de 3.62%, fósforo de 2.00% y potasio de 1.31% (Bizzozero, 2006, p.45).

Tabla 1-1: Composición de NPK De los Principales abonos orgánicos.

ESTIÉRCOL	NITRÓGENO (%)	FÓSFORO (%)	POTASIO (%)
VACA	1.67	1.08	0.56
CABALLO	2.31	1.15	0.13
OVEJA	3.81	1.63	1.25
CUY	1.91	0.98	2.15
VICUÑA	3.62	2.00	1.31
CERDO	3.73	4.52	2.89
GALLINA	6.11	5.21	3.20

Fuente: Bizzozero, 2006, p.45

Realizado por: Santillán, Doménica; Tapia, Vanesa; 2022. (GIDAC)

- *Estiércol de gallina*

El estiércol de gallina es utilizado como abono porque presenta altos contenidos de nutrientes lo cual resulta en una gran eficiencia productiva y alto rendimiento tecnológico en la agricultura. Sin embargo, el agua, suelo y aire resultan afectados por los olores, lixiviados, patógenos, colmatación de suelos, entre otros (Carhuancho et al, 2012, p.1).

Según Carhuancho et al (2012, p.6), en la caracterización realizada a tres sustratos de gallinaza obtuvo valores de: pH: 6.2 a 6.5; conductividad en dS/m: 16.40 a 18.30; porcentaje de humedad:

40.30 a 60.88%; materia orgánica: 54.66 a 66.72%; carbono orgánico: 31.71 a 38.70%; nitrógeno: 3.23 a 3.37; relación C/N: 9.79 a 11.48; potasio (K₂O): 2.58 a 3.14%; fósforo (P₂O₅): 4.77 a 4.94% Para Ludeña et al (2012, p. 36), el estiércol de gallina contiene un porcentaje de nitrógeno total de 6.11%; fósforo (P₂O₅): 5.21%; potasio (K₂O): 3.20 %; sin embargo, el mismo autor aclara que no hay información sobre los porcentajes de cobre (CuO), magnesio (MgO) y azufre (SO₄).

- *Estiércol de oveja*

Existen algunas ventajas que se logra con la incorporación del estiércol de oveja, como es el aporte de nutrientes, sus propiedades oscilan entre las del estiércol bovino y la gallinaza; es el estiércol de riquezas más elevadas en N y K₂O a diferencia de los demás animales. Existe una consecuencia sobre la estructura del suelo que es mediano, la persistencia es de tres años, mineralizándose alrededor del 50% el primer año, 35% el segundo año y el 15% el tercer año (De León, 2001; citado en Luque, 2013, p.17).

Debido que el estiércol de oveja presenta buenas cualidades, es manipulado en la producción de quinua, varía acorde a la zona, tipo de ganado, alimentación y edad entre otros, modificando el contenido de nitrógeno total entre 1,4 a 0,94% (Fautapo, 2008; citado en Miranda et al., 2017, p. 92). Según Osco (2007; citado en Miranda et al., 2017, p. 93), las valoraciones de estiércol de ganado ovino mostraron un contenido de nitrógeno total de 0,55 a 1,95%; 0,01 a 0,31% de fósforo y entre 0,15 a 1,26% de potasio.

- *Estiércol de cuy*

Este tipo de estiércol es utilizado para mejorar las propiedades del suelo y también como abono orgánico ya que presenta un alto contenido de nutrientes en especial respecto a los microelementos (Farfán, 2021, pp.97-101). El compost de estiércol de cuy desarrollado en la investigación de Farfán (2021, pp.97-101) presenta un contenido total de nitrógeno de: 1.11%; fósforo (P₂O₅): 0.47%; potasio (K₂O): 0.84%; calcio (CaO): 5.49%; magnesio (MgO): 0.55%. El estiércol de cuy tiene un contenido total de nitrógeno de: 0.60%; fósforo (P₂O₅): 0.03%; potasio (K₂O): 0.18%; cobre (CuO): 0.55%; magnesio (MgO): 0.16%; azufre (SO₄): 0.10%. (Ludeña et al., 2012, p. 36)

1.2.2.2. Composición del Estiércol

En tres tipos de estiércol, sea bovino, ovino y camélido, en el análisis físico químico nos indican que el estiércol de bovino tiene altos niveles de nitrógeno, fósforo y potasio total en comparación con el estiércol de ovino y camélido (Cepeda, 1991; citado en Luque, 2013, p.17).

Desde otra perspectiva, es importante indicar que Fink (1995; citado en Luque, 2013, p.17), valoró el efecto del estiércol y el abastecimiento de los tres principales elementos (N, P y K) en un suelo arenoso mediante el uso de la técnica del elemento faltante y logró encontrar un incremento de 31, 121 y 21 % para el N, P y K respectivamente.

1.2.2.3. Actividad Microbiana

Es aquella actividad del conjunto de microorganismos que se encuentran presentes en el estiércol, donde se efectúa un proceso de descomposición de la materia orgánica y da como efecto la producción de dióxido de carbono. Una buena actividad puede ser el reflejo de excelentes condiciones tanto físicas y químicas que permitan el crecimiento de los procesos metabólicos de hongos, bacterias y actinomicetos (Melgares de Aguilar et al., 2002; citado en Morales, 2020, p.7).

1.2.3. Propiedades del Estiércol

1.2.3.1. Propiedades Físicas

Son muy importantes al igual que las químicas, en el comportamiento del estiércol. En donde estas propiedades con el pasar del tiempo hacen que se establezca funciones y usos del estiércol, por lo cual, estas reflejan muchas más posibilidades de cambiar que los defectos químicos (Duche y Llugsa, 2020, p.17).

- Humedad

Es aquel contenido de vapor de agua presente en el estiércol, donde puede variar dependiendo si el estiércol se encuentra fresco o un poco fermentado entre 50 y 80% según sus condiciones (Buckman et al., 1997; citado en Parra, 2008, p.9).

- Color

El color del estiércol de las vicuñas depende del tipo de alimento que consuman, por lo general tiende hacer un color oscuro, el color influye de manera directa con la temperatura por la absorción de radiación que permite absorber con facilidad los nutrientes (Macedo, 2015, p. 13).

- *Temperatura*

La temperatura del estiércol se ve directamente involucrado en la absorción de los nutrientes, puesto que, el color oscuro que este presenta da la capacidad de absorber de radiación solar haciendo que la temperatura se mantenga y exista una fácil absorción de nutrientes. (Arévalo y Castellanos, 2011, p.33).

- *Capacidad de retención de agua*

La capacidad de retención de agua (CRA) es un parámetro importante para el proceso de estabilidad ya que permite la retención temporal del agua y su posterior liberación por lixiviación o evaporación. El estiércol de vicuña puede alcanzar valores entre 1 a 0,42 ml/g⁻¹. La CRA en el material estabilizado puede suceder debido a la pérdida de la materia orgánica biodegradada por lavados (Tellez et al.,2019, p.27).

- *Densidad*

La densidad de los estiércoles sólidos depende del contenido de agua que estos posean, también del grado de maduración y de otros factores (Orús et al., 2010, p.6). En la tabla 2-1 se muestra un resumen de la densidad que presenta el estiércol de algunas especies de interés agrícola.

Tabla 2-1: Densidad de diferentes tipos de estiércol.

ESPECIE	DENSIDAD DEL ESTIÉRCOL (t/m³)
VACUNO LECHE	0.8
BOVINO CARE	0.8
PORCINO	0.8
OVINO	0.8
CAPRINO	0.8
CUNÍCOLA	0.75
ÉQUIDOS	0.8
AVES	0.5 a 0.9

Fuente: Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya, 2019

Realizado por: Santillán, Doménica; Tapia, Vanesa; 2022. (GIDAC)

1.2.3.2. Propiedades Químicas

Son aquellas que consienten en reconocer cuales son las cualidades del estiércol, donde suceden reacciones o cambios que alteran la composición y la actividad del estiércol (Duche y Llugsa, 2020, p.17).

- pH

Potencial de hidrógeno, es el logaritmo negativo de la concentración de iones hidrógeno. Sirve para determinar la acidez o alcalinidad de una solución $\text{pH} = -\log_{10} [\text{H}^+]$ (Vázquez y Rojo, 2016, p.11). Según Luna (2018, p.29), el pH que presenta el estiércol de los camélidos es de 7.9, siendo este un valor de pH básico.

- Conductividad eléctrica

Es la cuantificación de la capacidad del agua para transportar corriente eléctrica. Los siemens por metro (S/m) son las unidades utilizadas en el Sistema Internacional de Unidades, aunque por sus bajos valores, se utiliza $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Solís et al., 2018, pp. 36-37). Uruchi (2018, p.5), señala que el humus obtenido del estiércol de camélido presenta una conductividad eléctrica de $1407\mu\text{S}/\text{cm}$.

- Relación C/N

La relación C/N sirve para conocer si la tasa de mineralización es buena ya que este ayuda con la proliferación de microorganismos que generan materia orgánica (Gamarra et al., 2018, p. 22).

Debe haber una relación equilibrada entre estos dos elementos, por ello la relación debe mantenerse entre 25 a 35 partes de carbono por 1 de nitrógeno; en caso de tener valores altos respecto a la relación, se disminuye la actividad biológica puesto que se pierde el nitrógeno en forma de amoníaco (Picado y Añasco, 2005, p.19).

1.2.3.3. Propiedades Microbiológicas

La microbiología es la ciencia que estudia los organismos que son excesivamente pequeños denominados microorganismos, tiene la finalidad de caracterizarlos según sus propiedades, formas y funciones. (Stanier et al., 2005, p. 1).

- *Bacterias*

A diferencia de la gran mayoría de los organismos superiores, las bacterias presentes en el estiércol tienen que enfrentar y soportar condiciones ambientales cambiantes e impredecibles, y en muchas ocasiones hostiles; para sobrevivir a esto, han desarrollado una sofisticada y compleja protección que a la vez permite de manera selectiva el tránsito de los nutrientes que se encuentran en el exterior y de los productos de desecho desde el interior (Sánchez et al., 2017, pp. 11-12).

- *Hongos*

Varios hongos, incluidos los patógenos animales y vegetales, perduran en buenas condiciones y se dispersan naturalmente en el estiércol animal. Las enzimas que se hallan en el estiércol pueden activar algunas esporas de hongos en reposo. La aplicación de estiércol no compostado a los campos de producción de cultivos puede resultar en un aumento de las enfermedades de los cultivos (Sánchez et al., 2017, p.11).

- *Actinomicetos*

Son bacterias filamentosas, Gram positivas, que están ampliamente distribuidas en el medio ambiente, son abundantes y cosmopolitas en cualquier ambiente: lagos, ríos, suelo y estiércol de animales y aves, también se ha reportado el crecimiento de dichos microorganismos a temperaturas entre 10.2°C y 2.5°C (González, 2010, pp.1-4).

1.2.4. Macro y microelementos

1.2.4.1. Carbono

Elemento químico primordial en los compuestos de naturaleza orgánica, este elemento circula entre la atmósfera, el suelo y el subsuelo, se encuentra relacionado con la descomposición de la biomasa por la acción microbiana. El carbono presenta varios ciclos donde el carbono del suelo regresa a la atmósfera por mineralización de este o se transforma a carbonato cuando es conducido por ríos hasta llegar al mar. (Burbano, 2018, p.85). El carbono orgánico es indispensable para el crecimiento de plantas, las aplicaciones de abonos orgánicos influyen en la mineralización e inmovilización del carbono (C) y N de la materia orgánica del suelo, para apoyar la producción de los cultivos y mantener la calidad del suelo (Mohanty et al., 2013; citado en Benedicto et al., 2019, p.514).

1.2.4.2. Nitrógeno

En excrementos sólidos el nitrógeno se vuelve asimilable luego de la mineralización, sin embargo, en segregaciones líquidas estas penetran directamente en las plantas. Las plantas y los microorganismos toman las sustancias nitrogenadas del estiércol de manera directa en forma de nitrógeno amoniacal (Maceda, 2015, p.14). Según Bizzozero (2006, p.45), el estiércol de vicuña presenta un porcentaje de nitrógeno del 3.62%

1.2.4.3. Fósforo

El fósforo presente en los estiércoles presenta poca fijación en el suelo por la influencia protectora de las sustancias orgánicas de las mismas, presentando mayor fijación los estiércoles minerales (Maceda, 2015, p.14).

Menciona (Pierce et al.,2013; citado en Beltrán et al.,2019, p.374), que el estado de mineralización del fósforo en el estiércol de vicuña es importante para su posibilidad como nutriente en las plantas. De acuerdo con (Otero et al., 2015; citado en Beltrán et al.,2019, p.374) el contenido de fósforo en el estiércol de vicuña varía entre el 1.2 y 1.6 % en peso seco.

1.2.4.4. Azufre

El azufre se encuentra en los suelos orgánicos en mayor cantidad, el cual procede de los residuos vegetales, animales y microorganismos que se incorporan al suelo; consiste en una parte importante de proteínas y sus derivados, como los aminoácidos que contienen azufre, varios de los cuales fueron detectados en extractos de suelos. Se entiende que la formación del azufre orgánico depende de los factores generales que regulan la acumulación de la materia orgánica (Tello, 1999, p. 14).

1.2.4.5. Potasio

Es el elemento que se encuentra en mayor proporción, se presenta sin el cloro lo que representa ventaja frente a los abonos minerales que presentan potasio con cloro. En el primer cultivo, el potasio de los estiércoles es asimilable entre el 60 al 70% de la cantidad aplicada. Los biofertilizantes deben tener aproximadamente un 3% de potasio (Maceda, 2015, p.14).

1.2.4.6. Calcio

La fertilidad natural del suelo es importante tomar en cuenta ya que es afectada por la aplicación excesiva de estiércoles, debido a las diferentes concentraciones de calcio y otros elementos que genera el aumento el contenido de sales en el suelo; por lo que se debe de tener cuidado en su manejo, así como evitar la sobre producción de N mineral al incrementar la aplicación de materia orgánica (MO) que puede afectar la calidad del suelo (Christensen et al., 1994; citado en Salazar et al., 2009, p. 375).

1.2.4.7. Magnesio

El magnesio es el componente esencial de la clorofila ya que ayuda en la formación de azúcar, con la ayuda del fósforo es capaz de asimilar otros nutrientes. El magnesio ayuda a corregir la acidez del suelo. El promedio de magnesio que existe en estiércoles es de 2 kg por cada tonelada (Huachi, 2008, p.23).

1.2.4.8. Sodio

El sodio tiene como una de sus funciones dar un efecto positivo en el desarrollo vegetal (Rodríguez y Flórez, 2004; citado en Garavito, 2018, p.28). La (FAO, 2011; citado en Garavito, 2018, p.90) menciona que la composición del biol varía en función al sustrato utilizado; ya que en la investigación de Paucar (2015; citado en Garavito, 2018, p.90) que usó como sustrato estiércol de codorniz, obtuvo resultados elevados en la composición del biol, y también la mejora de concentración de nutrientes como el Sodio.

1.2.4.9. Manganeso

El manganeso apresura la germinación y maduración de las plantas, aumenta la disponibilidad de fósforo y calcio; también participa en la asimilación de carbono. Ya que no es un elemento móvil dentro de la planta, los síntomas de insuficiencia surgen primero en las hojas jóvenes, como un amarillamiento entre las venas. Las deficiencias son por alto contenido de materia orgánica y en suelos con pH alcalino; también provienen de un desbalance con otros nutrientes como calcio, magnesio y hierro (Yépez, s.f.; citado en Jácome, 2015, p.9).

1.2.4.10. Cobre

El cobre es el microelemento que produce clorofila, en tierras que contienen excesos de cal o son alcalinas, el cobre no es aprovechado. El promedio de cobre que existe en estiércoles es de 2 g por cada tonelada. (Huachi, 2008, p.234).

1.2.4.11. Zinc

El zinc es suficiente en intervalos de 15 a 50 ppm, alcanzando a considerarse deficiente por debajo de las 12 ppm en el estiércol (Rodríguez, 2002; citado en Cordero, 2013, p.59). El Zn es un micronutriente fundamental que está implicado en las funciones enzimáticas. De esta manera, el exceso de Zn en las plantas particularmente sensible al Fe se manifiesta en una clorosis (Rodríguez, 2002; citado en Cordero, 2013, p.60).

1.2.5. Método JADAM

El método JADAM es una forma de agricultura ecológica, económica y rentable. Los insumos que se necesitan para realizar un biofertilizante por el método de JADAM son agua blanda, papas, sal de mar y hojarasca del bosque. El pH de este biofertilizante ronda los 6.5 tras pasar 72 horas en reposo (Cho, 2019, pp.169-179).

1.3. Bases conceptuales.

1.3.1. Vicuña

La vicuña es un animal que tiene una buena calidad de pelaje, por lo cual la especie se encuentra en peligro por la explotación de su lana, por lo que se ha convertido en una presa valiosa para numerosas generaciones de cazadores. El esfuerzo nacional e internacional para salvar a la vicuña, debe ser una de las campañas de conservación más exitosas de la historia, logrando reestablecer la especie en gran parte de su distribución histórica. Actualmente, la población total se encuentra todavía en estado de incremento, pero con signos de que se está aproximando a la estabilización en algunas partes, debido a las limitaciones del hábitat (Laker et al, 2006, p.1).

1.3.2. Estiércol de vicuña

En Bolivia el estiércol de vicuña se comercializa a lo largo del Altiplano, entre los paralelos 14°40' y 22°50' Lat. S., cubriendo una faja Altitudinal entre los 3600 y 4800 m.s.n.m.

aproximadamente (Villalba, 1992; citado en Blanco, 2013, pp. 1-2). La producción de estiércol de vicuña es usada por los pobladores del lugar, pero no se considera que sea tradicional, ya que la vicuña está proliferando en gran dimensión, en cuanto al uso del estiércol hacen uso por los pobladores del lugar, como abono para sus cultivos.

1.3.3. Fertilizante líquido

El fertilizante, conocido como biol, es de origen de fitorreguladores que se obtiene como producto del proceso de descomposición anaeróbica de los desechos orgánicos en el biodigestor (Medina, 1990; citado en Quipuzco et al., 2011, p.2). Cuando se evalúa la calidad del biol se deben realizar análisis del pH, sólidos totales y volátiles, nitrógeno orgánico y amoniacal, potasio, calcio, magnesio, manganeso, hierro, zinc y cobre (Palacios, 2005; citado en Quipuzco et al., 2011, p.2); así como coliformes fecales como bacterias, hongos y actinomicetos. El biol ayuda al enraizamiento de las plantas (aumenta y fortalece la base radicular), actúa sobre el follaje (amplía la base foliar), mejora la floración y activa la fuerza y poder germinativo de las semillas, traduciéndose todo esto en un aumento significativo de las cosechas (Gomero, 2005; citado en Quipuzco et al., 2011, p.2).

1.3.4. Reserva de Producción de Fauna Chimborazo

La Reserva de Producción de Fauna de Chimborazo es parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Ecuador, en donde se encuentran dos nevados contiguos, el Chimborazo con 6.263 msnm, que es la montaña más alta del país; y el Carihuairazo con 5.020 msnm; asimismo es el único lugar del Ecuador donde se observan vicuñas; aquí existen grandes extensiones de páramo, el más húmedo al este; y el páramo más seco al occidental conocido como “El Arenal”. Esta área protegida es excelente para realizar actividades de aventura y naturaleza como: andinismo, senderismo, ciclismo de montaña, escalada en roca, excursionismo y observación de flora y fauna (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Riobamba (GADMR), 2018, p.1).

1.4. Base Legal

1.4.1. Área Protegida

La Reserva de Producción de Fauna Chimborazo es una institución gubernamental la cual tiene entre sus objetivos principales el manejo de vicuñas las cuales son las especies más delicadas del resto de camélidos. (Ministerio de Turismo, 2013, p.7). Fue creado Mediante Acuerdo Ministerial No. 437 de fecha 26 de octubre de 1987 y tras su publicación el mismo año en registro oficial No.

806, se decide crearla Reserva de Producción de Fauna Chimborazo, la cual es una entidad gubernamental que busca precautelar el bienestar de los camélidos nativos que residen en los páramos andinos (MAATE, 2013, par. 1-3). La ubicación de la reserva está delimitada entre las provincias de Chimborazo, Tungurahua y Bolívar; presenta un rango de altitudes que van de los 3.200 hasta los 6.310 msnm; el frío es el clima que caracteriza la zona, donde las temperaturas rodean los 0 a 10 °C. (Ministerio de Turismo, 2013, p.7).

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Lugar de estudio

2.1.1. Ubicación

Las zonas de estudio se encuentran ubicadas en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo – RPFCH- la misma que se encuentra delimitada entre las provincias Chimborazo, Tungurahua y Bolívar. (Ministerio de Turismo, 2013, p.7). La Zona 1 presenta una superficie de 12.455 ha, en el cantón Riobamba con superficie de 5.718 ha, en la parroquia San Juan (superficie 5.018 ha); la Zona 2 pertenece a la provincia de Tungurahua que tiene una superficie de 27.312 ha, en el cantón Ambato con superficie de 22.741 ha, en la parroquia de Pilahuín (superficie de 21.181 ha).

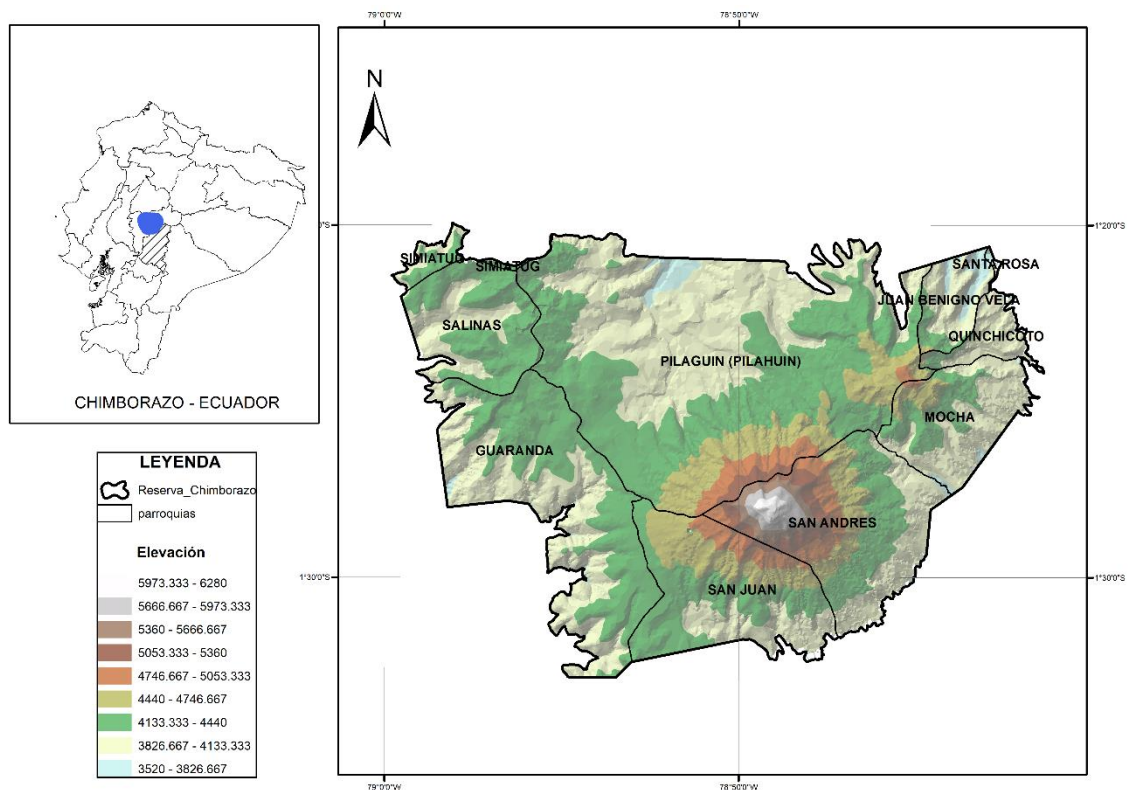


Figura 1-2: Ubicación geográfica de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo (Zona de estudio San Juan y Pilahuín).

Fuente: GIDAC ESPOCH, 2022

Realizado por: Santillán, Doménica; Tapia, Vanesa; 2022. (GIDAC).

En la Figura 1-2 se muestra gráficamente la ubicación donde se recolectaron las muestras de estiércol.

2.1.2. Límites de Área de Estudio

Los límites de la Zona Reserva de Producción de Fauna Chimborazo son:

Norte: Tungurahua

Oeste: Bolívar

Noreste: Chimborazo

2.1.3. Altitud

La reserva de Producción de Fauna Chimborazo presenta un rango de altitudes que van de los 3.200 hasta los 6.310 msnm. (Ministerio de Turismo, 2013, p.7).

2.1.4. Condiciones Climáticas

El clima de los páramos se caracteriza por ser frío, donde las temperaturas de la reserva de Producción de Fauna Chimborazo rodean los 0 a 10 °C. (Ministerio de Turismo, 2013, p.7).

Las características climatológicas de la primera zona de estudio la Parroquia Pilahuín se identifica por tener dos zonas de vida ecológica: 1) bosque seco montano bajo (bs-MB) que corresponde a las llanuras y barrancos secos, la temperatura varía entre 12°C y 18°C, 2) el bosque muy húmedo montano (bmh-M) corresponde a los páramos bajos y húmedos y las partes bajas de los valles de los ríos, temperatura es entre 7°C a 12°C (Toalombo,2013, p.2).

En cuanto a la segunda zona de estudio la parroquia San Juan presentan temperaturas que van desde los 12 a los 22 °C (IGM,2019, p.21)

2.2. Tipo de Investigación

Para la caracterización fisicoquímica y microbiológica del estiércol de la vicuña se realizó pruebas para determinación el pH, conductividad eléctrica, materia orgánica, humedad y macro y microelementos, conteo y caracterización morfológica de microorganismos, de las cuales se obtuvo resultados numéricos, mismos que pasan a un posterior análisis estadístico y con la ayuda de fuentes bibliográficas se llegó a conclusiones sobre las propiedades del estiércol de la vicuña. El estudio del estiércol permitió determinar si este genera efectos positivos o negativos al suelo y a los cultivos. Haciendo relación con otras especies de interés agrícola se determinó la aptitud que este posee para ser utilizado en la formulación de un biofertilizante líquido. La investigación que

se desarrolló es de tipo explicativo, el cual permitió tener un primer acercamiento al problema de investigación. Puesto que las variables no fueron manipulables, se siguió un modelo de diseño cuasiexperimental el cual resultó como el único recurso para llegar a inferencias sobre los resultados. El estudio del estiércol de la vicuña permitió llegar a conclusiones sobre su composición para poder darle un manejo adecuado a estos residuos, como es un biofertilizante. Las muestras del estiércol de vicuña se recogieron en 2 zonas diferentes de la Reserva Faunística Chimborazo (San Juan y Pilahuín), en diferentes fechas por cada zona, sin tomar en cuenta la condición ambiental que se presentaba en el momento de recolección de las muestras.

2.3. Diseño de Investigación

Se siguió un diseño de investigación del tipo cuasiexperimental con más de una variable independiente, mismas que no fueron manipuladas. La variable dependiente consiste en la formulación de un biofertilizante líquido a partir de estiércol de vicuña; esto depende de las características fisicoquímicas y microbiológicas; siendo estas las variables independientes. Los resultados obtenidos de las muestras tomadas en las zonas de San Juan y Pilahuín, fueron comparadas entre sí para determinar si existe diferencia significativa en las propiedades del estiércol a causa de la ubicación.

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis General

El estiércol de las vicuñas de la Reserva de Producción Fauna Chimborazo presentan características fisicoquímicas y microbiológicas aptas para ser utilizado en la formulación de un biofertilizante líquido.

2.4.2. Hipótesis Nula

No existe diferencias significativas entre las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del estiércol de vicuña entre la Zona 1 (San Juan) y Zona 2 (Pilahuín)

2.4.3. Hipótesis Alternativa

Existe diferencias significativas entre las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del estiércol de vicuña entre la Zona 1 (San Juan) y Zona 2 (Pilahuín)

2.5. Variables

2.5.1. Variable dependiente

Formulación de un biofertilizante líquido

2.5.2. Variable independiente

Características del estiércol de la vicuña

2.6. Técnicas de recolección de datos

Para determinar los puntos de monitoreo se realizó un estudio previo donde se identificaron cada una de las estercoleras.

- a) La investigación se guio por la observación directa de los hechos, puesto que se observó el crecimiento de un tipo de ortiga del páramo en las estercoleras y por ello se asumió que el estiércol de vicuña presenta características aptas para su uso en la agricultura.
- b) Las muestras se recolectaron de dos zonas diferentes, de las cuales se seleccionó al azar las estercoleras y por su proximidad, se hizo una muestra homogénea de 3 diferentes estercolas, por 16 muestras. A cada muestra homogénea se las registró con su etiqueta correspondiente.
- c) Por revisión bibliográfica se realizó un análisis de los resultados de las muestras para determinar si el estiércol de vicuña presenta características aptas para su uso en la agricultura.

2.7. Población de estudio

La población de estudio de este trabajo de investigación fue el estiércol de las vicuñas presentes en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo. La población de estudio será finita puesto que se hizo la recolección de 16 muestras, mismas que fueron analizadas para obtener información sobre sus características.

2.8. Tamaño de muestra

Para determinar el número de muestras que se van a tomar se aplicó la ecuación de poblaciones conocidas:

$$n = \frac{N \times Z^2 \times p \times q}{e^2 \times (N - 1) + Z^2 \times p \times q}$$

Donde cada valor que representa la ecuación se amplía en tabla 1-2:

Tabla 1-2: Tamaño de muestra

SÍMBOLO	SIGNIFICADO	VALOR
N	Total de la población	21
Z	1,96 al cuadrado (si la seguridad es del 95%)	1.96
p	Proporción esperada (en este caso 5% = 0.05)	0.05
q	1 – p (en este caso 1 – 0.05 = 0.95)	0.95
e	Error de estimación (5%)	0.05
n	Número de muestras	16.483

Realizado por: Santillán, Doménica; Tapia, Vanesa; 2022. (GIDAC).

2.8.1. Selección de muestra (número de puntos monitoreo)

Los puntos de recolección de datos se realizaron en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo, en dos sectores: parroquia San Juan y Pilahuín.

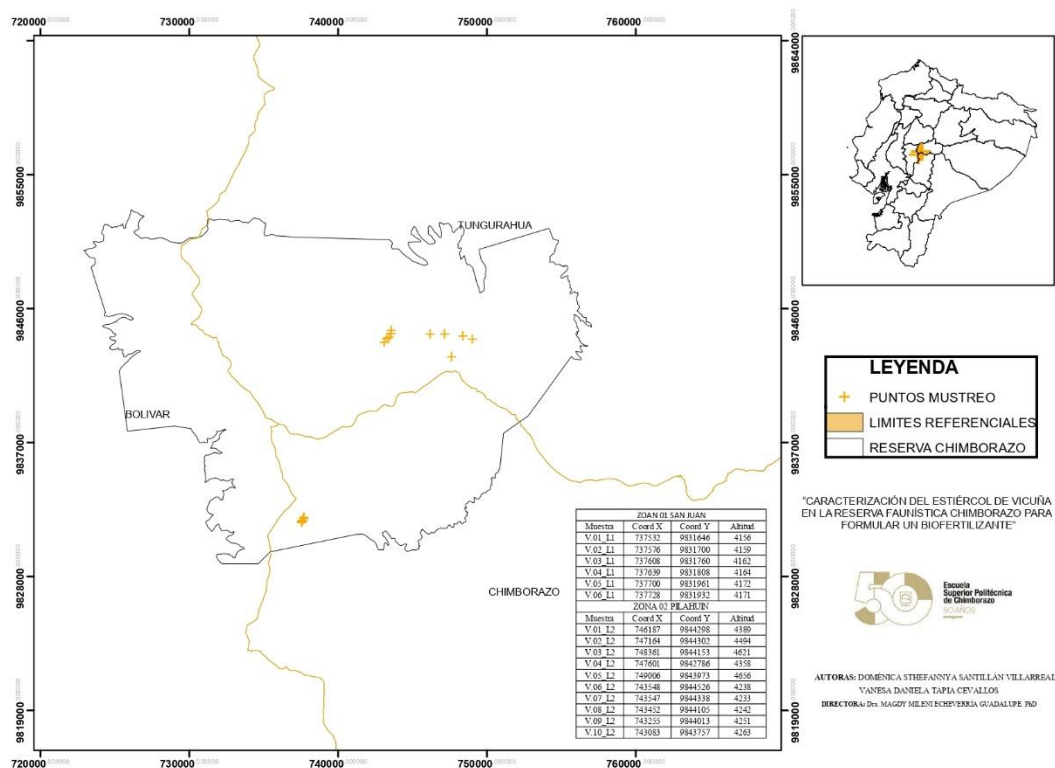


Figura 2-2: Mapa de monitoreo de las coordenadas de las muestras recolectadas.

Fuente: GIDAC ESPOCH, 2022

Realizado por: Santillán, Doménica; Tapia, Vanesa; 2022. (GIDAC).

La Figura 2-2 demuestra gráficamente las coordenadas donde se recogieron las muestras de estiércol.

Las coordenadas de la Zona 1 perteneciente a la provincia de Chimborazo, cantón Riobamba, parroquia San Juan, donde se tomaron 6 muestras, se amplían en la tabla 2-2, donde (V) representa la palabra vicuña y (L) el lugar de donde se recolectó la muestra.

Tabla 2-2: Localización de la Zona 1.

MUESTRA	COORDENADA		ALTITUD
	X	Y	
V.01_L1	737532	9831646	4156
V.02_L1	737576	9831700	4159
V.03_L1	737608	9831760	4162
V.04_L1	737639	9831808	4164
V.05_L1	737700	9831961	4172
V.06_L1	737728	9831932	4171

Realizado por: Santillán, Doménica; Tapia, Vanesa; 2022. (GIDAC)

Las coordenadas de la Zona 2 perteneciente a la provincia de Tungurahua, cantón Ambato, parroquia de Pilahuín, donde se tomaron 10 muestras, se amplían en la tabla 4-2. donde (V) representa la palabra vicuña y (L) el lugar de donde se recolectó la muestra.

Tabla 3-2: Localización de la Zona 2.

MUESTRA	COORDENADA		ALTITUD
	X	Y	
V.01_L2	746187	9844298	4389
V.02_L2	747164	9844302	4494
V.03_L2	748361	9844153	4621
V.04_L2	747601	9842786	4358
V.05_L2	749006	9843973	4656
V.06_L2	743548	9844526	4238
V.07_L2	743547	9844338	4233
V.08_L2	743452	9844105	4242
V.09_L2	743255	9844013	4251
V.10_L2	743083	9843757	4263

Realizado por: Santillán, Doménica; Tapia, Vanesa; 2022. (GIDAC).

2.9. Fase de campo

Se realizó un diseño de muestreo de doble estratificación, esta metodología consistió en dos fases. En la primera se seleccionó una muestra grande de forma sistemática en toda la RPFCh, la cual sirvió para estimar el tamaño de los estratos en relación con la población y muestra; la segunda fase consistió en seleccionar muestras más pequeñas para los estratos Herbazal Inundable de Paramo y Herbazal Ultra húmedo de Paramo. De cada muestra se realizaron mediciones de todas las variables de interés con el uso de estercoleras para el muestreo y de estas se derivarán estimaciones de cada variable por estrato.

Con respecto a la primera fase, se definieron 21 puntos de muestreo y ahí se identificaron las familias de vicuñas. En la segunda fase se seleccionaron muestras al azar y se verificó que la mayoría de estercoleras coincidieran con el área de estudio.

a) Estiércol

- La técnica que se utilizó para la recolección de la muestra de estiércol de vicuña consiste en verificar las estercoleras.
- Se recolectaron 16 muestras del estiércol compuestas (superficial y profunda), donde 6 muestras corresponden a la zona 1 y las 10 muestras siguientes corresponden a la zona 2.
- Las muestras de estiércol recolectadas se las depositó en fundas de sello hermético marca Ziploc, para no presentar pérdidas de dióxido de carbono por evaporación. Se recogieron aproximadamente 500 gramos por muestra; las cuales se les etiquetó de la siguiente manera:
 - a) Según el número de muestra (V.00), donde V representa “vicuña” y 00 el número que varía según la muestra recolectada.
 - b) Según la zona de la cual se las adquirió (L1 o L2), donde L1 representa la Zona 1 que pertenece a San Juan y L2 a Pilahuín.



Gráfico 1-2: Recolección del estiércol de vicuña en la RPFCh.

Realizado por: Santillán, Doménica; Tapia, Vanesa; 2022. (GIDAC).

2.10. Fase de laboratorio

Las muestras recolectadas fueron llevadas al laboratorio de investigación y se las colocó en orden según el lugar y sector al que pertenecía, dicha información se encontraba en el etiquetado de cada muestra. Para realizar los análisis se siguieron los protocolos establecidos por el grupo de investigación GIDAC.

a) pH y conductividad eléctrica.

Se realizó dos repeticiones en el análisis de pH y conductividad eléctrica, puesto que se utilizó las muestras del estiércol en estado fresco y estado seco. Para dichos análisis se siguió el método potenciométrico para pH y el método electrométrico para la conductividad eléctrica (Gonzales, 2015, p. 23). Para ello se realizaron siguiendo los siguientes pasos:

- Se etiquetó vasos de plástico según el número de muestra a analizar.
- Con la ayuda de una balanza analítica, se pesó 20 gramos de estiércol de vicuña sobre los vasos etiquetados
- Se añadió 80 ml de agua destilada en cada una de las muestras.
- Se agitó cada muestra por 15 minutos y se dejó en reposo por 5 minutos.
- Se introdujo el potenciómetro sobre las muestras para medir el pH y se registró los resultados.
- Para la medición de la conductividad eléctrica se dejó en reposo las muestras previamente preparadas por 24 horas aproximadamente, transcurrido el tiempo se introdujo el conductímetro y se registró los resultados.



Gráfico 2-2: Medición de pH y conductividad eléctrica.

Realizado por: Santillán, Doménica; Tapia, Vanesa; 2022. (GIDAC).

b) Color.

- Para realizar el análisis de color, se siguió la metodología del Sistema de Notación de Munsell (Domínguez et al., 2012, pp. 141-155).
- Se utilizó las tablas de Munsell Soil Color Book (Libro de color de suelos)
- Se procedió a comparar tonalidades de cada muestra del estiércol de vicuña.
- Cuando se comparó los diferentes tonos de estiércol de vicuña se registraron los datos en un orden respectivo según la fila y la columna a la que pertenecía.



Gráfico 3-2: Medición de color.

Realizado por: Santillán, Doménica; Tapia, Vanesa; 2022. (GIDAC).

c) Fraccionamiento.

El procedimiento para el fraccionamiento del estiércol de vicuñas es el tamizaje, la herramienta que se utilizó fue el tamiz estandarizado (250 μm , 180 μm). Para el procedimiento:

- Se colocó sobre una bandeja de aluminio las muestras que llegaron del campo para ser secadas a temperatura ambiente alrededor de 8 días, una vez seco se retiró los contaminantes de la muestra como son piedras y hierbas.
- Se trituro el estiércol seco con la ayuda de un mortero y pistilo, estas muestras fueron trasladadas hacia el tamiz estandarizado de 250 μm para el caso de materia orgánica; para el análisis elemental orgánico se utilizó el tamiz tiene de 180 μm .
- Se colocó la muestra en los tamices y se agitó constantemente alrededor de unos 3 minutos, con el propósito de separar los diferentes tamaños de partículas que contiene toda la muestra en su totalidad.
- Se recolectó las muestras que pasaron por los diferentes tamices
- Se etiquetó y guardó en un recipiente para su posterior análisis.



Gráfico 4-2: Tamizaje.

Realizado por: Santillán, Doménica; Tapia, Vanesa; 2022. (GIDAC).

d) Materia Orgánica.

La determinación de materia orgánica se realizó por el método de pérdida de peso por ignición (LOI) (Barrezueta et al., 2020, pp.1-12), para ello:

- Se taró todos los crisoles que se iban a utilizar, esto en un horno-mufla a una temperatura de 800°C durante 2 horas, seguidamente se colocó en un desecador con sílica gel activada, a continuación, se pesó en una balanza analítica y se registró su peso.
- Se pesó 5 gramos de estiércol de vicuña seco con la fracción de 250 μm , y con ello se registró el peso.

- Para eliminar el agua higroscópica que se encuentra en el estiércol de vicuña se colocó en los crisoles la muestra y se depositó en la estufa a 105 °C, por 24 horas, cumplido el tiempo se trasladó al desecador hasta que llegue a la temperatura idónea, se pesó y se registró el peso.
- El crisol con la muestra nuevamente se colocó en la horno-mufla pero a diferencia del proceso de tarado de crisoles se lo llevó por un intervalo de tiempo de 2 horas a 360 °C, con el propósito de calcinar la materia orgánica, la temperatura y la duración de la ignición es primordial para evitar pérdida de CO₂ de carbonatos, el agua estructural de minerales arcillosos como también de materiales amorfos, la oxidación de Fe²⁺ y la descomposición de sales hidratadas, entonces se coloca nuevamente en un desecador hasta que alcance una temperatura apta para ser pesada en la balanza y se registró el peso.



Gráfico 5-2: Colocación de crisoles en la mufla.

Realizado por: Santillán, Doménica; Tapia, Vanesa; 2022. (GIDAC).

e) Carbono Orgánico Total.

El carbono orgánico total se determinó a partir de los resultados obtenidos de la materia orgánica, se utilizó el factor de Van Bemmelen que corresponde a 1,724, este valor indica que el 58% de la materia orgánica representa el carbono orgánico (Eyherabide et al., 2014, p. 14).

$$\%COT = \frac{\%MO}{1.724}$$

Donde:

%COT: Carbono Orgánico.

%MO: Materia Orgánica.

f) **Humedad.**

Para la determinación del porcentaje de humedad presente en el estiércol de vicuña se siguió el método gravimétrico (Hansen, 2015, pp.1-2). Se siguió los siguientes pasos:

- Se pesó las bandejas de aluminio vacías y se registró el primer valor.
- Se procedió a pesar 20 g del estiércol de vicuña en húmedo en la bandeja de aluminio, que fue pesada anteriormente, y se registró los datos de cada una de las bandejas.
- Luego se colocó en la estufa a una temperatura de 105°C por 24 horas.
- Transcurrido este tiempo se trasladó las muestras a un desecador con la finalidad de que se enfríen, para poder pesarlas.
- Se registró los datos de cada una de las canastas con el estiércol seco.
- Finalmente se obtuvo el % de humedad del estiércol de vicuña utilizando la formula:

$$\%Humedad = \frac{Peso_{inicial} - Peso_{final}}{Peso_{inicial}} \times 100$$

Donde:

Peso inicial = Peso del estiércol en húmedo

Peso final = Peso del estiércol tras pasar 24 horas a 105 °C en la estufa



Gráfico 6-2: Colocación de las muestras en la estufa.

Realizado por: Santillán, Doménica; Tapia, Vanesa; 2022. (GIDAC).

g) Recuento en placa de microorganismos.

Para determinar la cantidad de microorganismos viables del estiércol de vicuña en un medio líquido se realizó la metodología de recuento en placa por siembra en superficie (Ramírez, 2018, pp. 1-8). Los pasos que se siguieron en la metodología fueron:

1. Medios de cultivo.

- Se preparó los medios de cultivo con Agar Nutritivo (para el crecimiento de bacterias) Agar Avena (para el crecimiento de actinomicetos) y Agar Papa Dextrosa (para el crecimiento de hongos).
- Se pesó 7 g de Agar Nutritivo, en un pedazo de papel aluminio con la ayuda de una balanza digital. En el caso de Agar Avena se pesó 5 g de avena, se añadió agua destilada y se hirvió la mezcla; luego se coló la mezcla y se añadió 8 g de Agar Agar a la solución de avena. En cuanto al caso de Agar Papa Dextrosa se pesó 10 gramos del Agar con la ayuda de la balanza digital.
- Todos los pesos mencionados anteriormente se colocaron en un frasco de tapa rosca de vidrio borosilicato, luego se añade 250 ml de agua destilada previamente esterilizada. En el caso de agar avena se colocó los 125 ml de solución de avena, posteriormente se añadió el medio de cultivo ya preparado y aforamos con agua destilada hasta alcanzar un volumen de 250 ml.
- Se agitó constantemente por 5 minutos, una vez preparado el medio de cultivo se colocó el frasco de borosilicato en el autoclave, este sin estar cerrado herméticamente.
- Se colocó en la autoclave con el propósito de realizar el proceso de esterilización con alta presión y vapor, que mata microorganismos, incluidos virus y bacterias peligrosos, este método de esterilización es más conocido y efectivo.
- Una vez que salió del autoclave, el medio de cultivo se encontró ya esterilizado y se dejó reposar a temperatura ambiente hasta alcanzar una temperatura adecuada para su manejo.
- En la cabina de flujo laminar se colocó; el medio de cultivo ya preparado, las cajas de Petri, y un mechero de alcohol.
- Con todos los materiales ya colocados en la cabina de flujo laminar se procedió a colocar el medio de cultivo en cada una de las cajas y finalmente se rotulan cada una de las cajas.



Gráfico 7-2: Colocación de los medios de cultivo en las cajas de Petri.

Realizado por: Santillán, Doménica; Tapia, Vanesa; 2022. (GIDAC).

2. Dilución del estiércol.

- Para la determinación de la carga microbiológica, se realizó el método de dilución, para lo cual se pesaron 10 gramos de estiércol de vicuña de cada una de las 2 zonas estudiadas.
- Consecutivamente se añadió a un frasco de tapa rosca de vidrio borosilicato, y se añadió 90 ml de agua destilada previamente esterilizada, es necesario que en este proceso se agite constantemente con la ayuda de una varilla de agitación por 20 minutos.
- Transcurrido este tiempo se prepararon las diluciones desde 10^{-4} hasta 10^{-6} .
- Las diluciones se prepararon con la ayuda de 8 tubos de ensayo que contenían 9 ml de agua destilada ya esterilizada, donde la muestra preparada anteriormente con el estiércol de vicuña se colocó en cada uno de los tubos de ensayo, de esta manera se obtuvieron varias diluciones desde 10^{-4} hasta 10^{-6} .
- Con la ayuda de una micropipeta se colocó 0.1 ml en cada una de las cajas de Petri y se extendió con una aza en 3 diferentes medios de cultivo: Agar Nutritivo (donde crecen bacterias), Agar Avena (cultivo donde crecen actinomicetos) y Agar Papa Dextrosa (Agar donde crecen hongos), con tres repeticiones para cada muestra.
- Finalmente se colocó en una bandeja a temperatura ambiente.

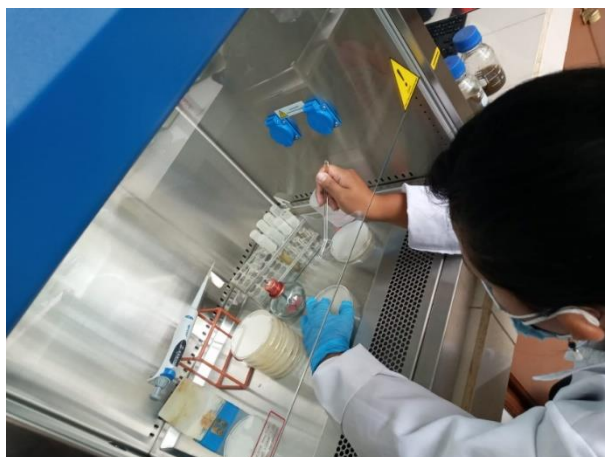


Gráfico 8-2: Siembra de microorganismos en diferentes medios de cultivo.

Realizado por: Santillán, Doménica; Tapia, Vanesa; 2022. (GIDAC).

3. Conteo de microorganismos.

- Luego del reconocimiento de bacterias, hongos y actinomicetos se realizó un conteo de todas las repeticiones establecidas.
- Se anotó los resultados a las 24 horas en el caso de Agar Nutritivo (para el crecimiento de bacterias), por el crecimiento excesivo de bacterias que se presentó.
- Se realizó el conteo a las 2 semanas en el caso de Agar Avena (para el crecimiento de actinomicetos) y Agar Papa Dextrosa (para el crecimiento de hongos) puesto que no se presentó un crecimiento inmediato como en el caso de las bacterias.

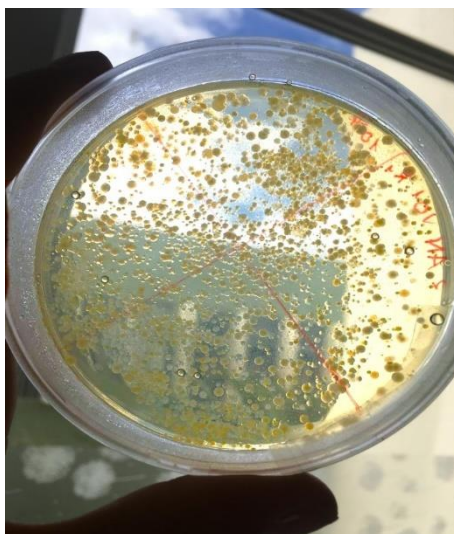


Gráfico 9-2: Conteo de bacterias, hongos y actinomicetos.

Realizado por: Santillán, Doménica; Tapia, Vanesa; 2022. (GIDAC).

4. Reconocimiento de colonias formadas.

Se estableció el número de unidades formadoras de colonias por gramo de estiércol de vicuña (UFC/g), utilizando la siguiente fórmula:

$$\frac{UFC}{g \text{ Estiércol}} = \frac{N \times FD \times V_t}{V_i \times E}$$

Donde:

N = Número de colonias

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

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

V_i = Volumen inoculado en mililitros

E = Cantidad de estiércol de vicuña utilizado para preparar la dilución 1/10.

h) Caracterización morfológica de las colonias.

Para identificar la morfología de las Unidades Formadoras de Colonias se siguió la técnica de la caracterización morfológica colonial (Guevara, 2017, pp.1-35).

- Con la ayuda de un microscopio óptico se colocó en la platina la caja de Petri que contenía bacterias, hongos y actinomicetos.
- Con la ayuda de los tornillos macrométrico y micrométrico se fueron ajustando para poder observar las bacterias, hongos y actinomicetos formados.
- Se observó en cada caja las características morfológicas como son elevación, borde, y forma.



Gráfico 10-2: Caracterización morfológica.

Realizado por: Santillán, Doménica; Tapia, Vanesa; 2022. (GIDAC).

i) Promoción de desarrollo radicular en semillas de rábano (*Raphanus sativus*).

1. Aislamiento y purificación de microorganismos.

- Se desinfectó el área de trabajo (cabina de flujo laminar) con alcohol al 70 %.
- Se tomó una aza redonda y se la colocó en el mechero de alcohol hasta que este tomó un color rojo, este procedimiento se realiza con el fin de esterilizar el aza.
- Se esperó hasta que el aza tome una temperatura que permita el agarre de los microorganismos sin matarlos y se procedió a abrir la caja de Petri cerca del mechero de alcohol.
- Se tomó con el aza las colonias identificadas cualitativamente para obtener cultivos puros de cada tipo de microorganismo (bacterias, actinomicetos y hongos) usando el método de estriado compuesto.
- Se rotuló la caja de Petri con el nombre del medio de cultivo, el número de la zona, y la fecha.
- Se cerró la caja de Petri con papel Parafilm.
- Se dejó en reposo las cajas de Petri boca abajo por 24 horas a temperatura ambiente.
- Los cultivos puros se formaron tras 24 horas para bacterias y 2 semanas para hongos y actinomicetos.

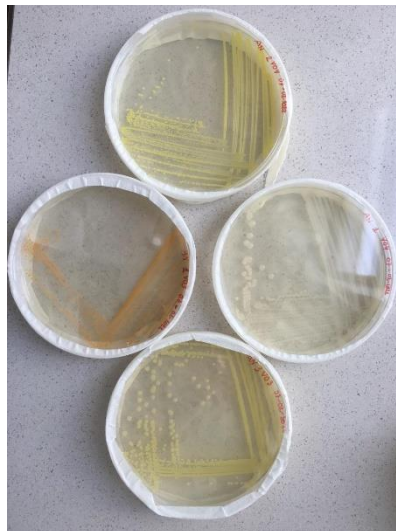


Gráfico 11-2: Cajas de Petri con los medios de cultivos puros.

Realizado por: Santillán, Doménica; Tapia, Vanesa; 2022. (GIDAC).

2. Germinación de semillas de rábano (*Raphanus sativus*).

- Se contó 50 semillas de rábano (*Raphanus sativus*) y se colocó en un vaso de precipitación con alcohol industrial al 70 % durante 5 minutos.
- Transcurrido el tiempo se colocó las semillas en una solución de hipoclorito de sodio al 5% durante 10 minutos.
- Se lavó las semillas con abundante agua destilada por 3 veces.

- Se colocaron con toallas de algodón humedecidas en cajas de Petri, ambas previamente esterilizadas.
- Finalmente se colocaron las semillas en una caja de Petri para su posterior germinación.



Gráfico 12-2: Germinación de semillas de rábano (*Raphanus sativus*)

Realizado por: Santillán, Doménica; Tapia, Vanesa; 2022. (GIDAC).

3. Inoculación de las semillas de rábano (*Raphanus sativus*) en la caja de Petri con cultivos puros de bacteria, hongos y actinomicetos.

- Cuando las semillas germinaron se procedió a tomar los medios de cultivos puros preparados posteriormente para la colocación de la semilla en las mismas.
- Con un sacabocados en el lado donde se va a colocar la semilla se realizó una perforación en la caja de Petri.
- En el agujero se colocó la semilla germinada.
- Se tapó con un pedazo de algodón el agujero.
- Se dejó por 3 días donde se evidenció un crecimiento favorable de las plantas.
- Finalmente se registró la longitud del tallo y raíz de la planta como muestra de su crecimiento.



Gráfico 13-2: Inoculación de semillas de rábano (*Raphanus sativus*) germinadas.

Realizado por: Santillán, Doménica; Tapia, Vanesa; 2022. (GIDAC).

j) Formulación del biofertilizante

Para la formulación del biofertilizante se siguió la metodología del Biofertilizante Líquido de JADAM (Cho, 2019, pp.169-179), la cual consiste en la utilización de materiales orgánicos, que sean de fácil obtención y que genere un producto económico y beneficioso para el medio ambiente.

Para la obtención del biofertilizante se siguieron los siguientes pasos:

- Se agregó a un balde de plástico 10 L de agua destilada.
- Se añadió 5 g de hojarasca y 5 g de estiércol de vicuña en un calcetín.
- Se añadió 20 g de papa cocinada en un calcetín diferente.
- Se añadió 10 g de sal marina en el agua destilada y se mezcló.
- Ambas medias se sumergieron en el agua y se aplastó hasta que se desintegraron.
- Se cubrió sin cerrarlo herméticamente y se lo tapó con una cobija para aislarlo del frío ya que los microorganismos se desarrollan a temperaturas de 25-28 °C.
- Los resultados se obtuvieron a las 92 horas.



Gráfico 14-2: Fabricación del biofertilizante.

Realizado por: Santillán, Doménica; Tapia, Vanesa; 2022. (GIDAC).

CAPÍTULO III

3. MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

3.1. Determinación de propiedades fisicoquímicas del estiércol de vicuña

Para la determinación de las propiedades fisicoquímicas del estiércol de vicuña se realizó un análisis estadístico utilizando el programa SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) para comparar los resultados entre la Zona 1 (San Juan) y Zona 2 (Pilahuín). Se utilizó la prueba T de Student para el análisis de medias de los parámetros fisicoquímicos y se requirió de la prueba de normalidad y homocedasticidad con un nivel de significancia de $P < 0.05$.

3.1.1. Análisis de normalidad de las propiedades fisicoquímicas del estiércol de vicuña de la Zona 1 y Zona 2

Tabla 1-3: Prueba de hipótesis de Shapiro-Wilk para determinar la normalidad en datos de la Zona 1 y Zona 2.

Prueba de normalidad Shapiro-Wilk				
	Zona	Estadístico	gl	Sig.
pH Húmedo	Zona 1	0.871	6	0.230
	Zona 2	0.933	10	0.474
Conductividad Eléctrica Húmedo	Zona 1	0.966	6	0.868
	Zona 2	0.932	10	0.472
pH Seco	Zona 1	0.791	6	0.048
	Zona 2	0.905	10	0.251
Conductividad Eléctrica Seco	Zona 1	0.745	6	0.018
	Zona 2	0.876	10	0.117
%Humedad	Zona 1	0.942	6	0.675
	Zona 2	0.928	10	0.430
%Materia Orgánica	Zona 1	0.800	6	0.058
	Zona 2	0.820	10	0.025
Capacidad de Retención de Agua	Zona 1	0.995	6	0.998
	Zona 2	0.873	10	0.109
Densidad	Zona 1	0.966	6	0.861
	Zona 2	0.846	10	0.052
%Carbono Hidrosoluble	Zona 1	0.962	6	0.833

Zona 2	0.935	10	0.494
---------------	-------	----	-------

Realizado por: Santillán, Doménica; Tapia, Vanesa; 2022. (GIDAC).

En la tabla 1-3 se indican los valores de significancia a considerar en la prueba de Shapiro-Wilk el cual se demuestra que los valores obtenidos en la conductividad eléctrica en seco de la Zona 1 y la materia orgánica en la Zona 2 no presentan normalidad en su distribución, por lo tanto, se procede a realizar el análisis T de student con los datos transformados en las variables que no presentan normalidad.

3.1.2. Análisis de T de Student para las medias de las propiedades fisicoquímicas del estiércol de vicuña en la Zona 1 y Zona 2

Tabla 2-3: Prueba T de Student para la determinación de diferencias significativas entre las medias de la Zona 1 y Zona 2.

Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
pH Húmedo	Se asumen varianzas iguales	0.122	0.732	-18.68	14	0.000	-1.16600	0.06243	-1.29991	-1.03209
Conductividad Eléctrica Húmedo	Se asumen varianzas iguales	4.011	0.065	6.228	14	0.000	467.21667	75.02191	306.31068	628.12266
pH Seco	Se asumen varianzas iguales	1.345	0.266	-0.479	14	0.640	-0.05367	0.11215	-0.29421	0.18687
Conductividad Eléctrica Seco	No se asumen varianzas iguales	8.599	0.011	-13.04	9.106	0.000	-374.8246	28.73789	-439.7189	-309.9303

%Humedad	Se asumen varianzas iguales	4.195	0.060	-6.519	14	0.000	-16.77733	2.57378	-22.29754	-11.25713
%Materia Orgánica	No se asumen varianzas iguales	11.218	0.005	-14.87	8.021	0.000	-368.5167	24.78399	-425.6430	-311.3903
Capacidad de Retención de Agua	Se asumen varianzas iguales	0.380	0.548	1.565	14	0.140	0.20067	0.12819	-0.07428	0.47562
Densidad	Se asumen varianzas iguales	2.808	0.116	11.593	14	0.000	0.36867	0.03180	0.30046	0.43687
%Carbono Hidrosoluble	Se asumen varianzas iguales	0.387	0.544	1.295	14	0.216	0.54667	0.42200	-0.35843	1.45176

Realizado por: Santillán, Doménica; Tapia, Vanesa; 2022. (GIDAC).

En la tabla 2-3 se encuentra los valores obtenidos en la prueba T de student para muestras independientes, en el cual se determinó sobre las propiedades fisicoquímicas que:

- Las medias del pH de las muestras de estiércol en húmedo recolectadas en la Zona 1 (San Juan) son significativamente menores (media=8.43; error estándar=0.051) a los valores de la media de pH que presentan las muestras de la Zona 2 (Pilahuín) (media=9.59; error estándar =0.038), mientras que los valores de la media de pH que presentó el estiércol seco son significativamente iguales, entre la Zona 1 (San Juan) y Zona 2 (Pilahuín), presentando valores de (media=7.45; S error estándar =0.098) y (media =7.51; error estándar =0.064) respectivamente.
- Los valores de la media de la conductividad eléctrica que presentó el estiércol en húmedo en la Zona 1 (San Juan) (media=736.63; error estándar=89.586) es significativamente mayor a los valores de la media de las muestras en la Zona 2 (Pilahuín) (media=381.95; error estándar =24.656); se encuentra una disminución en la conductividad eléctrica en ambas Zonas presentando valores de (media=436.33; error estándar=87.729) en la Zona 1 (San Juan) y (media=369.94; error estándar=28.653) en la Zona 2 (Pilahuín), siendo los valores de la Zona 1 (San Juan) significativamente mayores a los de la Zona 2 (Pilahuín).

- La media de la capacidad de retención de agua del estiércol en la Zona 1 (San Juan) (media=0.70; error estándar=0.819) es estadísticamente similar a la Zona 2 (Pilahuín) (media=0.50; error estándar =0.857).
- La media de la densidad del estiércol de vicuña la Zona 1 (San Juan) es significativamente mayor (media=0.72, error estándar=0.344) a la media de la densidad que presentan las muestras de la Zona 2 (media=0.35, error estándar=0.140).
- La media del porcentaje de humedad en las muestras de la Zona 1 (San Juan) (media=49.48; error estándar=0.763) fueron significativamente menores a la media de los porcentajes de la Zona 2 (media=66.25; error estándar=1.916).
- Se presentaron valores de la media del porcentaje de materia orgánica significativamente menores en las muestras de la Zona 1 (San Juan) (media=23.03; error estándar=0.891), siendo el estiércol de la Zona 2 (Pilahuín) la cual presento mayor porcentaje de materia orgánica (media=49.75; error estándar=5.701).
- La media de la cantidad de carbono hidrosoluble presente en las muestras de la Zona 1 (San Juan) (media=2.47; error estándar=0.381) y Zona 2 (Pilahuín) (media=1.92; error estándar=0.745) presentaron valores estadísticamente similares.

Tabla 3-3: Tabla de resumen de medias de las pruebas fisicoquímicas del estiércol de vicuña en la Zona 1 y Zona 2.

PRUEBA	ZONA 1	ZONA 2	UNIDADES
pH Estiércol Húmedo	8.43	9.59	
pH Estiércol Seco	7.45	7.51	
Conductividad Eléctrica Húmedo	736.63	381.95	μS/cm
Conductividad Eléctrica Seco	436.33	369.94	μS/cm
Capacidad De Retención De Agua	0.70	0.50	ml/g
Densidad	0.72	0.35	g/ml
Temperatura	4.98	2.70	°C
Humedad	49.48	66.25	%
Materia Orgánica	23.03	49.75	%
Carbono Hidrosoluble	2.47	1.92	%

Realizado por: Santillán, Doménica; Tapia, Vanesa; 2022. (GIDAC).

En la tabla 3-3 se encuentra un resumen de las medias de los parámetros fisicoquímicos analizados.

3.1.3. Análisis de moda para el color del estiércol de la Zona 1 y Zona 2

Tabla 4-3: Color del estiércol de vicuña en sistema de notación y color de Munsell.

Muestra Zona	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Zona 1	10YR- 3/1	10YR- 3/2	10YR- 3/1	10YR- 2/1	10YR- 3/2	10YR- 3/1				
Zona 2	5Y- 3/1	5Y- 2.5/2	5Y- 2.5/2	10YR- 3/2	2.5Y- 3/2	2.5Y- 2.5/1	2.5Y- 3/1	5Y- 3/2	5Y- 2.5/1	5Y- 3/1

Realizado por: Santillán, Doménica; Tapia, Vanesa; 2022. (GIDAC).

En la tabla 4-3 se demuestra que el color del estiércol en la mayoría de muestras recogidos de la Zona 1 (San Juan) presentan un color Gris muy Oscuro al cual le pertenece el código 10YR-3/1 en la escala de Munsell.

En la Zona 2 (Pilahuín) se repite el color de la página 5Y siendo las notaciones 5Y-3/1 y 5Y-2.5/2, Gris muy Oscuro y Negro, respectivamente.

3.2. Determinación de propiedades microbiológicas del estiércol de vicuña

Para la caracterización microbiológica del estiércol de vicuña se realizaron pruebas paramétricas y no paramétricas para realizar una comparación de la parte microbiológica del estiércol entre la Zona 1 (San Juan) y Zona 2 (Pilahuín). Se utilizó el estadístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) con niveles de significancia de $P < 0.05$. Para realizar análisis de medias de UFC de hongos entre la Zona 1 (San Juan) y Zona 2 (Pilahuín) se utilizó la prueba T de Student para el cual también se requirió la prueba de normalidad y homocedasticidad. Para el análisis del crecimiento de raíces y tallo en plántulas de rábano (*Raphanus sativus*) se realizó un análisis de varianza ANOVA.

3.2.1. Análisis estadístico de presencia de microorganismos entre la Zona 1 y Zona 2

3.2.1.1. Cuantificación de las unidades formadoras de colonias presentes en cultivos de Agar Nutritivo (AN) en dilución de estiércol 10^{-4}

La Figura 1-3 indica que el promedio de unidades formadoras de colonias (UFC) de bacterias en la solución 10^{-4} . El valor 500 es una representación numérica que se dio a las muestras que presentaron un alto crecimiento bacteriano el cual era mayor a 300 UFC de bacterias que habían

crecido en el medio, esto nos indicó que se debía realizar una mayor dilución del estiércol para obtener valores contables.

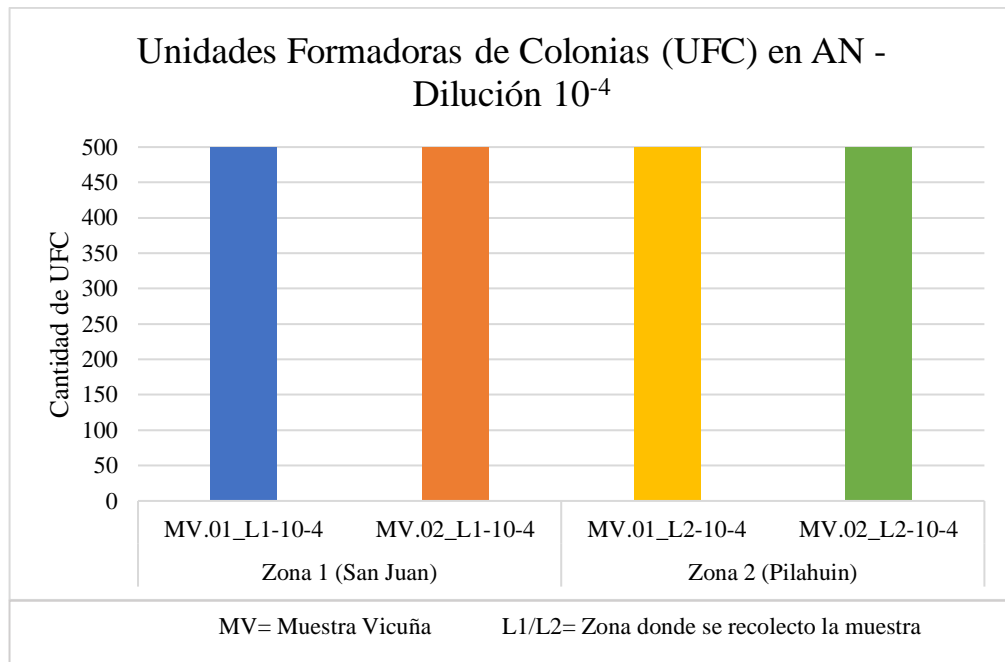


Figura 1-3: Comparación de la cantidad de UFC de bacterias entre Zona 1 y Zona 2.

Realizado por: Santillán, Doménica; Tapia, Vanesa; 2022. (GIDAC).

3.2.1.2. *Cuantificación de las unidades formadoras de colonias presentes en cultivos de Agar Nutritivo (AN) en dilución de estiércol 10⁻⁶*

La Figura 2-3 indica el promedio de las unidades formadoras de colonias (UFC) de bacterias en la solución 10⁻⁶, se evidencia que la muestra 2 recolectada en la Zona 2 (Pilahuín) presenta un bajo promedio en su crecimiento de UFC bacteriano mientras que la muestra 1 de la Zona 2 (Pilahuín) presenta el promedio más alto a comparación con la Zona 1 (San Juan). No se presenta una gran diferencia entre la media del crecimiento de UFC bacteriano entre las muestras de la Zona 1 (San Juan).

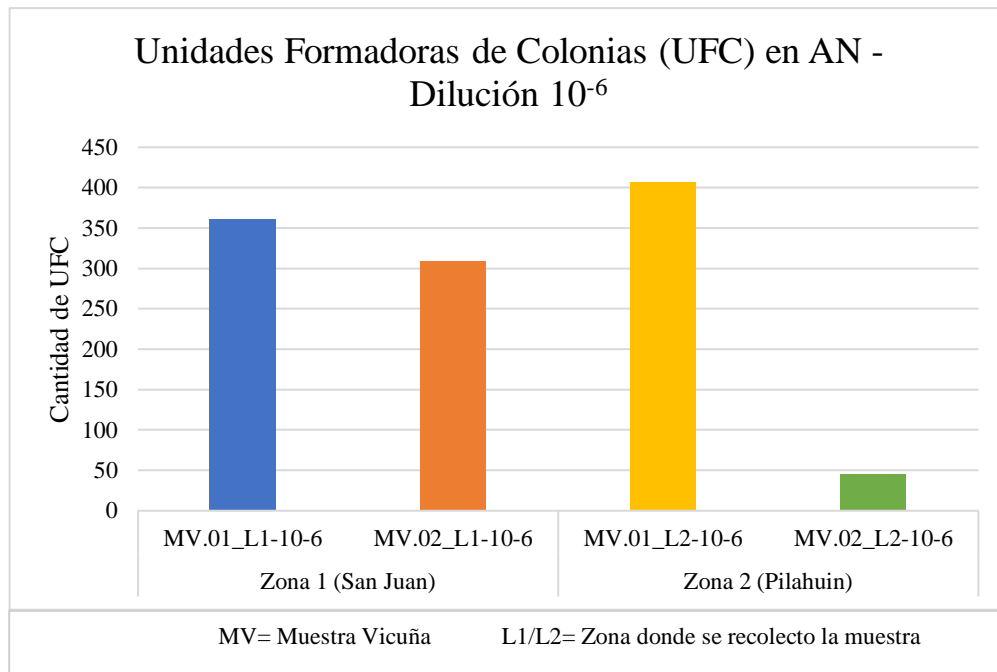


Figura 2-3: Comparación de la cantidad de UFC de bacterias entre Zona 1 y Zona 2.

Realizado por: Santillán, Doménica; Tapia, Vanesa; 2022. (GIDAC).

3.2.1.3. *Análisis de normalidad de la cuantificación de unidades formadoras de colonias en Agar Papa Dextrosa (PDA) presentes en dilución 10⁻⁴ entre la Zona 1 (San Juan) y Zona 2 (Pilahuín)*

Tabla 5-3: Prueba de hipótesis de Shapiro-Wilk para determinar la normalidad en valores de unidades formadoras de colonias presentes dilución de estiércol 10⁻⁴ entre muestras de la Zona 1 (San Juan) y Zona 2 (Pilahuín).

Prueba de normalidad Shapiro-Wilk				
	Zona	Estadístico	gl	Sig.
Agar Papa Dextrosa (Hongos) 10 ⁻⁴	Zona 1	0.827	4	0.161
	Zona 2	0.822	6	0.091

Realizado por: Santillán, Doménica; Tapia, Vanesa; 2022. (GIDAC).

La prueba de Shapiro-Wilk en la tabla 5-3 indica que el valor de significancia es mayor a 0.05, lo cual demuestra que existe normalidad en los datos obtenidos sobre el crecimiento de unidades formadoras de colonias de hongos, por ello se procede a realizar el análisis de medias entre la Zona 1 (San Juan) y Zona 2 (Pilahuín) con el uso de la prueba T de Student.

3.2.1.4. Análisis de T de Student para la cuantificación de las unidades formadoras de colonias presentes en dilución 10^{-4} sobre Agar Papa Dextrosa (PDA) entre la Zona 1 (San Juan) y Zona 2 (Pilahuín)

Tabla 6-3: Prueba T de Student para medias de unidades formadoras de colonias presentes en Agar Papa Dextrosa en dilución 10^{-4} en las muestras de Zona 1 (San Juan) y Zona 2 (Pilahuín).

Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Papa Dextrosa – Hongos 10^{-4}	Se asumen varianzas iguales	0.800	0.397	-0.956	8	0.367	-0.6667	0.69722	-2.27445	-0.94112
	No se asumen varianzas iguales			-0.853	4.353	0.438	-0.6667	0.78174	-2.76951	-1.436

Realizado por: Santillán, Doménica; Tapia, Vanesa; 2022. (GIDAC).

En la tabla 6-3 se muestra la prueba T de Student donde se determinó que no existe una diferencia significativa entre la cantidad unidades formadoras de colonias de hongos presentes en el estiércol de vicuña en la Zona 1 (San Juan) con la cantidad presente en la Zona 2 (Pilahuín).

3.2.1.5. *Análisis de normalidad de la cuantificación de las unidades formadoras de colonias en Agar Papa Dextrosa (PDA) presentes en dilución 10⁻⁶ entre la Zona 1 (San Juan) y Zona 2 (Pilahuín)*

Tabla 7-3: Prueba de hipótesis de Shapiro-Wilk para determinar la normalidad en valores de unidades formadoras de colonias presentes dilución de estiércol 10⁻⁶ entre muestras de la Zona 1 (San Juan) y Zona 2 (Pilahuín).

Prueba de normalidad Shapiro-Wilk

	Zona	Estadístico	gl	Sig.
Agar Papa Dextrosa (Hongos) 10⁻⁶	Zona 1	0.827	4	0.161
	Zona 2	0.822	6	0.091

Realizado por: Santillán, Doménica; Tapia, Vanesa; 2022. (GIDAC).

En la tabla 7-3 se demuestra que los resultados de la cantidad de unidades formadoras de colonias de hongos presentes en las muestras de estiércol de vicuña en dilución de 10⁻⁶ presentaron normalidad frente a la prueba de Shapiro-Wilk, por lo que da paso al uso de la prueba T de Student para el análisis de medias.

3.2.1.6. *Análisis de T de Student para las medias de la cuantificación de las unidades formadoras de colonias presentes en Agar Papa Dextrosa (PDA) en dilución 10⁻⁶ entre la Zona 1 (San Juan) y Zona 2 (Pilahuín)*

Tabla 8-3: Prueba T de Student para medias de unidades formadoras de colonias presentes en Agar Papa Dextrosa en dilución 10⁻⁶ en las muestras de Zona 1 (San Juan) y Zona 2 (Pilahuín).

Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Papa Dextrosa – Hongos 10⁻⁶	Se asumen varianzas iguales	0.800	0.397	0.478	8	0.645	-0.33333	0.69722	-1.27445	1.94112

	No se									
	asumen varianzas iguales			0.426	4.353	0.690	-0.33333	0.78174	1.76951	2.436

Realizado por: Santillán, Doménica; Tapia, Vanesa; 2022. (GIDAC).

En la tabla 8-3 se encuentra la prueba T de Student realizada sobre la cantidad de unidades formadoras de colonias de hongos presentes en la dilución de estiércol de 10^{-6} , en este se demuestra que no existe diferencia significativa entre las medias de unidades formadoras de colonias de hongos entre la Zona 1 (San Juan) y Zona 2 (Pilahuín).

3.2.1.7. Análisis de la cuantificación de unidades formadoras de colonias en Agar Avena (AA) presentes la Zona 1

Con la metodología que se siguió en el laboratorio para la cuantificación de unidades formadoras de colonias de actinomicetos, no se encontró la presencia de los mismos en las muestras de la Zona 2 (Pilahuín), los motivos de la ausencia de actinomicetos se comentaran en la discusión. En el medio de cultivo de Agar Avena se determinó que en la zona uno si existe la presencia de actinomicetos, por lo cual se realizó un análisis descriptivo para conocer la desviación estándar y la media de los actinomicetos presentes en las diluciones de 10^{-4} y 10^{-6} .

- *Cuantificación de unidades formadoras de colonias en cultivo de Agar Avena (AA) presentes en dilución 10^{-4} .*

Tabla 9-3: Análisis descriptivo de las unidades formadoras de colonias presentes en Agar Avena en la dilución de 10^{-4} .

		Estadístico	Error estándar	
Agar Avena – Actinomicetos 10^{-4}	Media	4.0000	0.85635	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	1.7987	
		Límite superior	6.2013	
	Media recortada al 5%	4.0556		
	Mediana	4.5000		
	Varianza	4.400		
	Desv. estándar	2.09762		
	Mínimo	1.00		
	Máximo	6.00		

Rango	5.00	
Rango intercuartil	4.25	
Asimetría	-5.85	0.845
Curtosis	-1.550	1.741

Realizado por: Santillán, Doménica; Tapia, Vanesa; 2022. (GIDAC).

La tabla 9-3 indica que la media de las unidades formadoras de colonias de actinomicetos en dilución 10^{-4} es de 4 con una desviación estándar de 2.10. Se encontró un máximo de 6 UFC de actinomicetos y un mínimo de 1 UFC de actinomicetos en la Zona 1 (San Juan) en la dilución de estiércol 10^{-4} .

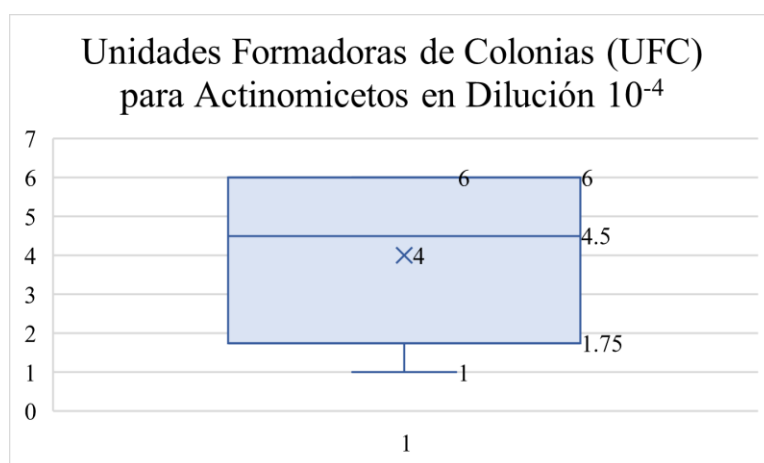


Figura 3-3: UFC de actinomicetos en dilución 10^{-4} en la Zona 1 (San Juan).

Realizado por: Santillán, Doménica; Tapia, Vanesa; 2022. (GIDAC).

En la Figura 3-3 se encuentra la representación gráfica nos indica, que en el bigote inferior se encuentra el valor mínimo de actinomicetos presentes en la Zona 1 (San Juan) con un valor de 1, mientras que en el cuartil tres se encuentra el valor máximo de actinomicetos presentes en la zona de estudio con un valor de 6, por otro lado, en el cuartil dos nos indica cual es el valor de la media que es 4 y finalmente nos indica la amplitud de la caja que representa el rango intercuartílico con un valor de 4.5.

- Cuantificación de las unidades formadoras de colonias en cultivo de Agar Avena (AA) presentes en dilución 10^{-6} .

Tabla 10-3: Análisis descriptivo de las unidades formadoras de colonias presentes en Agar Avena en la dilución de 10^{-6} .

			Descriptivos	
			Estadístico	Error estándar
Agar Avena –	Media		1.6667	0.33333
Actinomicetos 10^{-6}	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	8.098	
		Límite superior	2.5235	
	Media recortada al 5%	1.6296		
	Mediana	1.5000		
	Varianza	0.667		
	Desv. estándar	0.81650		
	Mínimo	1.00		
	Máximo	3.00		
	Rango	2.00		
	Rango intercuartil	1.25		
	Asimetría	-0.857	0.845	
	Curtosis	-0.300	1.741	

Realizado por: Santillán, Doménica; Tapia, Vanesa; 2022. (GIDAC).

La tabla 10-3 indica que la media de las unidades formadoras de colonias de actinomicetos en dilución 10^{-6} es de 1.67 con una desviación estándar de 0.82. En esta dilución encontró un mínimo de 1 UFC de actinomicetos y un máximo de 3 UFC de actinomicetos en la Zona 1 (San Juan).

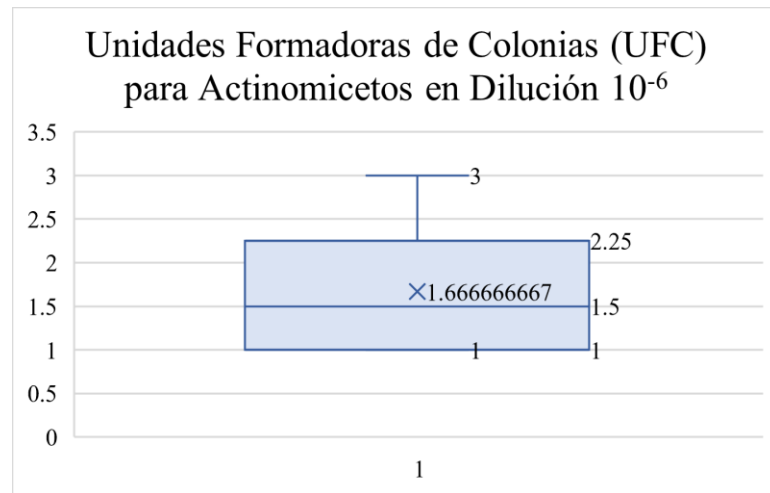


Figura 4-3: UFC de actinomicetos en dilución 10^{-6} en la Zona 1 (San Juan).

Realizado por: Santillán, Doménica; Tapia, Vanesa; 2022. (GIDAC).

En la Figura 4-3 se muestra la representación gráfica de la estadística descriptiva de las UFC de actinomicetos en dilución 10^{-6} , en la cual se muestra que en el bigote inferior se encuentra el valor mínimo de actinomicetos presentes en la Zona 1 (San Juan) con un valor de 1, mientras que en el cuartil tres se encuentra el valor máximo de actinomicetos presentes en la zona de estudio con un valor de 3; en el cuartil dos nos indica cual es el valor de la media que es 1.67 y la amplitud de la caja que representa el rango intercuartílico con un valor de 1.5.

3.2.2. Caracterización de la diversidad microbiana asociada en el estiércol de vicuña

3.2.2.1. Diversidad microbiana

Con la fórmula para determinar Unidades formadas de colonias (UFC), se calculó la diversidad de microorganismos presentes en el estiércol de vicuña. En tabla 11-3 se muestran la cantidad de microorganismos presentes en las diluciones de 10^{-4} y 10^{-6} en cada una de las 2 zonas de estudio (San Juan y Pilahuín).

Tabla 11-3: Unidades formadoras de colonias en la dilución 10^{-4} en la Zona 1 (San Juan) y Zona 2 (Pilahuín).

UFC/g DE ESTIÉRCOL			
ZONA	\bar{x} Bacterias	\bar{x} Actinomicetos	\bar{x} Hongos
SAN JUAN	5.00×10^9	4.00×10^7	3.80×10^7
PILAHUÍN	5.00×10^9	0	6.17×10^7

Realizado por: Santillán, Doménica; Tapia, Vanesa; 2022. (GIDAC).

- Al evaluar las dos zonas de estudio se determinó que en ambas zonas existe un alto número de unidades formadoras de colonias de bacterias por gramo de estiércol, con un valor de 5.00×10^9 (UFC/g de estiércol).
- Para el medio de cultivo Agar avena, se determinó que la mayor cantidad de actinomicetos fue en la zona uno con $3,5 \times 10^{-3}$ (UFC/g de estiércol), debido a que con la metodología seguida no se encontró actinomicetos en la Zona 2.
- En el medio de cultivo con Agar Papa Dextrosa se obtuvo que en la Zona 1 de San Juan presenta menor cantidad de hongos con 3.8×10^7 (UFC/g de estiércol), mientras que la Zona 2 perteneciente a la parroquia de Pilahuín presentó una cantidad de 6.17×10^7 (UFC/g de estiércol), sin embargo, estadísticamente no se encontró diferencia entre ambas zonas respecto a la cantidad de unidades formadoras de colonias de hongos.

También se determinó una segunda evaluación de la diversidad microbiana, donde se calculó las unidades formadoras de colonia con la ayuda de la fórmula (UFC) mediante la dilución de 10^{-6} de las dos zonas estudiadas. En la tabla 12-3 se encuentran los resultados.

Tabla 12-3: Cuantificación de unidades formadoras de colonias en la dilución 10^{-6} en la Zona 1 (San Juan) y Zona 2 (Pilahuín).

UFC/g DE ESTIÉRCOL			
ZONA	\bar{x} Bacterias	\bar{x} Actinomicetos	\bar{x} Hongos
SAN JUAN	3.34×10^9	3.33×10^7	5.80×10^7
PILAHUÍN	2.19×10^9	0	7.33×10^7

Realizado por: Santillán, Doménica; Tapia, Vanesa; 2022. (GIDAC).

- En las dos zonas de estudio se determinó que en las muestras de la parroquia de San Juan se obtuvo la mayor cantidad de unidades formadoras de colonias de bacterias con 3.34×10^9 (UFC/g), mientras que las muestras recolectadas en Pilahuín presentaron un UFC de 2.19×10^9 (UFC/g), se obtuvo menor cantidad de bacterias.
- En la solución de Agar Avena, se determinó que la mayor cantidad de actinomicetos fue para la Zona 1 (San Juan) con 6.17×10^7 (UFC/g), mientras que en la Zona 2 (Pilahuín) no existió crecimiento de ningún actinomiceto en la metodología que se siguió.
- En la solución de Agar Papa Dextrosa se obtuvo que en la Zona 1 perteneciente a la parroquia San Juan existió menor crecimiento de unidades formadoras de colonias de hongos con 5.8×10^7 (UFC/g), a comparación de la Zona 2 (Pilahuín) que se presentó mayor crecimiento con un valor de 7.33×10^7 (UFC/g).

3.2.3. Análisis estadístico del desarrollo de crecimiento de raíces y tallos de plántulas de rábano (*Raphanus sativus*) crecidas en cajas de Petri con cultivos puros de diferentes microorganismos según la zona de estudio

3.2.3.1. Desarrollo del tallo en plántulas de rábano (*Raphanus sativus*) crecidas en cajas de Petri con cultivos puros de hongos, bacterias y actinomicetos de la Zona 1 (San Juan)

En la tabla 13-3 se encuentra el análisis ANOVA de las medias de los tallos que crecieron en cultivos puros de bacterias, hongos y actinomicetos y en un control el cual no presentaba microorganismos. En este se determinó que existe diferencia significativa entre los tallos que crecieron en contacto con los diferentes microorganismos y el control que se realizó para comparar el crecimiento.

Tabla 13-3: Análisis de Varianza de la longitud de tallos de plántulas de rábano (*Raphanus sativus*) en presencia de microorganismos de la Zona 1 (San Juan).

ANOVA

Tallo – Zona 1 (San Juan)

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	13.034	3	4.345	3.611	0.046
Dentro de grupos	14.438	12	1.203		
Total	27.472	15			

Realizado por: Santillán, Doménica; Tapia, Vanesa; 2022. (GIDAC).

3.2.3.2. Desarrollo del tallo en plántulas de rábano (*Raphanus sativus*) crecidas en cajas de Petri con cultivos puros de hongos y bacterias de la Zona 2 (Pilahuín)

En las muestras recolectadas en la Zona 2 (Pilahuín) no se encontraron actinomicetos en ninguna de las repeticiones realizadas con la metodología que se siguió en la parte experimental de la investigación, por lo tanto, el siguiente análisis se lo realiza en base a los tallos que crecieron en cultivos puros de hongos, bacterias y el control que se desarrolló para evaluar el crecimiento de la plántula de rábano (*Raphanus sativus*). Para ello, se utilizó la prueba ANOVA para realizar una comparación de las medias de los tallos que crecieron en los diferentes microorganismos y el control.

En la tabla 14-3 se encuentra la prueba ANOVA la cual se utilizó para determinar que existe diferencia significativa entre los tallos de la plántula de rábano (*Raphanus sativus*) que crecieron

en un medio que no presentaba microorganismo y los que estaban en contacto de bacterias y hongos.

Tabla 14-3: Análisis de Varianza de la longitud de tallos de plántulas de rábano (*Raphanus sativus*) en presencia de microorganismos de la Zona 2 (Pilahuín).

ANOVA

Tallos - Zona 2 (Pilahuín)

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	28.793	2	14.397	11.027	0.004
Dentro de grupos	11.750	9	1.306		
Total	40.543	11			

Realizado por: Santillán, Doménica; Tapia, Vanesa; 2022. (GIDAC).

3.2.3.3. Desarrollo del sistema radicular en plántulas de rábano (*Raphanus sativus*) crecidas en cajas de Petri con cultivos puros de hongos, bacterias y actinomicetos de la Zona 1 (San Juan)

En la tabla 15-3 se encuentra la prueba estadística ANOVA la cual presenta un valor P de 0.005 el cual al ser menor a 0.05 se determina que existe diferencia significativa entre el crecimiento de las raíces de las plántulas de rábano (*Raphanus sativus*) que estuvieron en contacto con las bacterias, hongos, actinomicetos presentes en el estiércol de vicuña y el control que no presentaba microorganismos.

Tabla 15-3: Análisis de Varianza de la longitud de raíces de plántulas de rábano (*Raphanus sativus*) en presencia de microorganismos de la Zona 1 (San Juan).

ANOVA

Raíz – Zona 1 (San Juan)

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	381.883	3	127.294	7.331	0.005
Dentro de grupos	208.375	12	17.365		
Total	590.258	15			

Realizado por: Santillán, Doménica; Tapia, Vanesa; 2022. (GIDAC).

3.2.3.4. Desarrollo del sistema radicular en plántulas de rábano (*Raphanus sativus*) crecidas en cajas de Petri con cultivos puros de hongos y bacterias de la Zona 2 (Pilahuín)

En la tabla 16-3 se realizó un análisis de las medias de las raíces que crecieron en presencia de microorganismos de la Zona 2 (Pilahuín) y el control el cual se desarrollo para la evaluación del crecimiento de las raíces en presencia y ausencia de microorganismos. Se presentó un valor P de 0.010 lo cual al ser menor a 0.05, nos indica que existe una diferencia significativa en el crecimiento de las raíces en presencia y ausencia de microorganismos.

Tabla 16-3: Análisis de Varianza de la longitud de raíces de plántulas de rábano (*Raphanus sativus*) en presencia de microorganismos de la Zona 2 (Pilahuín).

ANOVA

Raíces - Zona 2 (Pilahuín)

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	299.546	2	149.773	8.160	0.010
Dentro de grupos	165.188	9	18.354		
Total	464.733	11			

Realizado por: Santillán, Doménica; Tapia, Vanesa; 2022. (GIDAC).

3.3. Cuantificación de macro y microelementos del estiércol de vicuña

En la cuantificación de los macro y microelementos del estiércol de vicuña se realizaron previamente pruebas de normalidad y homocedasticidad para poder utilizar la prueba T de Student para muestras independientes, con el fin de comparar las medias de los macro y microelementos presentes en el estiércol de vicuña entre la Zona 1 (San Juan) y Zona 2 (Pilahuín); para ello se utilizó el estadístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) con un nivel de significancia de $P < 0.05$.

3.3.1. Análisis de normalidad de macro y microelementos presentes en las muestras de estiércol de vicuña en la Zona 1 (San Juan) y Zona 2 (Pilahuín)

Tabla 17-3: Prueba de hipótesis de Shapiro-Wilk para determinar la normalidad en datos de la Zona 1 (San Juan) y Zona 2 (Pilahuín).

Pruebas de normalidad Shapiro-Wilk				
	Zona	Estadístico	gl	Sig.
%N	Zona 1	0.935	6	0.619
	Zona 2	0.930	10	0.445
%C	Zona 1	0.856	6	0.176
	Zona 2	0.780	10	0.008
%H	Zona 1	0.882	6	0.279
	Zona 2	0.886	10	0.153
%P	Zona 1	0.945	6	0.696
	Zona 2	0.908	10	0.266
%K	Zona 1	0.948	6	0.727
	Zona 2	0.907	10	0.259
%Ca	Zona 1	0.991	6	0.992
	Zona 2	0.938	10	0.531
%Mg	Zona 1	0.742	6	0.017
	Zona 2	0.838	10	0.041
%Na	Zona 1	0.883	6	0.283
	Zona 2	0.897	10	0.204
%S	Zona 1	0.869	6	0.223
	Zona 2	0.841	10	0.046
ppm Fe	Zona 1	0.916	6	0.474
	Zona 2	0.811	10	0.020
ppm Mn	Zona 1	0.865	6	0.207
	Zona 2	0.906	10	0.257
ppm Cu	Zona 1	0.917	6	0.487
	Zona 2	0.918	10	0.344
ppm Zn	Zona 1	0.920	6	0.509
	Zona 2	0.917	10	0.332

Realizado por: Santillán, Doménica; Tapia, Vanesa; 2022. (GIDAC).

En la tabla 17-3 se indican los valores de significancia a considerar en la prueba de Shapiro-Wilk donde se demuestra que los valores obtenidos del porcentaje de carbono y azufre en la Zona 2, porcentaje de magnesio en la Zona 1 (San Juan) y Zona 2 (Pilahuín), y las partes por millón del hierro en la Zona 2 (Pilahuín) no presenta normalidad en su distribución. Se procede a realizar un tratamiento dichos datos que no presentan normalidad para realizar el análisis T de student.

3.3.2. Análisis de T de Student para las medias de los macro y microelementos presentes en el estiércol de vicuña de la Zona 1 y Zona 2

Tabla 18-3: Prueba T de Student para la determinación de diferencias significativas entre las medias de los macro y microelementos del estiércol de la Zona 1 (San Juan) y Zona 2 (Pilahuín).

Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
%N	Se asumen varianzas iguales	0.058	0.813	0.526	14	0.607	0.31667	0.60251	-0.97558	1.60892
%C	Se asumen varianzas iguales	0.527	0.481	12.246	13	0.000	7.89333	0.64455	6.50087	9.28580
%H	No se asumen varianzas iguales	10.284	0.006	-5.107	9.588	0.001	-2.78300	0.54491	-4.0042	-1.56176
%P	Se asumen varianzas iguales	0.055	0.818	-0.795	14	0.440	-0.17400	0.21878	-0.64323	0.29523
%K	Se asumen varianzas iguales	2.805	0.116	0.470	14	0.646	0.07833	0.16684	-0.27949	0.43616
%Ca	Se asumen varianzas iguales	0.157	0.698	1.810	14	0.092	1.14967	0.63505	-0.21239	2.51172
%Mg	Se asumen varianzas iguales	3.551	0.080	1.637	14	0.124	0.26713	0.16320	-0.08290	0.61715
%Na	Se asumen varianzas iguales	0.498	0.492	0.423	14	0.679	0.03700	0.08742	-0.15050	0.22450
%S	Se asumen varianzas iguales	0.139	0.715	0.093	14	0.927	0.01657	0.17813	-0.36548	0.39861
ppm Fe	Se asumen varianzas iguales	0.183	0.675	1.145	14	0.271	0.14313	0.12495	-.12487	0.41112

ppm Mn	Se asumen varianzas iguales	0.298	0.594	-0.986	14	0.341	-14.13333	14.33938	-44.888	16.62157
ppm Cu	Se asumen varianzas iguales	0.326	0.577	-1.065	14	0.305	-3.70000	3.47536	-11.154	3.75390
ppm Zn	Se asumen varianzas iguales	2.477	0.138	2.182	14	0.047	44.70000	20.48605	0.76180	88.63820

Realizado por: Santillán, Doménica; Tapia, Vanesa; 2022. (GIDAC).

En la tabla 18-3 se encuentra el análisis de los datos obtenidos en la prueba T de student para muestras independientes, se determinó que:

- El porcentaje de carbono, fósforo, potasio, calcio, magnesio, sodio y azufre y las partes por millón de hierro, manganeso y cobre presentaron valores estadísticamente similares entre las medias del estiércol de la Zona 1 (San Juan) y Zona 2 (Pilahuín), valores que se reflejan en la tabla 20-3
- La media del porcentaje de carbono en la Zona 1 (San Juan) (media=10.34; error estándar=0.640) es significativamente menor al porcentaje de carbono en la Zona 2 (Pilahuín) (media =32.84; error estándar=0.315).
- El valor de la media del porcentaje de hidrógeno presente en las muestras de la Zona 1 (San Juan) (media =1.55; error estándar=0.098) es significativamente menor al valor que presento la media de la Zona 2 (Pilahuín) (media =4.33; error estándar=0.536).
- La media de las partes por millón de zinc presentes en las muestras de la Zona 1 (San Juan) (media=110.50; error estándar=11.823) fue significativamente mayor a la media determinada en la Zona 2 (Pilahuín) (media=65.80; error estándar=14.079).

Tabla 19-3: Tabla de resumen de medias de macro y microelementos presentes en el estiércol de vicuña en la Zona 1 y Zona 2.

MACRO O MICROELEMENTO	ZONA 1	ZONA 2	UNIDAD
N	2.77	2.45	%
C	10.34	32.84	%
H	1.55	4.33	%
P	1.28	1.45	%
K	1.47	1.39	%
Ca	3.47	2.32	%
Mg	1.14	0.80	%
Na	0.39	0.35	%
S	0.70	0.56	%

Fe	263.67	187.7	ppm
Mn	107.67	121.8	ppm
Cu	12.00	15.7	ppm
Zn	110.50	65.8	ppm

Realizado por: Santillán, Doménica; Tapia, Vanesa; 2022. (GIDAC).

En la tabla 19-3 se encuentra un resumen de las medias de la cuantificación de los macro y microelementos presentes en el estiércol de vicuña en las zonas estudiadas (San Juan y Pilahuín).

3.3.3. Relación C/N

En la Figura 5-3 se encuentra la media de la relación carbono-nitrógeno de la Zona 1 (San Juan) presenta un valor de 4.44 la cual es significativamente menor al de la Zona 2 (Pilahuín) que presenta un valor de 14.45, esto debido a al alto porcentaje de carbono presente en las muestras de estiércol de vicuña de la Zona 2 (Pilahuín).

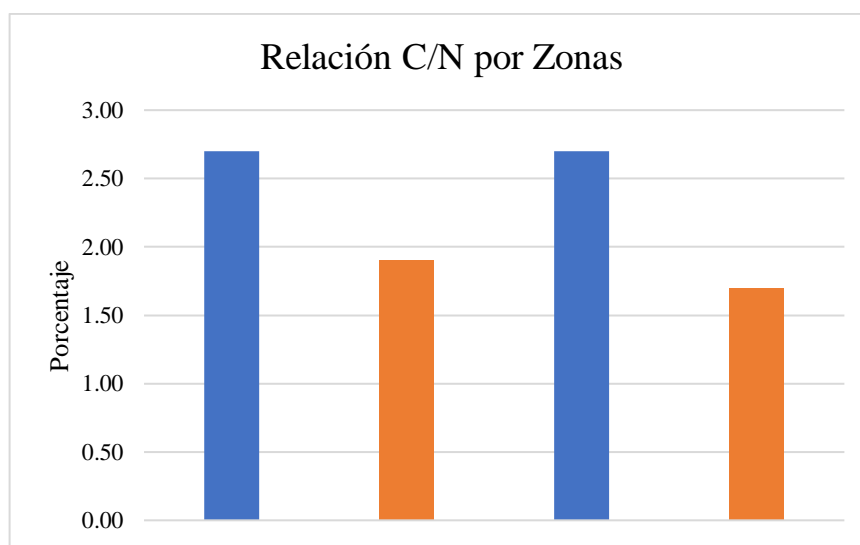


Figura 5-3: Comparación de la cantidad de C y N por Zona.

Realizado por: Santillán, Doménica; Tapia, Vanesa; 2022. (GIDAC).

3.4. Análisis comparativo del estiércol de vicuña frente a otras especies de interés agrícola

Tabla 20-3: Composición de NPK de los principales abonos orgánicos.

ESTIÉRCOL	HUMEDAD	N (%)	P (%)	K (%)	MATERIA
					ORGÁNICA
VICUÑA					(%)
	65.0	2.61	1.36	1.43	49.75

VACA	53.43	1.34	0.42	1.77	33.40
OVEJA	53.43	1.10	0.41	1.43	32.03
CUY	-	1.91	0.98	2.15	-
CONEJO	72.48	0.49	0.55	0.55	14.18
GALLINA	28.74	3.29	1.75	2.93	53.54

Fuente: Barrós et al, 2018, p.45

Realizado por: Santillán, Doménica; Tapia, Vanesa; 2022. (GIDAC).

En la tabla 20-3 se muestra la comparación de las propiedades del estiércol de vicuña y otras especies de interés agrícola con la cual se ha determinado que:

- En el parámetro humedad se encuentra que el conejo es la especie agrícola que presenta un mayor porcentaje, seguido de la vicuña. El estiércol de gallina presenta el valor más bajo en el porcentaje de humedad.
- El estiércol de gallina presenta los valores más altos de nitrógeno, fósforo y potasio a comparación del resto de las especies de interés agrícola, le sigue la vicuña con valores altos en nitrógeno y fósforo, y el cuy con el valor más alto de potasio.
- El estiércol de vicuña y gallina presentan los valores más altos en el porcentaje de materia orgánica.

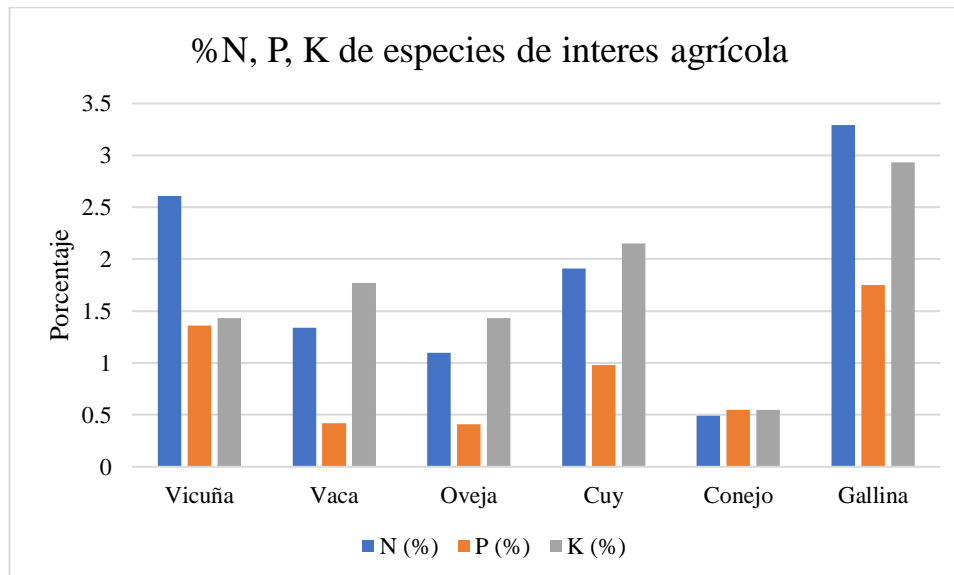


Figura 6-3: Porcentaje de nutrientes de los estiércoles de diferentes especies de interés agrícola.

Realizado por: Santillán, Doménica; Tapia, Vanesa; 2022. (GIDAC).

En la Figura 6-3 se encuentra una comparación de los porcentajes de nitrógeno, fósforo y potasio de los diferentes tipos de estiércol. Se demuestra de manera gráfica que el estiércol de vicuña presenta altos valores de nitrógeno y fósforo a comparación del estiércol de vaca, oveja, cuy y

conejo; sin embargo, el estiércol de vaca, cuy y gallina presentan mayor porcentaje de potasio que la vicuña.

3.5. Formulación de biofertilizante líquido con estiércol de vicuña

Para la formulación del biofertilizante se siguió la metodología del Biofertilizante Líquido de JADAM. Al dejar en reposo la solución por 1 a 3 días se obtiene la Solución de Microorganismos de JADAM, pasado ese tiempo, se lo utiliza como Biofertilizante Líquido de JADAM (Cho, 2019, pp.169-179). Para la aplicación del biofertilizante se debe diluir 1:10, es decir que por 1L de biofertilizante que se vaya a utilizar, se lo debe diluir en 10L de agua.

Puesto que los microorganismos del estiércol de la vicuña presentan buenas propiedades en la agricultura, se puede sustituir la hojarasca por el estiércol y seguir el mismo proceso para obtener el biofertilizante líquido. Así mismo, en caso de que se vaya a utilizar el biofertilizante en un solo tipo de cultivo, se puede añadir el producto del cultivo al biofertilizante como fuente de energía para los microorganismos, obteniéndose un biofertilizante fortificado.

Discusión

- El pH que presenta el estiércol de vicuña es alcalino, pero se debe controlarlo puesto que presenta altos valores de alcalinidad en la Zona 2 (Pilahuín). Según la norma mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000, los valores de pH que rondan los 7.4 - 8.5 se lo considera medianamente alcalino, por lo que el pH del estiércol de vicuña tanto en seco (7,48) como en húmedo (8,43) entrarían en dicha clasificación.

Según Prasad and Power (1997, citado en Castillo et al, 2009, p.268), los valores óptimos de pH que deben presentar los suelos para que posean mejor rendimiento y productividad es de 6.5 y 7.0. Cho (2019, pp.169-179) menciona que el biofertilizante líquido realizado por el método de JADAM presenta pH de 6,5 independientemente del desecho orgánico que se haya utilizado como fuente de microorganismos.

- Los bajos valores de conductividad eléctrica que presentan en ambas zonas indica que no existiría una afectación a los cultivos por la salinidad que el estiércol contenga. La conductividad eléctrica indica la concentración de sales minerales disueltas en agua, al encontrarse una disminución de la conductividad eléctrica en las muestras secas, se asume que los microorganismos presentes en el estiércol consumieron los compuestos solubles del estiércol (Soria et al, 2001, p.361).
- Según Barrós et al (2018, pp.12-15) los valores de humedad facilitan la traducción de los valores de materia seca a valores de materia húmeda, puesto que este último es necesario para el cálculo de la dosis necesaria de nutrientes para un cultivo.

- La importancia de la materia orgánica en el suelo se ve reflejada en las propiedades químicas, puesto que aumenta la capacidad de intercambio catiónico, es decir que el suelo atraería y almacenaría los nutrientes que son importantes para las plantas. Sirve como alimento para los microorganismos provocando un aumento de la actividad microbiana (Julca et al., 2006, pp. 50-51).
- Los macro y microelementos presentes en el estiércol de vicuña aportan beneficios para las plantas ya que estos cumplen funciones específicas en su metabolismo. Mengel y Kirkby (2000, pp. 11-13) establecen que:
 - Los elementos C, H, O, N, S constituyen el material orgánico y estos participan en procesos enzimáticos de las plantas, se presentan en forma de CO , HCO^- , NO_3^- , NH_4^+ , SO_2^- (Mengel y Kirkby, 2000, pp. 11-13).
 - El P, B y Si, se encargan de la esterificación con grupos alcohol y en reacciones de transferencia de energía, estos se presentan en formas de ácido bórico o boratos, fosfatos y silicatos (Mengel y Kirkby, 2000, pp. 11-13).
 - A otros elementos se los absorbe como cationes como el magnesio (Mg^{2+}), manganeso (Mn^{2+}), potasio (K^+), calcio (Ca^{2+}) y sodio (Na^+); estos cumplen la función de establecer potenciales osmóticos, participan en activación enzimática, balanceo de aniones y controlan la permeabilidad de la membrana de las células (Mengel y Kirkby, 2000, pp. 11-13)
 - En forma de quelatos o de iones se encuentra el hierro, cobre y zinc, se encuentran en grupos prostéticos y dan paso al transporte de electrones debido a los cambios de valencia que estos presentan (Mengel y Kirkby, 2000, pp. 11-13)
- Las propiedades del estiércol de vicuña que se determinaron en la presente investigación, frente a los resultados de las propiedades de otras especies de interés agrícola presentados en el trabajo de Barrós et al (2018, p.45) se determina que el estiércol de vicuña presenta buenas propiedades en su composición.
- Las bacterias que presentan el estiércol de la vicuña pueden ser benéficas, perjudiciales o neutral desde el punto de vista del desarrollo y crecimiento vegetal (Schoebitz, 2006; citado en Vega, 2019, p.14), en este caso en la parroquia San Juan se obtuvo la mayor cantidad de UFC de bacterias con 3.34×10^9 (UFC/g), mientras que en la parroquia Pilahuín presentaron una menor cantidad de UFC de bacterias con 2.19×10^9 (UFC/g).
- Los actinomicetos presentes en el estiércol de vicuña en la Zona 1 (San Juan) con 6.17×10^7 (UFC/g), mientras que en la Zona 2 (Pilahuín) no existió crecimiento de ningún actinomiceto, el motivo es en función de determinados factores: naturaleza, temperatura, contenido de humedad, etc. (Delgado, 2012, pág. 17). Ya que Según Franco (2009; citado en Vega, 2019, p.14), menciona que los actinomicetos se encuentran ampliamente distribuidos en ecosistemas naturales.
- Los hongos que están presentes en el estiércol de la vicuña juegan un papel muy importante en la conservación de nutrientes en el suelo volviéndolos disponibles para las plantas (Jenkins,

2005; citado en Vega,2019, p.14). Los hongos están presentes donde se encuentre materia rica en carbono, teniendo así una mayor cantidad de hongos en Pilahuín con un valor de 7.33×10^7 (UFC/g) y en San Juan, en menor cantidad de hongos con 5.8×10^7 (UFC/g).

- Las bacterias pueden ser observadas específicamente a través de un microscopio o a simple vista si estas están en conjunto al formar colonias (Vargas y Kuno, 2014, p.2595). Al observar al microscopio, tanto en la Zona 1 (San Juan) como en la Zona 2 (Pilahuín) se reconoció la forma circular de las bacterias, las mismas que se les denomina cocos. Para el borde de las bacterias podemos encontrar en la Zona 1 (San Juan) y la Zona 2 (Pilahuín) bacterias con bordes lobulados y enteros. Finalmente se caracterizó la elevación de bacterias teniendo que en la Zona 1 (San Juan) y la Zona 2 (Pilahuín) presentan la misma elevación umbeliforme.
- El estudio de la morfología de los actinomicetos se basa principalmente en las características macroscópicas y microscópicas del microorganismo (Duraipandiyar et al., 2010; citado en González,2010, p.11). Con esta consideración se reconoció que la forma de los actinomicetos de la Zona 1 (San Juan) es circular, el cual pertenece a los microorganismos Gram positivos, y se encuentra ampliamente extendido en la naturaleza (Chavan, Mulaje, & Mohalkar, 2013; citado en Guevara, 2017, p.1). Existe una carencia de actinomicetos en la Zona 2 (Pilahuín), donde diversos estudios afirman que los factores importantes para estimular el crecimiento de estos microorganismos son la humedad relativa, pH, disponibilidad de nutrientes en el suelo, mesofauna, y la temperatura que se presentaba al momento de recolectar la muestra (Shrivastava et al., 2008; Jayasinghe & Parkinson, 2008; Ventura et al., 2007; citado en González,2010, p.10). En cuanto al borde presentan bordes Filamentoso y Lobulado tanto en la Zona 1 (San Juan) como en la Zona 2 (Pilahuín). Y su caracterización de elevación presenta Convexo y Umbilicado en ambas zonas de estudio Zona 1 (San Juan) y la Zona 2 (Pilahuín).
- Es fundamental conocer la morfología de los hongos para mostrar los beneficios y utilidades de las diferentes especies del reino Fungi (Sabogal et al., 2020, p. 5). Generalmente las características morfológicas de los hongos son microscópicas, con forma filamentosa que fueron los resultados que se aprecian tanto en la Zona 1 (San Juan) como en la Zona 2 (Pilahuín), donde se reproducen por medio de esporas, las que se forman por mecanismos sexuales o asexuales y carecen de clorofila (Sabogal et al., 2020, p. 5). Los hongos presentan una forma Filamentosa en la Zona 1 (San Juan) y en la Zona 2 (Pilahuín) presenta en la muestra uno una forma circular y en la muestra 2 de la Zona 2 presenta una forma filamentosa ya que los hongos se caracterizan por presentar este tipo de formas. Por otro lado, con respecto a su elevación en la Zona 1 (San Juan) presentan borde umbilicado y en la Zona 2 (Pilahuín) en la muestra uno presenta una elevación convexo y mientras que en la misma zona 2 la muestra 2 presenta una elevación umbeliforme.
- El estiércol de vicuña presenta microorganismos benéficos para su uso en la agricultura, sin embargo, también puede presentar microorganismos patógenos para los humanos, por lo que se

debe realizar un análisis metagenómico de los microorganismos que se encuentran presentes en el estiércol para ejecutar tratamientos para su eliminación y así, al realizar el biofertilizante se pueda obtener un producto seguro para su uso en la agricultura.

- Según Cho (2019, pp.169-179) para obtener un mejor beneficio del biofertilizante en la agricultura, se debe colocar el fruto a producir en una mezcla homogénea con el biofertilizante, ya que este actuará como fuente de energía para los microorganismos y dará mejores resultados en las cosechas.

CONCLUSIONES

- Con la caracterización fisicoquímica y microbiológica del estiércol de la vicuña se pudo formular un biofertilizante que tiene entre sus componentes este desecho orgánico que actúa como fuente de microorganismos.
- Se caracterizó fisicoquímica y microbiológicamente el estiércol de vicuña, en el cual se encontró características fisicoquímicas adecuadas para su uso en la agricultura, además los microorganismos que se aislaron presentaron un gran potencial de crecimiento para las semillas de rábano (*Raphanus sativus*), por lo que se puede dar un uso a este material orgánico que se encuentra en la Reserva de Producción Fauna Chimborazo.
- Los macro y microelementos presentes en el estiércol cumplen funciones importantes en las plantas, por lo que puede resultar beneficioso el uso de este desecho orgánico como fuente de nutrientes para los suelos y plantas.
- El estiércol de vicuña presenta altos porcentajes en la cantidad de nitrógeno, potasio y fósforo lo cual es primordial para la nutrición y enriquecimiento de plantas y suelos. A comparación con el estiércol de gallina, el estiércol de vicuña presentó un menor porcentaje en los valores de N, P, K, sin embargo, frente a otras especies de interés agrícola como el cerdo, cuy, conejo y vaca, este presentó mejores propiedades.
- El biofertilizante líquido que se formuló fue de fácil fabricación y de bajos costos, lo cual puede beneficiar económicamente a las personas que viven en las comunidades cercanas de la Reserva de Producción Fauna Chimborazo puesto que pueden elaborarlo y generar un emprendimiento o a su vez utilizarlo sobre sus cultivos lo cual beneficiara los productos que estos cosechen.
- Al analizar el estiércol de vicuña en dos zonas diferentes de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo: (Zona 1, provincia de Chimborazo, cantón Riobamba, parroquia San Juan) y (Zona 2, provincia de Tungurahua, cantón Ambato, parroquia de Pilahuín) se presentó características fisicoquímicas y microbiológicas adecuadas para los cultivos, por lo que puede ser utilizado para la formulación de un biofertilizante que aporte beneficios económicos y ecológicos en las zonas cercanas a la Reserva.

RECOMENDACIONES

- Ampliar la investigación del biofertilizante formulado para demostrar la efectividad del producto desarrollado para que sea apto en el uso en cultivos.
- Determinar los costos de producción del biofertilizante a nivel industrial y un estudio de mercado.
- Realizar un estudio metagenómico de los microorganismos presentes en el estiércol de vicuña para dar tratamiento a aquellos microorganismos que sean patógenos para los humanos y provoquen daños en los cultivos.
- Recuperar los microorganismos benéficos que promueven el crecimiento vegetal.

GLOSARIO

Actinomicetos: Son bacterias filamentosas que se encuentran dispersadas por todo el medio ambiente, son aerobios, heterótrofos; se los encuentra en medios de pH neutros puesto que son sensibles a la acidez (Gonzales, 2010, p. 7).

Agar papa dextrosa: Es un medio de cultivo avalado por la FDA y APHA que sirve para el cultivo de levaduras y hongos.

Bacterias: Organismos procariotas unicelulares, presentan diferentes formas como espirales, esféricas o alargadas (Peña & Páez, 2014, p. 1).

Biofertilizante: Es un producto que contiene microorganismos que facilitan el aporte de nutrientes en el suelo y la asimilación de estos en las plantas (Bermúdez et al., 2014, p. 10).

Estiércol: Es un desecho orgánico que es utilizado en prácticas sustentables en la agricultura, dependiendo de la especie del cual provenga, este varía su composición (Arellano et al., 2014, p.6).

Hongos: Son organismos eucariotas que presentan esporas y no presentan clorofila ni cloroplastos, pueden reproducirse sexual y asexualmente, presentan estructuras somáticas, filamentosas y ramificadas, los cubren paredes de celulosa o quitina (Cuevas, 2016, p.4).

Materia Orgánica: Parte orgánica que cumple un papel esencial en el suelo en el aumento de la capacidad del intercambio catiónico, la formación de agregados y el aumento de la actividad microbiana. (Julca et al., 2006, pp. 50-51).

BIBLIOGRAFÍA

ARELLANO, L., CRUZ, M., & HUERTA, C. “*El Estiércol: material de desecho, de provecho y algo más...*”. Instituto de Ecología, A.C. [En línea]. (México). 2014, vol. 1, pp. 1-40. [Consulta: 2022-06-01]. Disponible en: http://www1.inecol.edu.mx/cv/CV_pdf/libros/estiercol_material_de_desecho.pdf

ARÉVALO, G., & CASTELLANOS, M. *Fertilizantes y Enmiendas*. Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria. Escuela Agrícola Panamericana. [En línea]. (El Zamorano, Honduras). 2011. p. 33. [Consulta: 2022-02-05]. Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1340/3/03.pdf>

AVILÉS, D., MONTERO, M., & BARROS-RODRÍGUEZ, M. “*Los camélidos sudamericanos: productos y subproductos usados en la región andina*”. *Actas Iberoamericanas en Conservación Animal AICA* [En línea]. 2018, vol. 11, pp. 30-38. [Consulta: 2021-11-25]

BARREZUETA, S., CERVANTES, A., ULLAURI, M., BARRERA, J., & CONDOY, A. “*Evaluación del método de ignición para determinar materia orgánica en suelos de la provincia del Oro-Ecuador*”. *Revista FAVE – Ciencias Agrarias*. [En línea]. 2020. pp. 1-12. [Consulta: 2022-02-05]. e-ISSN: 2346-9129. Disponible en: <https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar/publicaciones/index.php/FAVEAgrarias/article/download/9747/13023/>

BARRÓS, A., et al. “*Estiércoles. Caracterización, analítica e implicaciones sobre su aprovechamiento fertilizante*”. Centro de Transferencia Agroalimentaria. [En línea]. 2018. pp.12-24. [Consulta: 2022-05-25]. ISSN: 1137/1730. Disponible en: https://www.aragon.es/documents/20127/674325/IT_268-18.pdf/23bb772e-8894-b8f4-525d-0a6e7131db78

BELIZARIO, N. *Microorganismos Eficaces (EM) en la Descomposición del Estiércol de Alpaca Para el Abonamiento de los Bofedales Altoandinos (Tesis de grado) (Maestría)*. [En línea]. Universidad Nacional del Altiplano-Puno, Escuela de Post-Grado. (Puno, Perú). 2012. pp. 16. [Consulta: 2022-02-04]. Disponible en: <http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/477/EPG524-00524-01.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

BELTRAN, F., et al. “Contenido inorgánico de nitrógeno, fósforo y potasio de abonos de origen natural para su uso en agricultura orgánica”. *Terra Latinoam* [En línea]. 2019, vol.37, n.4. pp.371-378. [Consulta: 2022-02-03]. ISSN 2395-8030. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792019000400371&lng=es&nrm=iso

BENEDICTO, G., et al. “Incorporación de abonos orgánicos y liberación de C-CO₂ como indicador de la mineralización del carbono.” *Ecosistemas y recur. Agropecuarios* [En línea]. 2019, vol.6, n.18. pp.513-522. [Consulta: 2022-02-05]. ISSN 2007-901X. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-90282019000300513&lng=es&nrm=iso

BERMÚDEZ, A., CASTIBLANCO, D., & SILVA, L. Tecnologías Relacionadas con Biofertilizantes. Boletín Tecnológico. [En línea]. Industria y Comercio Superintendencia. 2014. p. 10. [Consulta: 2022-06-01]. Disponible en: https://www.sic.gov.co/recursos_user/biofertilizantes.pdf

BLANCO, J. Determinación de la Calidad de Estiércol de Vicuña en Dos Cultivares de Lechuga (*Lactuca sativa*) Bajo Ambiente Protegido en Patacamaya (Tesis de Grado) (Licenciatura). [En línea]. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad De Agronomía, Carrera De Ingeniería Agronómica. (La Paz, Bolivia). 2013. pp. 1-13. [Consulta: 2021-11-25]. Disponible en: <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/9903>.

BIZZOZERO, F. *Biofertilizantes Nutriendo Cultivos Sanos*. Tecnologías Apropriadas. [En línea]. (Montevideo, Uruguay). Centro Uruguayo de Tecnologías Apropriadas. 2006. p. 46. [Consulta: 2022-02-05]. Disponible en: https://www.ciaorganico.net/documypublic/822_Biofertilizantes-_cultivos_sanos.pdf

BURBANO, H. “El Carbono Orgánico del Suelo y su Papel Frente al Cambio Climático”. *Revista de Ciencias Agrícolas* [En línea], 2018, (Colombia). Vol. 34(1): 82-96, pp. 85-87. [Consulta: 2021-11-24]. ISSN 0120-0135. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rcia/v35n1/0120-0135-rcia-35-01-00082.pdf>

CARANQUI, J., & PINO, M. *Especies Alimenticias de la Vicuña en la Reserva de Producción Faunística Chimborazo*, Ecuador. [En línea], 2015 (Ecuador), pp. 1. [Consulta: 2021-11-25]. DOI

10.20595/jjbf.19.0_3. Disponible en:
http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3741/1/Vicuna_alimentacion.pdf

CASTILLO, D., et al. “Distribución espacial del pH de los suelos agrícolas de Zapopan, Jalisco, México”. [En línea]. Universidad de Guadalajara. Departamento de Ciencias Ambientales. 2009. p. 268. [Consulta: 2022-05-25]. Disponible en:
<http://www.scielo.org.mx/pdf/agritm/v35n3/v35n3a3.pdf>

CHAMBILLA, J. Evaluación de las Principales Características Productivas de la Fibra de Vicuña (*Vicugna vicugna*) de Vida Silvestre en la Regional San Andrés de Machala, La Paz. (Tesis de grado) (Licenciatura). [En línea] Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía, Carrera de Ingeniería Agronómica. (La Paz, Bolivia). 2010. pp.6-9. [Consulta: 2021-11-24]. Disponible en: <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/9848/T-1438.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

CHO, Y. *JADAM. Agricultura Ecológica. El camino a la Agricultura de Costo Ultra Bajo*. 2ª ed. Daejeon-República de Corea: JADAM, 2019, pp. 169-179

CORDERO, R. Caracterización Química del Estiércol y su Manejo en Explotaciones de Lechería Familiar de los Altos de Jalisco. (Tesis de grado) (Licenciatura). [En línea] Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de los Altos, División de Ciencias Biomédicas e Ingenierías. (Jalisco, México). 2013. p.60. [Consulta: 2021-02-07]. Disponible en:
http://repositorio.cualtos.udg.mx:8080/jspui/bitstream/123456789/535/1/Tesis_Cordero.pdf

CUEVAS, J. “Los Hongos: Héroes y Villanos de la Prosperidad Humana”. Revista Digital Universitaria. [En línea]. Universidad Nacional Autónoma de México. (México). 2016. p.4. [Consulta: 2021-06-07]. Disponible en:
<http://www.revista.unam.mx/vol.17/num9/art69/art69.pdf>

CURHUANCHO, F., GUERRERO, J., & RAMIREZ, J. “Aprovechamiento del Estiércol de Gallina para la Elaboración de Biol en Biodigestores Tipo Batch como Propuesta al Manejo de Residuo Avícola”. *XIX Simposio Peruano de Energía Solar y del Ambiente (XIX-SPES)*. [En línea], 2012, (Puno, Perú), pp. 1-6. [Consulta: 2022-02-05]. Disponible en:
<http://www.perusolar.org/wp-content/uploads/2013/01/16.pdf>

DIARI OFICIAL DE LA GENERALITAT DE CATALUNYA. DECRETO 153/2019, de 3 de julio, de gestión de la fertilización del suelo y de las deyecciones ganaderas y de aprobación del programa de actuación en las zonas vulnerables en relación con la contaminación por nitratos procedentes de fuentes agrarias. Departamento de la Presidencia. [En línea]. (Cataluña). 2019. No. 7911-5.7.2019. ISSN 1988-298X. pp. 48-49. [Consulta: 2022-02-05]. Disponible en: https://residus.gencat.cat/web/.content/home/consultes_i_tramits/normativa/normativa_catalana_en_materia_de_residus/decret_153_2019_es.pdf

DOMÍNGUEZ, J., ROMÁN, A., PRIETO, F., & ACEVEDO, O. “Sistema de notación Munsell y CIELab como herramienta para evaluación de color en suelos”. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. [En línea], 2012 (México). Vol. 3, no. 1, pp. 141-155. [Consulta: 2022-06-08]. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v3n1/v3n1a10.pdf>

DUCHE, V., & LLUGSA, M. Estimación De Carbono Orgánico Total En El Suelo Y Biomasa Del Páramo Andino De Yasipan Y Atillo (Tesis de Grado) (Licenciatura). [En línea]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Carrera Química. (Riobamba, Ecuador). 2020. p. 17. [Consulta: 2021-11-25]. S.l.: s.n. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/13956>.

EYHERABIDE, M., SAÍNZ, H., BARBIERI, P., & ECHEVERRÍA, H. “Comparación de Métodos para Determinar Carbono Orgánico en Suelo”. *Ciencia del Suelo*. [En línea]. Asociación Argentina Ciencia del Suelo. (Argentina). 2014. pp. 13-19. [Consulta: 2022-02-05]. Disponible en: <http://www.scielo.org.ar/pdf/cds/v32n1/v32n1a02.pdf>

FARFÁN, H. Efecto de la Fertilización Orgánica Mineral Sobre la Producción de Maíz Morado (*Zea mays* L.) (Trabajo de titulación) (Licenciatura). [En línea] Universidad Nacional de Huancavelica, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Agronomía. (Huancavelica, Perú). 2021. pp. 97-101. [Consulta: 2022-02-05]. Disponible en: <http://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/4024/TESIS-2021-AGRONOM%c3%8dA-FARFAN%20CRUZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

GAMARRA, C., et al. *Relación Carbono-Nitrógeno en Suelos de Sistemas Silvopastoriles del Chaco Paraguayo*. [En línea]. Universidad Nacional de Asunción. Facultad de Ciencias Agrarias. (San Lorenzo, Paraguay). 2018. p. 22. [Consulta: 2022-02-06]. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/remcf/v9n46/2007-1132-remcf-9-46-4.pdf>

GARAVITO, L. Relación Entre la Producción de Biogás y Biol a Partir de Restos de Trucha y Estiércol Vacuno. (Trabajo de titulación) (Licenciatura). [En línea] Universidad Científica del Sur, Facultad de Ciencias Ambientales, Carrera Profesional de Ingeniería Ambiental. (Lima, Perú). 2018, p.29. [Consulta: 2021-02-05]. Disponible en: https://repositorio.cientifica.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12805/538/TL_Garavito-Ruas.pdf?sequence=5&isAllowed=y

GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE RIOMBAMBA (GADMR). Reserva De Producción De Fauna Chimborazo. *Guía del patrimonio de áreas naturales protegidas del ...* [En línea], 2018 (Ecuador). Vol. 389, no. 03, p.1. [Consulta: 2021-02-05]. Disponible en: <https://files.goraymi.com/2018/07/18/f817406be488cdc81773ab9e3aa7d07f.pdf>

GONZALES, M. Estandarización de las metodologías para el análisis de pH, alcalinidad y turbidez en muestras de agua potable en el laboratorio de la asociación municipal de acueductos comunitarios de Dosquebradas (AMAC). (Trabajo de titulación) (Tecnólogo). [En línea] Universidad Tecnológica de Pereira, Facultad de Tecnología, Escuela de Tecnología Química, Programa de Tecnología Química. (Pereira, Colombia). 2015, p.23. [Consulta: 2022-06-08]. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/71398369.pdf>

GONZALES, Y. Los Actinomicetos: Una Visión Como Promotores de Crecimiento Vegetal. (Trabajo de Grado) (Licenciatura). [En línea]. Pontificia Universidad Javeriana, Facultad De Ciencias, Carrera De Microbiología Agrícola Y Veterinaria. (Bogotá, Colombia). 2010, pp.1 - 4. [Consulta: 2021-11-25]. Disponible en: <https://repositorio.flacsoandes.edu.ec/bitstream/10469/2461/4/TFLACSO-2010ZVNBA.pdf>

GUEVARA, B. Aislamiento y Caracterización Morfológica de Cepas Nativas de Actinomicetos y su Actividad Antagónica contra *Ralstonia solanacearum*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* y *Salmonella sp.* (Trabajo de titulación) (Licenciatura). [En línea] Escuela Agrícola Panamericana, Carrera de Ingeniería en Ambiente y Desarrollo. (Zamorano, Honduras). 2017, pp. 1-35. [Consulta: 2021-02-05]. Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/29cc82a6-6cc6-44cf-b197-f66e15ab1e20/content>

HANSEN, G. *Determinación de Humedad Gravimétrica de Suelos. Su Correlación con Sensores de Humedad.* Centro de Estudios Hidro-Ambientales (FICH-UNL). [En línea]. (Argentina). 2015.

pp. 1-4. [Consulta: 2022-02-05]. Disponible en:
<https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8443/bitstream/handle/11185/1478/8.4.6.pdf>

HUACHI, L. Mejoramiento del Suelo Mediante la Producción de un Abono Orgánico a Partir de Estiércol Animal, en el Parque Metropolitano de Quito (Tesis de grado) (Maestría). [En línea] Universidad Internacional SEK, Facultad de Ciencias Ambientales, Maestría en Gestión Ambiental. (Quito, Ecuador). 2008. pp. 23-24. [Consulta: 2022-02-05]. Disponible en: <https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/193/1/MEJORAMIENTO%20DEL%20SUELO%20MEDIANTE%20LA%20PRODUCCION%20DE%20UN%20ABONO%20ORGANICO.pdf>

IGUÁCEL, F., ORÚS, F., & YAGÜE, M. *Uso de los Estiércoles en la Fertilización Agrícola, y su Justificación en Relación con la Normativa Aragonesa.* Informaciones Técnicas. Dirección General de Desarrollo Rural. Centro de Transferencia Agroalimentaria. [En línea]. (Aragón, Cataluña). 2010. p. 6. No. 219. [Consulta: 2022-02-05]. Disponible en: https://digital.csic.es/bitstream/10261/31118/1/YagueRM_InfTecn_2010a.pdf

JÁCOME, M. Aprovechamiento del Estiércol de Ganado Vacuno como Abono líquido. (Tesis) (Licenciatura). [En línea]. Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ingeniería Química, Carrera de Ingeniería Química. (Quito, Ecuador). 2015. p.9. [Consulta: 2022-02-05]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/3789/1/T-UCE-0017-98.pdf>

JULCA, A., MENESES, L., BLAS, R., & Bello, S. La Materia Orgánica, Importancia y Experiencias de su Uso en la Agricultura. IDESIA. [en línea]. (Chile). 2006. vol. 24. No. 1. pp.50-51. [Consulta: 2022-02-05]. Disponible en: <https://www.scielo.cl/pdf/idesia/v24n1/art09.pdf>

LAKER, J., BALDO, J., ARZAMENDIA, Y., & YACOBACCIO, H. *"La vicuña en los Andes"*. [en línea], 2006 (Argentina) pp. 1-12. [Consulta: 2021-11-25]. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/228491106>.

LUNA, J. Potencial energético del biogás producido en biodigestores tipo Batch para excretas provenientes de ganado vacuno, camélido y equino de la Universidad Científica del Sur (Tesis) (Licenciatura). [En línea]. Universidad Científica del Sur, Facultad de Ciencias Ambientales, Carrera Profesional de Ingeniería Ambiental. (Lima, Perú). 2018, p. 29. [Consulta: 2021-11-25]. S.l.: s.n. Disponible en: <http://repositorio.cientifica.edu.pe:8080/xmlui/handle/UCS/701>.

LUDEÑA, W., et al. *Programa Institucional Plan de Impacto Rápido de Lucha Contra las Drogas*. Manuel para el Diseño y Producción de Módulo de Manejo Sostenible – Vivero Forestal. [En línea]. (Lima, Perú). 2012. p. 36. ISBN: 978-612-45457-1-9. [Consulta: 2022-02-05]. Disponible en: <https://issuu.com/dialn/docs/manualvivero/38>

LUQUE, R. Evaluación del manejo del estiércol y la fertilidad del suelo en parcelas agrícolas de las comunidades de Chinchaya y Cohani del municipio De Ancoraimes (Tesis de Grado) (Licenciatura). [En línea]. Universidad Mayor De San Andrés, Facultad De Agronomía, Carrera De Ingeniería Agronómica. (La Paz, Bolivia). 2013, pp. 16-17. [Consulta: 2021-11- 25]. S.l.: s.n. Disponible en: <http://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/6000/T2125.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

MACEDA, W. Efecto de Compost y Estiércol de Ovino en el Cultivo de Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) – Villa Patarani Altiplano Central. (Trabajo de titulación) (Licenciatura). [En línea] Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía, Carrera de Ingeniería Agronómica. (La Paz, Bolivia). 2015. p.14 [Consulta: 2021-11-24]. Disponible en: <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/5652/T-2062.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

MACEDO, D. Efecto de la Aplicación del Estiércol de Vaca Sobre la Producción de forraje de la Especie *Pennisetum sp* (MARALFALFA) en Condiciones del Valle de Alto Mayo (Trabajo de titulación) (Licenciatura). [En línea] Universidad Privada Antenor Orrego, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Medicina Veterinaria y Zootecnia. (Trujillo, Perú). 2015. p. 13

MENGEL, K., y KIRKBY, E.A. “*Principios de nutrición vegetal*”. Instituto Internacional del Potasio. [En línea]. 2000. 1era Ed. pp. 11-13. [Consulta: 2022-05-25]. Disponible en: https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/66737/mod_resource/content/2/PRINCIPIOS%20DE%20NUTRICI%C3%93N%20VEGETAL.pdf

MINISTERIO DEL AMBIENTE, AGUA Y TRANSICIÓN ECOLÓGICA. (MAATE). *Reserva de Producción de Fauna Chimborazo, 26 años de protección*. [En línea]. 2013. Par. 1-3. [Consulta: 2021-11-18]. Disponible en: <https://www.ambiente.gob.ec/reserva-deproduccion-de-fauna-chimborazo-26-anos-de-proteccion/>

MIRANDA, R., LOSCANO, M., CABALLERO, A., & BOSQUE, H. “*Influencia de la Dosis de Estiércol Ovino y Bioinsumo en la Mineralización del Nitrógeno*”. *RIIARn*. [En línea]. 2014, vol.1, núm.1. pp.92-98. [Consulta: 2022-02-06]. Disponible en: http://www.scielo.org/bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2409-16182014000100012&lng=es&nrm=iso. ISSN 2409-1618.

MORALES, A., & RODRÍGUEZ, N. *La vicuña ecuatoriana y su entorno Ecuador mamallaktapi tiyak wikuña paypak kuskapi*. [En línea]. 2017. pp. 12-28 [Consulta: 2021-11-25]. S.l.: s.n. ISBN 978-9942-8611-1-5. Disponible en: http://maetransparente.ambiente.gob.ec/documentacion/Biodiversidad/LA_VICUÑA_ECUTORIANA.pdf.

MORALES, S. Relación De La Respiración Edáfica Con Las Propiedades Físico-Químicas De Los Suelos De La Microcuenca Del Río Guano, Provincia De Chimborazo (Trabajo de Titulación) (Licenciatura). [En línea] Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, Facultad De Ciencias, Carrera Química. (Riobamba, Ecuador). 2020. p. 7. [Consulta: 2021-11-25]. S.l.: s.n. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/14255>.

PARRA, C. Caracterización de Poblaciones Microbianas en Dos Tipos de Estiércol, Durante el Proceso de Compostaje. (Trabajo de Grado) (Licenciatura). [En línea] Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias, Carrera de Microbiología Agrícola y Veterinaria. (Bogotá, Colombia). 2008. p. 9. [Consulta: 2021-11-25] S.l.: s.n.

PICADO, J., & AÑASCO, A. *Preparación y Uso de Abonos Orgánicos Sólidos y Líquidos*. [En línea]. Serie Agricultora Orgánica No. 8. (San José, Costa Rica). 2005. p.16. [Consulta: 2022-02-06]. Disponible en: [https://www.ciaorganico.net/documypublic/641_Abonos_organicos_\(1\).pdf](https://www.ciaorganico.net/documypublic/641_Abonos_organicos_(1).pdf)

QUIPUZCO, L., BALDEÓN, W., & TANG, O. “*Evaluación de la Calidad de Biogás y Biol a Partir de Dos Mezclas de Estiércol de Vaca en Biodigestores Tubulares de PVC*”. *Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica* [En línea], 2011, p. 2. ISSN 1561-0888. [Consulta: 2021-11-25]. Disponible en: DOI 10.15381/iigeo.v14i27.690.

RAMÍREZ, J., PARRA, J., & ADALUCY, A. “*Análisis de técnicas de recuento de microorganismos*”. [En línea]. Universidad Libre Pereira. (Colombia). 2018. pp. 1-8. [Consulta: 2022-02-06]. Disponible en:

https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/mente_joven/article/download/3665/3060/6051#:~:text=El%20recuento%20en%20placa%20es,en%20una%20placa%20de%20Petri.

RAMOS, D., & TERRY, E. *Revisión bibliográfica generalidades de los abonos orgánicos: 24 importancia del bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas.* [En línea], 2014, (Cuba), vol. 35, no. 4, pp. 52-59. ISSN 1819-4087. [Consulta: 2021-11-25]. Disponible en: <http://ediciones.inca.edu.cu>.

ROJAS, R. Efecto de Abonos Orgánicos en el Rendimiento y Composición Química de la Quinua (*Chenopodium quinoa w.*) Variedad Hualhuas, en el Distrito de Huando – Región Huancavelica (Trabajo de titulación) (Licenciatura). [En línea] Universidad de Huancavelica, Facultad de Ciencias de Ingeniería, Escuela Académico Profesional de Zootecnia. (Huancavelica, Perú). 2015. p.18 [Consulta: 2022-02-04]. Disponible en: <https://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/764/TP%20-%20UNH%20ZOOT.%200036.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

SABOGAL, S., et al. Morfología Y Clasificación De Los Hongos. Segunda Sección. [En línea]. Colombia. 2020. p.5. [Consulta: 2022-06-20]. Disponible en: http://ciencias.bogota.unal.edu.co/fileadmin/Facultad_de_Ciencias/Publicaciones/Imagenes/Portadas_Libros/Biologia/Morfologia_y_Clasificacion_de_los_Hongos/Morfologia_y_clasificacion_de_los_hongos_libro.pdf

SALAZAR, E., et al. “Distribución de nitrógeno disponible en suelo abonado con estiércol bovino en maíz forrajero”. *Terra Latinoam* [En línea]. 2009, vol.27, n.4. pp.373-382. [Consulta: 2022-02-06]. ISSN 2395-8030. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792009000400012&lng=es&nrm=iso

SÁNCHEZ, M., et al. "*¿Qué son los microbios?*". *Ciencia*. [En línea], 2017, vol. 68, pp. 11-16. [Consulta: 2021-11-25]. Disponible en: https://www.amc.edu.mx/revistaciencia/images/revista/68_2/PDF/QueSonMicrobios.pdf

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES. *NORMA Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000, Que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, estudios, muestreo y análisis.* Segunda Sección. [En línea]. México.

2002. p.13. [Consulta: 2022-05-25]. Disponible en:
<http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Federal/wo69255.pdf>

SOLÍS, Y., ZÚÑIGA, L., & MORA, D. "La conductividad como parámetro predictivo de la dureza del agua en pozos y nacientes de Costa Rica". *Revista Tecnología en Marcha* [En línea]. 2018, (Costa Rica), vol. 31, no. 1, pp.35-37. ISSN 0379-3982. [Consulta: 2021-11-25]. Disponible en: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/tem/v31n1/0379-3982-tem-31-01-35.pdf>.

STANIER, R. *Microbiología*. [En línea]. 2da Edición. Barcelona, España: Editorial Reverté. S.A., 1988, p.1. [Consulta: 2021-11-25].

SORIA, M., et al. "Producción de biofertilizantes mediante biodigestores de excreta líquida de cerdo". *Terra Latinoamericana*. [En línea]. México. 2001. vol. 19, núm. 4. pp. 353-362. [Consulta: 2022-05-25]. E-ISSN: 2395-8030. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/573/57319408.pdf>

TELLEZ, L., et al. "Estabilización de la bosta de caballo mediante un proceso aeróbico similar al compostaje". *Rev. Soc. Quím. Perú* [En línea]. 2019, vol.85, n.1. pp.25-33. [Consulta: 2022-02-04]. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2019000100004&lng=es&nrm=iso. ISSN 1810-634X.

TELLO, L. Efecto de la Aplicación Directa e Indirecta de Azufre en los Cultivos de Cebolla y Papa Bajo Condiciones de Campo e Invernadero. (Trabajo de titulación) (Magister). [En línea] Universidad Nacional Agraria La Molina, Escuela de Post-Grado, Especialidad de Suelos. (Lima, Perú). 1999. p. 14. [Consulta: 2021-02-04]. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/1775/F04-T44-T.pdf?sequence=8&isAllowed=y>

URUCHI, A. Evaluación de Tres Fuentes de Sustratos en la Producción de Humus de Lombriz Roja (*Eisenia foetida*) en el Cantón Santiago de Llalagua Comunidad Juiracollo Provincia Aroma Departamento de la Paz (Trabajo de titulación) (Licenciatura). [En línea] Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía, Carrera de Ingeniería Agronómica. (La Paz, Bolivia). 2018. p.5. [Consulta: 2021-11-24]. Disponible en: <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/26210/TD-2919.pdf?sequence=1&isAllowed=y>





VARGAS, T., & KUNO, A. “*Morfología bacteriana*”. Revista de Actualización Clínica. [En línea], 2014. Vol. 49, no. 2, pp. 2595. [Consulta: 2022-06-19]. Disponible http://metabase.uaem.mx/bitstream/handle/123456789/1466/280_2.pdf?sequence=1#:~:text=Las%20bacterias%20pueden%20presentar%20ciertas,que%20forman%20ped%C3%BAnculos%20no%20celulares.

VÁZQUEZ, E., & ROJAS, T. *pH: Teoría y 232 problemas* [En línea]. (México D.F, México). s.n. ISBN 9786072806894. [Consulta: 2021-11-25]. Disponible en: <http://www.cua.uam.mx/pdfs/conoce/libroselec/17pHTeoriayproblemas.pdf>

VEGA, A. Caracterización De La Diversidad Microbiana Presente En Suelos De Tres Ecosistemas De La Microcuenca Del Río Chimborazo (Tesis de Grado) (Ingeniero). [En línea]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Carrera De Ingeniería Agronómica. (Riobamba, Ecuador). 2019. p. 14. [Consulta: 2022-06-16]. S.l.: s.n. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/14128/1/13T00922.pdf>

ANEXOS

ANEXO A: RECONOCIMIENTO DE LAS ZONAS DE TOMA DE MUESTRAS.

	
<p>A1. Zona 1 - Provincia de Chimborazo, Cantón Riobamba, Parroquia San Juan</p>	<p>A2. Zona 1 - Provincia de Chimborazo, Cantón Riobamba, Parroquia San Juan</p>
	
<p>A3. Zona 2 - Provincia de Tungurahua, Cantón Ambato, Parroquia Pilahuín.</p>	<p>A4. Zona 2 - Provincia de Tungurahua, Cantón Ambato, Parroquia Pilahuín.</p>

ANEXO B: TOMA DE MUESTRAS EN EL CAMPO



B1. Recolección de muestras Zona 1



B2. Recolección de muestras Zona 2



B3. Medición de temperatura del estiércol de vicuña



B4. Recolección del estiércol en fundas herméticas

ANEXO C: ACTIVIDADES EN EL LABORATORIO GIDAC- ESPOCH.



C1. Análisis de pH



C2. Etiquetado de muestras



C3. Secado de las muestras de estiércol



C4. Tamizaje de las muestras de estiércol


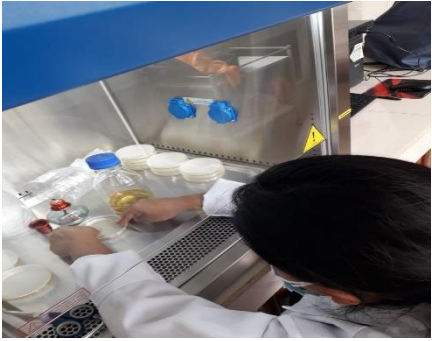


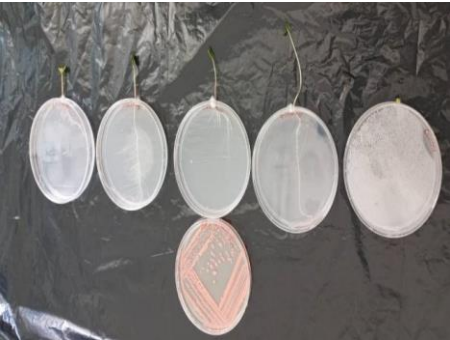



C5. Muestra del estiércol en crisoles sobre la estufa









C7. Uso de la mufla para la determinación de COT y MO.

ANEXO D: ACTIVIDADES EN EL LABORATORIO RECURSOS NATURALES- ESPOCH

	
<p>D1. Pesaje de los diferentes tipos de agares</p>	<p>D2. Colocación del medio de cultivo en cajas de Petri</p>
	
<p>D3. Siembras de microorganismos sobre medios de cultivo en cajas de Petri</p>	<p>D4. Diferentes tipos de hongos sobre Agar Papa Dextrosa</p>
	
<p>D5. Promoción de desarrollo radicular de semillas de rábano (<i>Raphanus sativus</i>)</p>	<p>D6. Registro de datos de la longitud de raíces y tallos de rábano (<i>Raphanus sativus</i>)</p>

ANEXO E: RESULTADOS DEL BIOFERTILIZANTE

	
<p>E1. Materiales utilizados en la elaboración del biofertilizante</p>	<p>E2. Elaboración del biofertilizante</p>
	
<p>E3. Biofertilizante 0 horas</p>	<p>E4. Biofertilizante 24 horas</p>
	
<p>E5. Biofertilizante 48 horas</p>	<p>E6. Biofertilizante 72 horas</p>



E7. Biofertilizante 96 horas

**ANEXO F: CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE LOS MICROORGANISMOS
PRESENTES EN LAS MUESTRAS DE ESTIÉRCOL DE VICUÑA**

**CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE LOS MICROORGANISMOS
BACTERIAS, HONGOS Y ACTINOMICETOS PRESENTES EN LAS MUESTRAS
DE ESTIÉRCOL DE VICUÑA**

ZON A	Muestra	Características	Caracterización de Bacterias (AN)	Caracterización de Actinomicetos (AV)	Caracterización de Hongos (PDA)
ZON A 1	MV.01_ L1	Elevación	Umbeliforme	Convexo	Umbilicado
		Borde	Lobulado	Filamentoso	Filamentoso
		Forma	Circular	Circular	Filamentosa
	MV.02_ L1	Elevación	Umbeliforme	Umbilicado	Umbilicado
		Borde	Entero	Lobulado	Filamentoso
		Forma	Circular	Circular	Filamentosa
ZON A 2	MV.01_ L2	Elevación	Umbeliforme	-	Convexo
		Borde	Entero	-	Entero
		Forma	Circular	-	Circular
	MV.02_ L2	Elevación	Umbeliforme	-	Umbeliforme
		Borde	Lobulado	-	Filamentoso
		Forma	Circular	-	Filamentosa

ANEXO G: CRECIMIENTO DE TALLOS Y RAÍCES DE RÁBANO (*Raphanus sativus*)

TALLO Y RAÍZ OBTENIDOS EN LA GERMINACIÓN DE SEMILLAS EXPUESTAS A BACTERIAS, HONGOS Y ACTINOMICETOS PRESENTES EN LAS MUESTRAS DE ESTIÉRCOL DE VICUÑA

ZONA	MUESTR A	CÓDIGO	TALLO/RAÍZ	AGAR NUTRITIVO (Bacterias)	AGAR AVENA (Actinomicetos)	AGAR PAPA DEXTROSA (Hongos)
ZONA 1	MV.01_L1	MV.01_L1-R1	Tallo	1 cm	3 cm	1 cm
			Raíz	1 cm	10 cm	2,5 cm
		MV.01_L1-R2	Tallo	1 cm	1,5 cm	5 cm
			Raíz	2 cm	12 cm	12 cm
	MV.02_L1	MV.02_L1-R1	Tallo	2 cm	1 cm	2 cm
			Raíz	8 cm	8 cm	16 cm
		MV.02_L1-R2	Tallo	3 cm	1 cm	2 cm
			Raíz	5 cm	8,5 cm	20 cm
ZONA 2	MV.01_L2	MV.01_L2-R1	Tallo	3 cm	-	3,5 cm
			Raíz	4 cm	-	6,5 cm
		MV.01_L2-R2	Tallo	3,5 cm	-	6 cm
			Raíz	8 cm	-	12 cm
	MV.02_L2	MV.02_L2-R1	Tallo	2,5 cm	-	2 cm
			Raíz	4 cm	-	8 cm
		MV.02_L2-R1	Tallo	1 cm	-	3,5 cm
			Raíz	2 cm	-	22 cm

ANEXO H: RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICA

RESULTADOS CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICA

ZONA	Muestra	pH Húmedo	Conductividad Eléctrica Húmedo	pH Seco	Conductividad Eléctrica Seco	% Humedad	% Materia Orgánica	% Carbono Orgánico	Capacidad de Retención de Agua ml g-1	Densidad	Carbono Hidrosoluble
ZONA 1	V.01_L1	8.55	825.5	7.23	153	48.77	18.9	10.94	0.75	0.72	2.2
	V.02_L1	8.33	495	7.22	169	50.04	24.8	14.41	0.66	0.77	1.8
	V.03_L1	8.33	768	7.62	193	52.55	23.9	13.84	0.81	0.83	3.8
	V.04_L1	8.58	858	7.72	724	46.8	23.8	13.78	0.99	0.65	1.3
	V.05_L1	8.47	1016	7.67	271.5	49.34	22.4	13	0.42	0.76	2.4
	V.06_L1	8.29	1132.5	7.26	313.5	49.36	24.4	14.15	0.55	0.6	3.3
ZONA 2	V.01_L2	9.71	365.5	7.47	390.5	61.79	60.1	34.84	0.45	0.33	2.5
	V.02_L2	9.52	483	7.78	422	63.01	67.9	39.36	0.37	0.3	2.2
	V.03_L2	9.55	260	7.25	303.5	54.1	62.6	36.31	0.55	0.32	1.8
	V.04_L2	9.45	364	7.5	323	67.94	60.8	35.29	0.97	0.39	3.1
	V.05_L2	9.56	368	7.78	293	66.01	61.2	35.48	0.52	0.41	2.1
	V.06_L2	9.69	396	7.72	302	65.67	67.3	39.05	0.95	0.42	2.3
	V.07_L2	9.46	532.5	7.25	430.5	72.56	36	20.91	0.18	0.32	2.2
	V.08_L2	9.51	329	7.56	586	73.57	22.5	13.07	0.22	0.39	1.5
	V.09_L2	9.81	394.5	7.45	425.5	73.48	26.9	15.59	0.33	0.33	0.8
	V.10_L2	9.65	327	7.31	439.5	64.41	32.2	18.69	0.42	0.32	0.7

ANEXO I: RESULTADOS DE LA CUANTIFICACIÓN DE MACRO Y MICROELEMENTOS

CUANTIFICACIÓN DE MACRO Y MICROELEMENTOS

ZONA	Muestra	%N	%C	%H	%P	%K	%Ca	%Mg	%Na	%S	ppm Fe	ppm Mn	ppm Cu	ppm Zn
ZONA 1	V.01_L1	3.60	7.45	1.11	1.20	1.32	4.20	1.99	0.42	0.48	450.00	122.00	15.00	122.00
	V.02_L1	1.50	11.63	1.71	0.55	0.99	3.30	0.88	0.25	0.33	220.00	98.00	10.00	99.00
	V.03_L1	4.70	10.38	1.57	1.10	1.50	5.30	1.22	0.66	1.22	362.00	150.00	22.00	140.00
	V.04_L1	2.20	10.11	1.51	1.80	1.70	3.50	0.99	0.55	0.65	330.00	92.00	8.00	60.00
	V.05_L1	2.70	11.79	1.80	1.30	2.20	1.70	0.84	0.21	1.10	109.00	85.00	6.00	109.00
	V.06_L1	1.90	10.70	1.60	1.70	1.10	2.80	0.94	0.25	0.42	111.00	99.00	11.00	133.00
ZONA 2	V.01_L2	2.70	41.70	5.48	1.50	1.40	3.30	1.12	0.33	0.54	350.00	145.00	12.00	79.00
	V.02_L2	1.70	43.05	6.11	1.10	1.12	2.80	0.74	0.28	0.23	233.00	122.00	17.00	88.00
	V.03_L2	3.20	44.79	4.71	1.00	1.45	4.50	1.10	0.51	1.12	212.00	159.00	25.00	93.00
	V.04_L2	4.30	42.57	5.54	1.90	1.90	3.70	2.41	0.70	1.45	395.00	122.00	16.00	112.00
	V.05_L2	3.10	44.35	6.32	1.70	1.50	1.50	0.77	0.32	1.13	122.00	108.00	11.00	69.00
	V.06_L2	3.90	40.22	4.63	2.10	1.33	2.20	0.68	0.45	0.55	147.00	177.00	30.00	140.00
	V.07_L2	1.20	29.82	4.36	1.10	1.40	1.20	0.55	0.31	0.22	108.00	97.00	18.00	18.00
	V.08_L2	1.80	11.77	1.73	1.30	1.20	0.99	0.12	0.27	0.10	98.00	101.00	12.00	27.00
	V.09_L2	1.60	16.70	2.44	0.99	1.50	2.10	0.22	0.19	0.19	113.00	88.00	9.00	20.00
	V.10_L2	1.00	13.42	2.01	1.80	1.10	0.88	0.30	0.17	0.11	99.00	99.00	7.00	12.00

ANEXO J: RESULTADOS BIONIKA LABS



ANÁLISIS DE ABONOS ORGANICOS- PSL 269

Remitente: Ing. Vanessa Tapia

Teléfono: 0998589851

Provincia: Chimborazo

Orden de trabajo: PSL 269

Tipo de análisis: Elementos minerales solubles y disponibles.

Empresa: no reportado

email: daniela-tapia2011@hotmail.com

Localidad: no reportado

Factura No.: 2

RESULTADOS

PARAMETRO	MUESTRAS ANALIZADAS					
	V01	V02	V03	V04	V05	V06
pH	8.1	7.6	7.9	8.5	8.0	7.7
Conductividad Electrica mS/cm	0.32	0.23	1.6	0.33	0.52	0.64
Materia orgánica %	45	39	51	40	55	38
N total %	3.6	1.5	4.7	2.2	2.7	1.9
P %	1.2	0.55	1.1	1.8	1.3	1.7
K %	1.32	0.99	1.5	1.7	2.2	1.1
Ca %	4.2	3.3	5.3	3.5	1.7	2.8
Mg %	1.99	0.88	1.22	0.99	0.84	0.94
Na %	0.42	0.25	0.66	0.55	0.21	0.25
S %	0.48	0.33	1.22	0.65	1.10	0.42
Fe ppm	450	220	362	330	109	111
Mn ppm	122	98	150	92	85	99
Cu ppm	15	10	22	8	6	11
Zn ppm	122	99	140	60	109	133
Relación C/N	6.9	14.66	6.5	10	12.99	21.57
Capacidad de retención de agua ml g ⁻¹	0.75	0.66	0.81	0.99	0.42	0.55
Densidad	0.72	0.77	0.83	0.65	0.76	0.60
Humedad %	39	31	42	40	33	28
Carbono Orgánico Total (COT) %	25	22	31	20	35	41
Carbono hidrosoluble (COH) %	2.2	1.8	3.8	1.3	2.4	3.3

ANALISIS DE ABONOS ORGANICOS- PSL 285

Remitente: Ing. Vanessa Tapia

Teléfono: 0998589851

Provincia: Chimborazo

Orden de trabajo: PSL 285

Tipo de análisis: Elementos minerales solubles y disponibles.

Empresa: no reportado

email: daniela-tapia2011@hotmail.com

Localidad: no reportado

Factura No.: 2

RESULTADOS

PARAMETRO	MUESTRAS ANALIZADAS									
	V01L2-P7	V02L2-P8	V03L2-P9	V04L2P-10	V05L2P-11	V06L2P12	V07L2P13	V08L2P14	V09L2P15	V10L2P16
pH	9.3	9.9	9.4	10.2	9.6	10.9	10.7	9.2	11.5	11.0
Conductividad Electrica mS/cm	0.35	0.23	0.36	0.87	0.56	1.28	0.05	0.16	0.18	0.01
Materia orgánica %	55	40	53	55	42	60	29	38	40	22
N total %	2.7	1.7	3.2	4.3	3.1	3.9	1.2	1.8	1.6	1.0
P %	1.5	1.1	1.0	1.9	1.7	2.1	1.1	1.3	0.99	1.8
K %	1.4	1.12	1.45	1.9	1.5	1.33	1.4	1.2	1.5	1.1
Ca %	3.3	2.8	4.5	3.7	1.5	2.2	1.2	0.99	2.1	0.88
Mg %	1.12	0.74	1.10	2.41	0.77	0.68	0.55	0.12	0.22	0.30
Na %	0.33	0.28	0.51	0.70	0.32	0.45	0.31	0.27	0.19	0.17
S %	0.54	0.23	1.12	1.45	1.13	0.55	0.22	0.10	0.19	0.11
Fe ppm	350	233	212	395	122	147	108	98	113	99
Mn ppm	145	122	159	122	108	177	97	101	88	99
Cu ppm	12	17	25	16	11	30	18	12	9	7
Zn ppm	79	88	93	112	69	140	18	27	20	12
Relación C/N	11.42	15.88	12.18	10.46	10.64	12.3	18.33	10.55	10.62	18.0
Retención de agua ml g ⁻¹	0.45	0.37	0.55	0.97	0.52	0.95	0.18	0.22	0.33	0.42
Densidad	0.33	0.30	0.32	0.39	0.41	0.42	0.32	0.39	0.33	0.32
Humedad %	40	50	45	38	53	29	45	30	27	20
Carbono Orgánico Total (COT) %	38	27	39	45	33	48	22	19	17	18
Carbono hidrosoluble (COH) %	2.5	2.2	1.8	3.1	2.1	2.3	2.2	1.5	0.8	0.7

Dr. Carlos Falconi Ph.D.

LABORATORIOS

drfalconi-labs@biosoftware.de

999796977 – 0988087239 – 0989012431-6023531

ANEXO K: REPORTE URKUND



Document Information

Analyzed document	DomenicaSantillan_VanesaTapia.docx (D140526080)
Submitted	6/16/2022 4:50:00 PM
Submitted by	Magdy Echeverria
Submitter email	magdy.echeverria@espoch.edu.ec
Similarity	3%
Analysis address	magdy.echeverria_espoch@analysis.orkund.com

Sources included in the report

SA	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO / byronpania.docx Document byronpania.docx (D134203598) Submitted by: magdy.echeverria@espoch.edu.ec Receiver: magdy.echeverria_espoch@analysis.orkund.com		1
SA	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO / Tovar_Guarochico_danielTesis.docx Document Tovar_Guarochico_danielTesis.docx (D127411472) Submitted by: andres.beltran@espoch.edu.ec Receiver: abeltran_espoch@analysis.orkund.com		1
SA	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO / JUMBO MIRIAM & MONAR JOHANNA.docx Document JUMBO MIRIAM & MONAR JOHANNA.docx (D104974089) Submitted by: nerazo@espoch.edu.ec Receiver: nerazo_espoch@analysis.orkund.com		2
W	URL: http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/1865019420001_Diagnostico_GADPR%20Pilahuin_15-05-2015_17-33-52.pdf Fetched: 1/8/2021 3:34:24 AM		1
W	URL: http://www.dspace.uce.edu.ec:8080/bitstream/25000/1549/1/T-UCE-0005-309.pdf Fetched: 1/10/2021 2:48:28 AM		2
SA	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO / LizbethAllauca-JenniferAyala.docx Document LizbethAllauca-JenniferAyala.docx (D106566902) Submitted by: magdy.echeverria@espoch.edu.ec Receiver: magdy.echeverria_espoch@analysis.orkund.com		6

Entire Document

INTRODUCCIÓN

La vicuña es una especie reintroducida al Ecuador desde Perú y Bolivia, siendo la subespecie vicuña norteña (*Vicugna vicugna mensalis*) la cual reside ahora en las faldas del Chimborazo. La importancia de tener esta especie como objeto de conservación, se debe a la fibra blanca que es de interés económico, sin embargo, en algunos casos se permite capturarlas para la obtención de su fibra con la condición de ser liberadas a su medio tras ser esquiladas (Morales y Rodríguez, pp. 12-13). Debido a que no se han determinado otros propósitos de uso de esta especie, se ha considerado el potencial de sus residuos, como en este caso el estiércol de vicuña, debido a las características que presentan, considerando el manejo integral que permita generar un producto científicamente comprobado, mismo que transformado en un biofertilizante, tiene el potencial de convertirse en un potencial producto que genere desarrollo, económico a las comunidades, de la mano con el uso sustentable. El presente estudio se enfoca al análisis del estiércol de la vicuña en dos ecosistemas de herbazal: Herbazal Inundable de Páramo y Herbazal Ultra húmedo de Páramo; con la finalidad de caracterizar sus propiedades, efectos, variabilidad y condiciones de los medios donde fueron estudiados. De los 21 puntos de monitoreo de presencia de vicuñas, se escogieron 16 puntos para la recolección del estiércol, formando muestras compuestas, se realizó una caracterización fisicoquímica y microbiológica para aprovechar sus cualidades incorporándolo en el biofertilizante líquido de JADAM.

Planteamiento del Problema



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: 08 / 07 / 2022

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: Vanesa Daniela Tapia Cevallos Doménica Stefannya Santillán Villareal
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Ciencias
Carrera: Química
Título a optar: Química
f. Analista de Biblioteca responsable: Ing. Leonardo Medina Ñuste MSc.



1443-DBRA-UTP-2022