

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional Ingeniería Ambiental



Una Institución Adventista

Efecto del biofertilizante utilizando excretas del ganado vacuno, consorcio microbiano y melaza como fuente de nutrientes en cultivos *purple King grass* (pasto morado), en el establo "Los Patitos E.I.R.L" - Chosica

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Autor:

Enma Milagros Barzola Yanqui

Asesor:

Mg. Jackson Edgar Pérez Carpio

Lima, febrero de 2022

DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA DE TESIS

Mg. Jackson Edgardo Pérez Carpio, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: **“Efecto del biofertilizante utilizando excretas del ganado vacuno, consorcio microbiano y melaza como fuente de nutrientes en cultivos purple King grass (pasto morado), en el establo “Los Patitos E.I.R.L” - Chosica”** constituye la memoria que presenta la Bachiller Enma Milagros Barzola Yanqui para obtener el título de Profesional de Ingeniero Ambiental, cuya tesis ha sido realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente declaración en la ciudad de Lima, a los 01 días del mes de marzo del año 2022.



Mg. Jackson Edgardo Pérez Carpio

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Lima, Ñaña, Villa Unión, a los **11 días** día(s) del mes de **febrero** del año 2022 siendo **las 09:30 horas**, se reunieron en modalidad virtual u online sincrónica, bajo la dirección del Señor Presidente del jurado: **Mg. Milda Amparo Cruz Huaranga**, el secretario: **Ing. Orlando Alan Poma Porras**, y los demás miembros: **Mg. Joel Hugo Fernandez Rojas** e **Ing. Nancy Curasi Rafael**, y el asesor **Mg. Jackson Edgardo Pérez Carpio**, con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulada: "Efecto del biofertilizante utilizando excretas del ganado vacuno, consorcio microbiano y melaza como fuente de nutrientes en cultivos purple King grass (pasto morado), en el estable "Los Patitos E.I.R.L." – Chosica"

de el(los)/la(las) bachiller/es: a) **ENMA MILAGROS BARZOLA YANQUI**

.....b)

conducente a la obtención del título profesional de **INGENIERO AMBIENTAL**

(Nombre del Título profesional)

con mención en.....

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (los)/a(la)(las) candidato(a)s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por el(los)/la(las) candidato(a)s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Candidato (a): **ENMA MILAGROS BARZOLA YANQUI**

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
APROBADO	18	A-	Muy bueno	SOBRESALIENTE

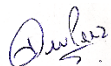
Candidato (b):

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	

(*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó al(los)/a(la)(las) candidato(a)s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

Presidente
Mg. Milda Amparo
Cruz Huaranga



Asesor
Mg. Jackson Edgardo
Pérez Carpio

Miembro
Mg. Joel Hugo
Fernández Rojas



Secretario
Ing. Orlando Alan
Poma Porras

Miembro
Ing. Nancy Curasi
Rafael

Candidato/a (a)
Enma Milagros
Barzola Yanqui

Candidato/a (b)

DEDICATORIA

A Dios por permitirme llegar a este momento muy especial de mi vida.

A mi familia por ser los pilares fundamentales y su apoyo incondicional, desinteresado en cada momento de mi vida.

De igual manera, a mis amistades y docentes de la Universidad Peruana Unión, quienes compartieron sus conocimientos para mi formación profesional.

AGRADECIMIENTO

Agradecer a Dios, porque es quien nos guía y nos da la fortaleza para continuar y poder cumplir objetivos.

Gratitud a mi madre Esperanza, por su apoyo incondicional en diferentes etapas de mi vida y a mis hermanos Margoth, Silvia, por su apoyo en todo el proceso.

A mi asesor Ing. Jackson quien me oriento durante todo el proceso del presente trabajo. Asimismo, a mis dictaminadores Mg. Hugo y Ing. Nancy quienes me guiaron y aportaron sus conocimientos en el desarrollaron del presente estudio.

Agradecimiento al Sr. Elmo Lara Rodríguez, administrador del estable “Los Patitos E.I.R.L”, quien me otorgó el permiso y facilito los medios para el desarrollo del presente estudio.

Finalmente, a mis amigos Luisa, Anita, Vilela quienes siempre me motivaron con sus palabras en todo el proceso para cumplir uno de mis objetivos.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT	xiii
CAPITULO I.....	15
INTRODUCCIÓN.....	15
1.1. Identificación del problema	15
1.2. Justificación de la investigación	17
1.3. Objetivo General	19
1.3.1. Objetivos específicos.....	19
CAPITULO II.....	20
REVISIÓN DE LITERATURA.....	20
2.1. Antecedentes.....	20
2.1.1. Panorama internacional.....	20
2.1.2 Panorama nacional	21
2.2. Marco normativo legal	23
2.3. Marco Teórico	24
2.3.1. Fertilizantes.....	24
2.3.3. Fertilizantes Orgánicos	25
2.3.4. Biofertilizantes en forma Líquido.....	25
2.3.5. Digestión anaeróbica	26
2.3.5.1 Procesos biológicos	27
2.3.5.2. Elementos en la Digestión.....	30
2.3.5.3 Microorganismos Eficientes (EM)	33
2.3.6. Biodigestor	35
2.3.6.1. Sistema de Biodigestores.....	35
2.3.7. Nutrientes necesarios para el desarrollo de los cultivos	36
2.3.6.2. Nitrógeno	37
2.3.6.3. Fósforo.....	37

2.3.6.4. Potasio	38
2.3.8. La ganadería y el medio ambiente	39
2.3.8.1. Impacto ambiental del estiércol	40
2.4. Marco Conceptual.....	42
2.4.1. Biol Acelerado	42
2.4.2. Consorcio de bacterias biolac	43
2.4.4. Melaza.....	44
2.4.6. Cultivo purple King grass (pasto morado).....	45
2.4.6.1. Taxonomía.....	45
2.4.6.2. Siembra	45
2.4.6.3. Clima	46
2.4.6.4 suelo	46
2.4.6.5. Fertilización y producción de forraje	46
2.4.6.5. Enfermedades	47
CAPITULO III.....	48
MATERIALES Y MÉTODOS.....	48
3.1. Descripción del área de estudio	48
3.1.1 Ubicación	48
3.1.2. Características de lugar	49
3.2. Tipo y Diseño de Investigación.....	49
3.3. Análisis estadístico	50
3.4. Identificación de Variables.....	50
3.4.1. Las variables independientes	50
3.4.2. Variables dependientes	51
3.5 Materiales, Equipos e Insumos.....	52
3.6. Descripción del procedimiento.....	53
3.4.1. Insumos.....	54
3.4.2. Activación del Consorcio microbiano	54

3.4.3. Carga de los biodigestores	54
3.4.4. Muestreo de suelo	58
2.4.5. Diseño del área del proyecto	59
2.3.6. Preparación de las parcelas y Siembra.....	60
2.3.5. Dosis aplicada del biofertilizante	60
2.3.6. Evaluación de las variables agronómicas del forraje	61
3.7. Matriz de consistencia	62
CAPITULO IV	63
RESULTADOS Y DISCUCIONES	63
4.1. Evaluación de las propiedades fisicoquímicas del biofertilizante.....	63
4.2. Caracterización física del suelo	66
4.3. Caracterización química del suelo	66
4.4. Características de las variables agronómicas	67
4.4.1. Altura de la planta.....	67
4.4.2. Diámetro del tallo del forraje.....	71
4.4.3. Producción de Forraje	73
4.5. Determinación y Evaluación del efecto de las dosis sobre los parámetros fisicoquímicos del suelo.	76
4.5.1. Potencial de Hidrógeno en suelo(pH).....	76
4.5.2. Conductividad Eléctrica (CE).....	79
4.5.3. Materia Orgánica (MO)	81
4.5.4 Fósforo (P)	83
4.5.5. Potasio (K).....	85
4.5.6. Carbonato de Calcio (CaCO ₃).....	87
4.6. Eficiencia de los tratamientos con respecto al pre y post prueba en cuanto a las propiedades químicas del suelo.....	88
CAPÍTULO.....	93
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	93

5.1. Conclusiones.....	93
5.2. Recomendaciones	95
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	96
ANEXOS	107

ÍNDICES DE TABLA

Tabla 1 Comparación del biofertilizante con los requerimientos mínimos de bioles	26
Tabla 2 Microorganismos anaerobios encontrados en diferentes rangos de temperatura..	31
Tabla 3 Microorganismo encontrados anaerobios en diferentes rangos pH	32
Tabla 4 Producción de estiércol fresco diario	39
Tabla 5 Generación de gases de efecto invernadero por el estiércol	40
Tabla 6 Composición química de biol acelerados.....	42
Tabla 7 Análisis microbiológico del Bio-lac	43
Tabla 8 Insumos, Materiales , Equipos	52
Tabla 9 Determinación del pH	55
Tabla 10 Descripción de los tratamientos	60
Tabla 11 Parámetros de análisis organolépticos para las proporciones evaluadas	63
Tabla 12 Valores de pH del biofermentos.....	64
Tabla 13 Composición química del biofertilizante líquido.....	65
Tabla 14 Características físicas del suelo.....	66
Tabla 15 Análisis de fertilidad del suelo Pre-Tratamiento.....	67
Tabla 16 Análisis de Varianza – ANOVA de la altura del forraje purple King grass	68
Tabla 17 comparación de medias de las dosis en la altura del forraje a través de turkey..	68
Tabla 18 Análisis de Varianza –ANOVA del diámetro del tallo del forraje purple King grass.....	71
Tabla 19 Comparación de medias de las dosis en el diámetro del forraje a través de turkey	72
Tabla 20 Análisis de Varianza – ANOVA rendimiento del forraje purple King grass en (kg/m ²).....	74
Tabla 21 Comparación de medias del rendimiento del forraje a través de turkey (kg/h-1)	74
Tabla 22 Análisis de la varianza ANOVA – de potencial de hidrógeno del suelo (pH)...	76
Tabla 23 Comparación de medias del pH del suelo con respecto a los tratamientos aplicados	77

Tabla 24 Análisis de Varianza ANOVA – de Conductividad Eléctrica (CE).....	79
Tabla 25 Análisis de Varianza ANOVA – de porcentaje de Materia Orgánica (MO)	81
Tabla 26 Comparación de medias del contenido del % materia orgánica del suelo con respecto a los tratamientos aplicados.	81
Tabla 27 Análisis de Varianza ANOVA – de Fósforo(P).....	83
Tabla 28 Análisis de Varianza ANOVA- de potasio (K).....	85
Tabla 29 Comparación de medias del contenido de potasio en el suelo con respecto a los tratamientos aplicados.	86
Tabla 30 Prueba de Kruskal Wallis – de porcentaje de Carbonato de Calcio (CaCO ₃)...	88
Tabla 31 Propiedades químicas del suelo con respecto a la pre y post prueba de la aplicación de biofertilizante.....	89

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Digestión Anaerobia (Martí et al., 2015).....	30
Figura 2 Ubicación geográfica de lugar de estudio.....	48
Figura 3 Distribución de los tratamientos DBCA	50
Figura 4 Proceso de la investigación de la primera etapa	53
Figura 5 Biodigestores instalados	55
Figura 6 Medición del pH del biofertilizante	56
Figura 7 Proceso de la investigación de la segunda etapa.....	57
Figura 8 Aplicación del biofertilizante	61
Figura 9 Comparación de los promedios de la altura del forraje con los diferentes tratamientos	69
Figura 10 Efectos del biol en el grosor del tallo del forraje purple King grass	73
Figura 11 Efecto de biol en el rendimiento del forraje purple King grass	75
Figura 12 Análisis de efecto dosis de biol al parámetro de potencial de hidrogeno del suelo	78
Figura 13 Análisis de efecto dosis de biol al parámetro de Conductividad eléctrica del suelo	80
Figura 14 Análisis de efecto dosis de biol en el parámetro de Materia orgánica del suelo	82
Figura 15 Análisis de efecto dosis de biol sobre parámetro del fósforo del suelo.....	84
Figura 16 Análisis de efecto dosis de biol sobre parámetro del potasio del suelo.....	87
Figura 17 Análisis de efecto dosis de biol sobre parámetro del carbonato de Calcio del suelo.	88
Figura 18 Eficiencia en la conductividad eléctrica del suelo por la aplicación de las dosis de biol.....	90
Figura 19 Eficiencia en el porcentaje materia orgánica del suelo por la aplicación de las dosis de biol.....	90
Figura 20 Eficiencia del fósforo del suelo por la aplicación de las dosis de biol	91
Figura 21 Eficiencia del potasio del suelo por la aplicación de las dosis de biol	92

Figura 22 Elaboración y cosecha del biofertilizante líquido.....	115
Figura 23 Toma de muestra del pre-tratamiento del suelo.....	116
Figura 24 Toma de muestra del pre-tratamiento del suelo.....	116
Figura 25 Preparación del terreno y división de las parcelas.....	117
Figura 26 Aplicación del biofertilizante líquido	117
Figura 27 Parcelas de los diferentes tratamientos	118

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Promedio de Altura del forraje	107
Anexo 2 Promedio de diámetro del tallo del forraje	109
Anexo 3 Promedio del rendimiento forraje.....	110
Anexo 4 Resultados de los análisis fisicoquímico del biofertilizante líquido	111
Anexo 5 Resultados del Pre-tratamiento del Análisis fisicoquímico de suelo - Fertilidad	112
Anexo 6 Resultados del Pos-tratamiento del Análisis fisicoquímico del suelo - Fertilidad	113
Anexo 7 Tabla de Interpretación - Análisis fisicoquímico del suelo	114
Anexo 8 Elaboración del biol y Cosecha del biol	115
Anexo 9 Toma de muestra pre-tratamiento del suelo	116
Anexo 10 Toma de muestra del pre-tratamiento del suelo.....	116
Anexo 11 Preparación del terreno y división de las parcelas.....	117
Anexo 12 Aplicación del biofertilizante líquido	117
Anexo 13 Parcelas de los diferentes tratamientos	118

RESUMEN

El propósito del presente estudio fue evaluar el efecto del biofertilizante utilizando excretas del ganado vacuno, consorcio microbiano y melaza como fuente de nutrientes en cultivos purple King grass (pasto morado), en el estable "Los Patitos E.I.R.L" - Chosica. Consistió en las siguientes etapas: elaboración y el análisis fisicoquímico del biofertilizante líquido; caracterización del suelo, diseño y construcción de las parcelas experimentales, la aplicación del biofertilizante a diferentes concentraciones en cultivos purple King grass. Las concentraciones fueron: T1 (50%), T2(30%), T3(10%) y T0 (control). Para el análisis estadístico se empleó un diseño de bloques completamente al azar. En las plantas se evaluaron las variables agronómicas durante su crecimiento (altura de la planta, diámetro del tallo) y el rendimiento del forraje, en el suelo se analizaron los siguientes parámetros: Ph, CE, MO, P, K y CaCO_3 . Los resultados de las variables agronómicas mostraron diferencia significativa, el T1 presento resultados significativos en comparación a los tratamientos T2, T3 y T0, produjo un rendimiento $77666.6 \text{ kg.h}^{-1}$, altura de la planta un promedio por planta 190 cm, diámetro del tallo con promedio 21,99 cm, mientras el T0 registro los valores inferiores con respecto a los otros tratamientos. En análisis de las propiedades fisicoquímico del suelo a partir de los resultados demostró la existencia de diferencias significativa ($p < 0.05$) en los parámetros MO, K, pH. El T1 alcanzó un alto contenido K significativo el suelo con 1.1.66 ppm, también un alto contenido en F con 22.077 ppm, T2 logró un mayor incremento M.O con 2.99%, mientras el pH del suelo alcanzo un rango ligeramente salino (7.40 -7.45), CE los valores fluctuaron 0.21 a 0.27 dS/m mostrando una ligera reducción y finalmente CaCO_3 se tuvo incrementos no significativos. La aplicación de biofertilizante líquido demostró incremento en el rendimiento del forraje y un efecto positivo en el aumento de las propiedades fisicoquímicas del suelo.

Palabras clave: Biofertilizante líquido, purple King grass, suelo, parámetros fisicoquímicos.

ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate the effect of the biofertilizer using cattle excreta, microbial consortium and molasses as a source of nutrients in purple King grass crops, in the stable "Los Patitos E.I.R.L" - Chosica. It consisted of the following stages: preparation and physicochemical analysis of the liquid biofertilizer; characterization of the soil, design and construction of the experimental plots, the application of the biofertilizer at different concentrations in purple King grass crops. The concentrations were: T1 (50%), T2 (30%), T3 (10%) and T0 (control). A completely randomized block design was used for statistical analysis. In the plants the agronomic variables were evaluated during their growth (plant height, stem diameter) and the forage yield, in the soil the following parameters were analyzed: Ph, CE, MO, P, K and CaCO₃. The results of the agronomic variables showed a significant difference, T1 presented significant results compared to treatments T2, T3 and T0, produced a yield 77666.6 kg.h⁻¹, an average height per plant 190 cm, stem diameter with average 21 , 99 cm, while the T0 (control) registered the lower values with respect to the other treatments. In analysis of the physicochemical properties of the soil from the results showed the existence of significant differences ($p < 0.05$) in the parameters (MO, K, pH). T1 reached a significant high K content in the soil with 1.1.66 ppm, also a high F content with 22.077 ppm, T2 achieved a greater MO increase with 2.99%, the soil pH reached a slightly saline range (7.40 -7.45) , CE values fluctuated from 0.21 to 0.27 dS / m showing a slight reduction and finally CaCO₃ had non-significant increases. The application of liquid biofertilizer showed an increase in forage yield and a positive effect on the increase of the physicochemical properties of the soil.

Key words: Liquid biofertilizer, purple king grass, soil, physicochemical parameters.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Identificación del problema

A nivel mundial existe preocupación por parte del sector agrario debido a la degradación de los suelos. En la actualidad el 33% de la tierra se encuentra moderadamente degradada debido a la salinización, acidificación, erosión eólica e hídrica, degradación física, contaminación química y generalmente es acelerado por las actividades humanas, lo cual limita la productividad (Organización de las naciones unidas para la alimentación de y Agricultura [FAO], 2014).

Asimismo, se estima que en Latinoamérica y el Caribe es de 576 millones de hectáreas de los cuales el 45% está en América del sur y 74% en Mesoamérica se han visto afectado por uno o más procesos de degradación (Programa de las Naciones Unidas para el Medio [PNUMA], 2010). En el Perú los suelos con aptitud agropecuario son el recurso más escaso, se calcula que solo 7% del territorio nacional poseen aptitud para cultivos agrícolas. Se estima que un 40% de los suelos agrícolas de la costa están afectados por procesos de salinización y mal drenaje; por tanto reduce la capacidad productiva agrícola (MINAGRI, 2017).

La intensificación de la agricultura se ha visto acompañado por el aumento importaciones y empleo de agroquímicos. Curiel et al., (2014) menciona que a medida que se ha incrementado la productividad de cultivos se intensificado el uso de la tierra con el uso de pesticidas sintéticos, fertilizantes y el incorrecto manejo de estos que constituye un riesgo al medio ambiente y a la salud humano. El éxito de uso fertilizantes inorgánicos han sido importantes, pero es una agricultura altamente contaminante, lo cual ha ocasionado la perdida de la diversidad biológica, erosión de los suelos, cambios

climáticos (Grageda Cabrera et al., 2010). Desde hace unas décadas se ha buscado nuevas alternativas ecológicas para los fertilizantes químicos de las plantas por los efectos negativos que generan los fertilizantes químicos en el deterioro del medio ambiente (Noda, 2009).

Por otro lado, la generación en grandes cantidades de estiércol genera preocupación por los efectos negativos al ambiente, en la industria ganadera una vaca lechera puede generar hasta 30 kg/ día de excretas sólidas (Agencia Extremeña de la Energía, 2010). El manejo y tratamiento inadecuado de las excretas de los animales, afecta la calidad de agua, suelo y atmosfera (EPA, 2011). Las excretas cuando son depositados directamente a las tierras de cultivo tardan un año en promedio en degradarse de manera natural y poder brindar sus nutrientes para mejorar la calidad del suelo y obtener producto de calidad (Vadas et al., 2011). Las excretas mediante métodos de transformación de materia orgánica pueden generar una fuente potencial de nutrientes disponibles para el suelo.

Existen diversos métodos de tratamientos para el tratamiento de la materia orgánica tales como la técnica de biodigestor de donde se obtiene el biol (efluente líquido) y el sólido (biosol) que pueden ser utilizados como bioabonos (Peralta et al., 2016). Se ha desarrollado innovaciones biotecnológicas con la inoculación de microorganismos eficientes que hacen posible elaborar bioabonos con alto contenido nutricional y en menor tiempo que los biopreparados artesanales (Suarez, 2009).

El creciente aumento de la demanda forrajes por el estable “Los Patitos” ubicados en Chosica, quienes se dedican a la crianza de ganados siendo un total 300 cabezas de ganado vacuno, ha generado a la intensificación del suelo con el uso de agroquímicos para incrementar producción de forrajes para alimentar al ganado lechero, por lo tanto, ha llevado a la degradación de suelos presentándose un déficit de nutrientes, disminución

de materia orgánica y el decreciente de la microbiología del suelo, impactando negativamente, se ve reflejado en la producción de los cultivos *purple King grass* (pasto morado). Este ganado vacuno a su vez produce grandes cantidades de excretas que actualmente gran parte almacenado a cielo abierto sin ningún tratamiento y otra cantidad es depositado en las tierras de cultivo sin ningún tratamiento.

Dentro de este contexto los biofertilizante orgánicos aporta una interesante iniciativa destinada a mejorar el estado nutricional de los suelos en forma natural, económica y lograr rendimiento en la producción de los cultivos. Sin embargo, estas podrían requerir diferentes estrategias para la aplicación de los biofertilizante orgánicos en los cultivos. Por ello surge la necesidad de la investigación de evaluar el efecto del biofertilizante líquido en las propiedades fisicoquímicas del suelo y en la producción del forraje *purple King grass* (pasto morado), en el estable “Los Patitos E.I.R.L” - Chosica.

1.2. Justificación de la investigación

En la actualidad los ganaderos se ven enfocados en incrementar la capacidad producción forrajes, reduciendo el tiempo y el costo para alimentar al ganado lechero esto se puede lograr perfectamente con la siembra intensiva de cultivos forrajes. La situación de suelos agrícolas del estable “Los Patitos” ubicado en Chosica se ve afectado por la intensificación de los cultivos de forraje con la aplicación de agroquímicos, ocasionando la degradación de suelos, pérdida de la diversidad biológica, por consiguiente, generando suelos pobres en materia orgánica, presentando un déficit de nutrientes siendo reflejado en la reducción de la producción del cultivo *purple King grass* (pasto morado). Por tanto, el uso de biofertilizante orgánicos contribuirá mejorar el estado nutricional de los suelos en forma natural, económica y lograr el rendimiento de los cultivos.

Por otra parte, el establo “Los Patitos” generan grandes cantidades de estiércol debido a la crianza de 300 cabezas de ganado vacuno; actualmente no está siendo utilizados en algún tratamiento, sino más bien es un contaminante al medio ambiente. El aprovechamiento de nutrientes de origen animal y vegetal debe ser utilizado para mejorar y mantener la calidad del suelo (Funes Monzote et al., 2009).

Una de las alternativas para la recuperación de la fertilidad de los suelos y mejorar la calidad de los cultivos es la aplicación del biol (Quiñones, 2016).. Este líquido es una alternativa en el uso intensivo de agroquímicos, sin embargo, es conveniente encontrar las dosis adecuadas para la aplicación en los cultivos para garantizar la sostenibilidad de los suelos agrícolas.

De este modo el presente trabajo a partir de los resultados de la evaluación del efecto del biofertilizante en los cultivos *purple King grass* (pasto morado), permitirá un aporte a la línea de investigación, además pretende brindar información y recomendaciones en el uso del biofertilizante líquido en forrajes.

1.3. Objetivo General

- Evaluar el efecto del biofertilizante utilizando excretas del ganado vacuno, consorcio microbiano y melaza como fuente de nutrientes en cultivos purple King grass (pasto morado), en el estable "Los Patitos E.I.R.L" - Chosica.

1.3.1. Objetivos específicos

- Determinar las propiedades físico - químicas (pH CE, M. O, N, P, K, Ca) del biofertilizante líquido.
- Evaluar el efecto del biofertilizante líquido en el forraje purple King grass (pasto morado) durante su crecimiento.
- Determinar la concentración óptima de aplicación del biofertilizante líquido en el rendimiento del forraje purple King grass (pasto morado).
- Determinar las propiedades físico –químicas (pH, CE, M.O, P, K, CaCO_3) del suelo pre y post tratamientos.

CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes

2.1.1. Panorama internacional

Mita, (2018).en Bolivia realizó un estudio para evaluar el efecto del biol bovino bajo el riego por aspersión en los cultivos marafalfa (*pennisetum sp*), se aplicó a diferentes concentraciones de biol las cuales fueron: 0%, 25%, 50%, 75%. Se evaluó el porcentaje en los cultivos porcentaje de prendimiento, altura, diámetro del tallo, número de macollo y temperaturas mínimas que afectan al cultivo. Todas las concentraciones de biol aplicados en los cultivos mostraron resultados superiores al testigo (0%), la concentración al 75% de biol presento mejores en el prendimiento de las plantas con 65.85%, en la altura del cultivo con 34.82 cm, mientras que el testigo obtuvo 23,67 cm. Con la concentración 50% de biol se obtuvo mejores resultados en el número macollas por planta y alcanzó mejores resultados en el tamaño del diámetro del cultivo. Las temperaturas bajas 7 °C y - 8°C dañan al cultivo del forraje maralfalfa.

Céspedes et al., (2016) ejecuto un trabajo con el propósito de avaluar el efecto del corte y niveles de fertilización con biol en el pasto blanco (*Nasella sp*). Se aplicó diferentes 4 niveles de biol (Testigo, 15%, 50%, 70% y 100%). En el estudio se analizaron altura de la planta, rendimiento de la semilla, numero de inflorescencias y materia seca. El tratamiento que presento significancia sobre los otros tratamientos fue a una concentración del 50%. A una concentración del 50% se obtuvo el mayor rendimiento de 29.007 g m⁻² sin corte, asimismo, presento mayor altura de 73,93 cm, mientras en materia seca no hubo significancia.

Tambo et al., (2016) ejecutó la investigación en Bolivia con el objetivo de evaluar el efecto de aplicación del biol bovino en la producción de cebada en época de invierno. Se evaluaron variables agronómicas como altura de la planta, n° macollos, rendimiento en materia verde y seca. El tratamiento al 50% de biol presento mejores resultados una altura de planta con un promedio de 61,42 cm, mientras que el testigo se obtuvo menor altura con 42.90 cm. La concentración 50% presento el mejor rendimiento de materia verde con 16,11 t ha⁻¹ y en materia seca 6,71 t ha⁻¹.

Zuñiga, Martinez, Arroyo y Lezama (2017) desarrolló en México la investigación con el objetivo de evaluar fertilizante orgánico. Se evaluaron tres niveles de biol (10L, 20L, 30L en solución de 100 L de agua). Se empleó el diseño completamente azar con tres repeticiones por tratamiento, considerando las variables: altura, longitud de la raíz, rendimiento. En los diferentes tratamientos no se encontraron diferencias significativas en las dosis aplicados en los cultivos. Los resultados mostraron que la aplicación de dosis al 30% de concentración incremento la cosecha del 36%, 21,8% y 20,2 % en comparación a las otras concentraciones y del testigo.

2.1.2 Panorama nacional

La Torre, (2019) desarrollo un trabajo con el objetivo de determinar las dosis óptima de biol elaborado a partir de estiércol de cavia porcellus en el rendimiento de alfalfa, para ello se implementó un biodigestor donde se elaboró el biol posteriormente se dosificó a diferentes concentraciones del 25%, 50% y 75% del biol. Los tratamientos se desarrollaron en 10 jardines, cada área es 0.8658 m². El 75% de concentración de biol presentó mejores resultados a diferencia de los otros tratamientos, en la altura del cultivo 44.67 cm en el rendimiento 0.462 kg/0.8658 m², número de promedio de hojas de rama

13.24 y número de brotes 27.33. concluyendo que la aplicación del biol permitió mejor rendimiento de la alfalfa, mitigando los impactos ambientales producido por fertilizantes inorgánicos.

Viera, (2011) desarrollo la investigación , con el objetivo de evaluar la producción del pasto morado, con la aplicación de biol en diferentes concentraciones y a diferentes edades de corte. El biol fue elaborado a partir de las excretas de ganado bovino. Las concentraciones utilizadas en los tratamientos fueron 17 %, 33%, 50% y testigo. Se utilizó en DCA con tres repeticiones. Los mejores resultados se obtuvieron con 50% de concentración de biol, la altura promedio de la planta 262 cm, número de macollos por planta 172.75, en producción de materia verde fue 357376 kg/ha/año en la semana 12. Estos resultados se deben a que el biofertilizante líquido promueve el desarrollo de las plantas y sus actividades fisiológicas.

Mamilovich, (2018) en Huánuco realizó una investigación con el objetivo de evaluar el efecto del biol y estiércol en el crecimiento del cacao y en las propiedades del suelo. Utilizo un diseño completamente al azar con 5 tratamientos con 4 repeticiones. Los tratamientos con biofertilizante líquido fueron T3 (10% de biol), T4 (30% de biol) y T5 (suelo agrícola). En las plantas se analizaron la altura, diámetro del tallo, número de hojas, y en el suelo se analizaron los siguientes parámetros: CE, MO, F, P y CIC. El mejor resultado en los parámetros agronómicos (altura, diámetro del tallo, número hojas) se obtuvo con el tratamiento T4 (30% de biol) siendo significativo con respecto a los demás tratamientos; asimismo en el análisis fisicoquímico del suelo post tratamientos se tuvieron incrementos con respecto a los valores del pre tratamiento, el tratamiento T4 tuvo mayor incremento contenido de fósforo, potasio a diferencia de los otros

tratamientos. Por lo tanto, se concluye que los tratamientos con biol y estiércol de ovino tienen un efecto positivo en el incremento de las propiedades químicas del dicho suelo.

Coaguila et al., (2019) ejecuto una investigación en Arequipa con el objetivo evaluar dosis efecto de dosis de biol de cebolla. Para el experimento se desarrolló en parcelas bajo riego por goteo, se estableció cuatro niveles de biol y un tratamiento adicional (testigo con fertilizante químico), se aplicó un diseño de bloques completamente al azar con arreglo factorial. Las variables agronómicas se evaluó altura de la planta, porcentaje de materia seca, diámetro del bulbo y rendimiento. El mejor nivel fue el de 50% en el rendimiento del cultivo, en las otras variables no se encontró significancia.

2.2. Marco normativo legal

Los entes competentes del estado peruano, han aprobado leyes relacionadas con el medio ambiente, con el objetivo de desarrollar una cultura ambiental sostenible. Para este desarrollo se tomaron en cuenta la siguiente normativa.

a) Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos de acuerdo legislativo N°1278

Artículo 2: Esta ley tiene como finalidad de la recuperación, valorización del material y energética de los residuos, entre los cuales se encuentra compostaje, reutilización, reciclaje, coprecesamiento, entre otras alternativas siempre que garantice la protección de salud y medio ambiente.

Artículo 5: b. Menciona la valorización de residuos considerando su utilidad en actividades de: reciclaje de sustancias inorgánicas y metales, **fertilizantes u otras transformaciones bilógicas**, generación de energía, producción de compost, recuperación de componentes, tratamientos o recuperación de suelos, entre otras opciones que eviten su disposición final.

2.3. Marco Teórico

2.3.1. Fertilizantes

Los fertilizantes son productos elaborados a partir de residuos orgánicos o materiales inorgánicos de orígenes naturales o sintéticos con la finalidad de brindar uno o más nutrientes en las plantas para su desarrollo óptimo (IAUSA, 2016). La aplicación del fertilizante puede ser directamente e indirectamente, para apoyar el aumento de la masa vegetal, como la regulación de su desarrollo, restringe el desarrollo de algunas partes para aumentar la producción neta de las hojas o frutos, las plantas se vuelven resistentes ante cualquier plaga que afecte a su crecimiento o producción (Finck, 1988).

Existe elementos esenciales para los cultivos como los macronutrientes (C, H, O, N, P, K, Ca, Mg, S) que son de mayor necesidad por los cultivos, si el suelo presenta déficit de alguno de estos elementos se tiene que suministrar, solo el carbono y el oxígeno provienen del aire, o demás son suministrado por el suelo. En menor cantidad absorbido por las plantas los micronutrientes (Fe, B, Mn, Cu, Zn, Ci, Ni) la disponibilidad depende principalmente de la reacción del suelo.

Los abonos orgánicos son elaborados a partir materia orgánica, son aplicados con la finalidad de activar e incrementar la actividad microbiana, incrementan las condiciones nutritivas, asimismo su condición física (estructuras) mejora. La acción de los abonos orgánicos es menor a los abonos inorgánicos sin embargo son duraderas y podrían ser utilizadas con frecuencia sin dejar un efecto negativo en el suelo. Los fertilizantes químicos proveen nutrientes de fácil asimilación para las plantas, no obstante, no mejora la condición del suelo(Álvarez et al., 2010).

2.3.3. Fertilizantes Orgánicos

Son sustancias que están elaborados a partir de la descomposición natural de la materia orgánica por la actividad de los microorganismos, estos tienen alto contenido de nutrientes, varía de acuerdo del nivel aplicado, ocasionando un gran cambio en las propiedades fisicoquímicas mejora la estructura, capacidad de retención de agua, aireación, porosidad, conductividad hidráulica y liberan elementos químicos disponible para ser aprovechados por los cultivos. También facilita la absorción con mayor facilidad los nutrientes(Ramos & Terry, 2014).

Los biofertilizantes está compuesto de microorganismos que al ser utilizado en los cultivos generando el desarrollo de las plantas, fijando nitrógeno, solubilizando fósforo y hierro, asimismo mejora la tolerancia al stress por sequía y salinidad, reducen los efectos negativos de los microorganismos patógenos (Armenta et al., 2010).

2.3.4. Biofertilizantes en forma Líquido

Según FONAG, (2010) el biofertilizante se elabora a partir de la fermentación de la materia orgánica mediante biodigestores. La fermentación es un proceso anaeróbico, se trata de una oxidación biológica realizada por una sucesión dinámica y rápida de poblaciones microbianas. Culminado el proceso de fermentación por medio de filtración del bioabono se obtiene bio líquido. En investigaciones han podido comprobar que al inicio de la biodegradación de la materia orgánica los niveles de coliformes totales son elevados en comparación a los valores finales cuando culmina el proceso (Yumbopatin, 2013). La composición de los bioles varía dependiendo de los insumos usados en el proceso de la fermentación. Promueve el principal desarrollo de las plantas, raíces y frutos, debido a que contiene hormonas vegetales (auxinas, citoquininas, purinas y giberelinas). El uso de abonos orgánicos es una alternativa para reducir el uso

indiscriminado de los productos químicos, el aprovechamiento y reducción de residuos orgánicos de esta forma minimizando los impactos ambientales negativos (Aparcana, 2008). En la tabla 1 se muestra los requerimientos mínimos de bioles en su contenido de nutrientes.

Tabla 1 *Comparación del biofertilizante con los requerimientos mínimos de bioles*

Nutrientes	Unidad	Biofertilizante líquido (excretas, consorcio microbiano y melaza)	Concentración mínima ¹
Nitrógeno Total	mg/L	952.00	700
Fósforo	mg/L	420.08	170
Potasio Total	mg/L	3421.67	1300
Calcio Total	mg/L	2616.67	1800
Magnesio total	mg/L	815.00	-

Fuente: ¹Suarez, (2009)

2.3.5. Digestión anaeróbica

La degradación de materia orgánica se da mediante una fermentación microbiana en ausencia de oxígeno por la acción de los microorganismos en diferentes etapas (Acosta & Obaya, 2005). La digestión anaerobia tienen ventajas como el bajo consumo de energía, alta producción metano y baja cantidad de lodos, sin embargo es muy lento el proceso (Parra, 2010).

Este proceso es empleado en muchos entornos naturales, como pantanos o estómagos de rumiantes. el proceso se suministra para procesar materia orgánica biodegradable en

tanques de reactores a prueba de aire, denominados comúnmente digestores, para producir biogás principalmente CH₄ y CO₂ (Vögeli et al., 2014).

En este proceso más de 90% de energía que poseen por la oxidación directa es transformado en metano, mientras solo el 10% de energía es destinado al desarrollo bacteriano frente al 50% que consume un sistema aerobio. Los microorganismos tienen el rol de enzimas respiratorias, por ende constituyen la cadena alimenticia que conlleva la relación con las cadenas enzimáticas de las células aeróbicas, después de todo este proceso los residuos orgánicos se convierten en biogás (Chaúr, 2007).

2.3.5.1 Procesos biológicos

En general, en el proceso biológico de digestión anaerobia ocurren tres fases principales durante las cuales son: hidrólisis, formación de ácido y metanogénesis, todas estas reacciones ocurren simultáneamente y son interdependientes (Vögeli et al., 2014), sin embargo otros autores este proceso consideran cuatro fases tales como: fase de hidrólisis, acidogénesis, acetogénesis y metanogénesis (Funcional & Harina, 2016).

a. Fase de hidrólisis

En esta etapa es la conversión de los polímeros en sus respectivos monómeros, los compuestos orgánicos son solubilizados por enzimas que se dan por bacterias hidrolíticas que actúan al exterior celular (Acosta & Obaya, 2005).

En esta fase los polímeros complejos como lípidos, polisacáridos, ácidos nucleicos y proteínas se transforman en compuestos solubles que poseen monosacáridos, ácidos grasos, patinas, aminoácidos y pirimidinas. La hidrólisis es un proceso donde su función es romper cadenas de mayor peso molecular y la disolución de moléculas más pequeñas

para transformar en una solución, por el cual se dice que esta fase es el primer paso necesario para la digestión anaerobia (Sunil et al., 2017).

b. Fase de acidogénesis

Es la fase de fermentación donde las moléculas orgánicas solubles conforman los compuestos que podrían ser usados directamente por las bacterias metanogénicas, así mismos compuestos más reducidos (ácido láctico, ácido butírico, ácido butírico y etanol) quienes son oxidados por bacterias acetogénicas en la siguiente fase. La importancia de esta fase es eliminar cualquier incomodidad del oxígeno disuelto y producir alimento (Toscano, 2016).

Los ácidos grasos, aminoácidos y azúcares disueltos producidos por la hidrólisis, son utilizados en esta fase por las bacterias fermentativas o por oxidantes anaerobios formando alcoholes, hidrógeno, ácidos grasos y dióxido de carbono. El proceso de ácido génesis es más rápido en la digestión anaerobia robusta y frecuente. En un reactor anaerobio con buena operación, en un rango de 70 y 80% de los productos de hidrólisis son transformados directamente sustratos metanogénica, es decir e hidrógeno y dióxido de carbono y acetato, mientras que el 20-30% son transformado en otros productos que no pueden ser utilizados en la etapa de metano génesis, antes deberían degradados por etapa de gametogénesis (Kiær, 2017).

c. Fase de acetogénesis

En esta fase las moléculas simples creadas en el proceso de ácido génesis se digieren por acetógenos para producir ácido acético, dióxido de carbono e hidrógeno (Acosta & Obaya, 2005).

Los productos de fermentación deben ser transformados en productos más simple, como ion acetato(CH_3COO^-) y hidrogeno(H_2) por las bacterias acetogénicas, sin embargo hay un tipo de bacteria llamado homoacetogénicos que son capaces de crecer heterotróficamente frente a monocarbonados o azucars con el fin de producción acetato (Toscano, 2016). Así mismo, permite mantener a menor nivel las presiones parciales del hidrogeno, lo cual beneficia la actividad de las bacterias acedogénica y acetogénicas.

d. Fase de metanogénesis

La metanogénesis es la fase final de la digestión anaerobia, donde el metano es producido por dos grupos de metanógenos tales como; metanógenos acetoclástica que degradan acetato, y los metanógenos hidrogeno que son responsables de producir metano usando CO_2 e hidrogeno como aceptor de electrones (Kiær, 2017).

Las baterías metanogénicas se definen por la clase de sustrato disponible. No en toda etapa ocurre la reducción del DBO. Se puede considerar que estas bacterias constituyen un grupo biológica que determina el mayor o menor éxito del proceso (Acosta & Obaya, 2005).

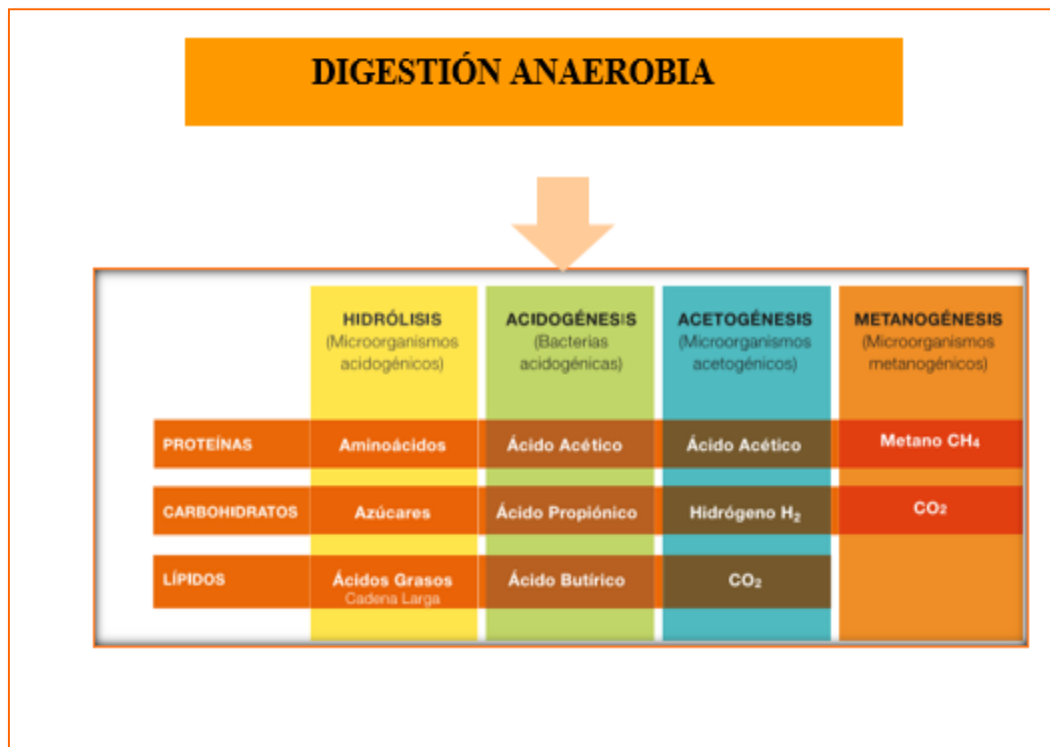


Figura 1 Digestión Anaerobia (Martí et al., 2015)

2.3.5.2. Elementos en la Digestión

Las bacterias están condicionadas por factores físico y químicos que permiten su adecuado crecimiento, estos factores son: carga de MO, temperatura, nutrientes, ácidos grasos volátiles, entre otros. La presencia de carga orgánica y la temperatura son fundamental para el metabolismo, factores que condicionan la supervivencia de las bacterias (Corrales., 2015).

A. Temperatura

La temperatura es un parámetro fundamental para la digestión anaerobia, porque de ello depende si un cierto tipo de microorganismo puede sobrevivir y crecer en el reactor. La temperatura más alta significa mayor consumo de energía, por el cual es fundamental la elección de la temperatura. El proceso anaerobio puede desarrollarse en las siguientes temperaturas: psicrófilos, psicrótrofos, mesófilos, termótrofos, termófilos (Kiær, 2017).

En la tabla 2 se detallan diferentes rangos de temperaturas de microorganismos facultativos y anaerobios.

Tabla 2 *Microorganismos anaerobios encontrados en diferentes rangos de temperatura*

Rango de temperatura en °C	Tipo de microorganismo	Microorganismos Encontrados
10 -15	Psicrofilos	Bacillus spp
20 - 30	Psicrótrofos	Clostridium spp Clostridium spp
30 - 37	Mesófilos	Methanoccus spp Methanobacterium spp
42 - 46	Termótrofos	Methanococcus spp Methanobacterium sp Clostridium spp
50 – 80	Termófilos	Lactobacillus spp Thermus spp Thermococcus spp

Fuente : (Corrales et al., 2015)

B. pH

Es una variable que regula la existencia de la población, ejerce una gran influencia en el desarrollo de los microorganismos, mediante la actividad enzimática de los microorganismos. Cada grupo de microorganismos presentan grados diferentes de sensibilidad al pH (Arias, 2010).

En la tabla 3 se muestra las escalas pH de los diferentes microorganismos anaerobios asociados.

Tabla 3 *Microorganismo encontrados anaerobios en diferentes rangos pH*

pH	Tipo de microorganismo	Microorganismos encontrados
1.1 - 5.5	Acidófilos	Lactobacillus spp Bifidobacterium bifidum
5.5 - 8.0	Neutrófilos	Clostridium perfringes Methanococcus sp Methanobacterium sp Propionibacterium acidipropionici
8.5 - 11.5	Alcalonófilos	Clostridium botulinum Clostridium sporongenes Clostridium tetani Fusobacterium spp Micrococcus spp
pH	Tipo de microorganismo	Microorganismos encontrados

Fuente : (Corrales et al., 2015)

C. Nutrientes

Como todas las operaciones bioquímicas, en la digestión anaerobia se necesita macronutriente y micronutrientes (minerales de traza) para la síntesis de biomasa (FAO, 2011). Los nutrientes fundamentales para crecimiento de los microorganismos son C, N, P y una serie de elementos minerales como K, Ca, Fe, Mg, Na que deben estar presentes (Campos, 2001). Las cantidades requeridas de estos macro nutrientes son dependientes de las poblaciones de microorganismos presentes y del tipo de sustrato que se degrade.

D. Relación Carbono – Nitrógeno

Las bacterias metanogénicas se alimentan de carbono y nitrógeno. Siendo el carbono la fuente de energía mientras el nitrógeno forma de nuevas cadenas de las bacterias metanogénicas.

2.3.5.3 *Microorganismos Eficientes (EM)*

El microorganismo eficiente está conformado por tres clases de organismos los cuales son: bacterias ácido lácticas, bacterias fotosintéticas, levaduras, los cuales permite su uso en diferentes campos de la ingeniería. Los principales microorganismos del ácido láctico es el *Lactobacillus casei* es el usado para la recuperación de ácido láctico a partir del lácteo y se considera para la regeneración de otros macrocompuestos presentes en el suero. La principal aplicación se desarrolló en el aprovechamiento de los residuos agropecuarios y tratamientos de aguas. (Sánchez et al., 2012).

El uso de microorganismos eficientes se ha ido desarrollada en el campo de la agricultura, ganadería y conservación del medio ambiente desde a década los 80 en los países asiáticos como Tailandia, Japón, Corea e Indonesia y países como Estados Unidos Brasil, Costa Rica (Shintani et al., 2000). Las composiciones de los microorganismos

eficientes están por grupos como bacterias: lácticas, fotosintéticas, levadura, actomicetos, hongos (Velecela, Abambari, 2019).

Este grupo de microorganismos en experimentaciones logran estabilizar en pH muy bajos, esto ocasiona que mueran varios microorganismos indeseables, poseen alta capacidad antioxidante, con una amplia gama de sus aplicaciones en base a sus efectos positivos en los cultivos, agricultura y ganadería. Los microorganismos eficientes son capaces de coexistir entre sí para modificar ambientes degradados volviéndolos productivo y saludable (J. Restrepo, 2001).

Los microorganismos eficientes son cultivos mixtos (bacterias fotosintéticas, levaduras, actomicetos y hongos fermentados) que pueden usarse como inculante para aumentar la diversidad microbiana de los suelos (Pedraza et al., 2010). Cuando estas bacterias entran en contacto con la materia orgánica, secretan sustancias benéficas como ácidos orgánicos, vitaminas, minerales (Centeno et al., 2019). Estos microorganismos cuando entran en contacto con la materia orgánica secretan sustancias benéficas como ácidos orgánicos, vitaminas y minerales (Luna, 2016). Cuando los EM aumentan su población como una comunidad generan un incremento de los organismos naturales favoreciendo a la microflora lo que genera la reducción de los patógenos (hoyos A. Arias, 2010).

Según Fundases (2014) microorganismo eficiente tienen efectos benéficos como suprimir los patógenos que promueven enfermedades en el suelo asimismo mejora su composición física, química y biológica. Promueve la capacidad fotosintética también promueve la germinación, la floración, el desarrollo de los frutos de los cultivos. En la elaboración de abonos mejora la calidad y auméntala rapidez.

2.3.6. Biodigestor

El biodigestor es un contenedor cerrado, donde se coloca el material orgánico diluido en cierta proporción en el agua. Es un sistema que genera un ambiente adecuado para la degradación de la materia en ausencia del oxígeno, obteniendo como productos finales metano, fertilizantes (Cotrina & Villanueva, 2013).

2.3.6.1. Sistema de Biodigestores

En la actualidad existen variedades de sistemas que emplean como base de la digestión anaerobia; pero de acuerdo a sus características de bajo costo de inversión, manejo y mantenimiento sencillo, y por ser accesible a los pequeños y medianos productores se tienen los biodigestores tipo continuos, discontinuos y de dos etapas (Martí et al., 2015).

a. Sistema continuo

Son empleados cuando se dispone de biomasa residual de forma continua, principalmente líquida, como suele darse en los procesos industriales de producción de refrescos, otorgado de café o camales. Siendo que la disposición líquida es diario, el flujo de la sustancia que ingresa es constante y el tiempo retención es menor a diferencia de los sistemas discontinuos (Martí et al., 2015).

b. Sistema discontinuo

Este tipo de biodigestor cumple la función de mantener la materia orgánica en tiempo prolongados, lo cual es denominado “carga total” y solo se extrae después de haya dejado producir biogás. El rendimiento de este tipo de biodigestor será efectivo con materias celulósicas, porque no pueden ser tratados por los digestores del sistema continuo (Martí et al., 2015).

La característica fundamental de este tipo de biodigestores tiene la capacidad de contar con carga constante de materia de residuos; por lo tanto, permite una producción más agilizada del biogás y biol (Crowdfunding et al., 2016) . Existen diferentes sistemas como; “biodigestores de mezcla completa, filtro anaerobio, plantas de lecho fluidizado, lecho de lodos, biodigestores tubulares (tipo salchicha) biodigestores de cúpula fija y móvil, entre otros”, estos sistemas son empleados para tratar residuos en general (Samayoa, 2012).

c. Sistema de dos etapas

Es un tipo de biodigestor en serie con dos etapas, cada uno realizando la función de etapas de degradación. En la primera etapa los tiempos de retención son elevados, entonces como resultado de ello se desarrolla la hidrólisis y la acidogénica de la materia orgánica; después de este proceso pasa al segundo biodigestor donde los tiempos de retención son bajos, debido a que termina el proceso de composición llegando a la etapa metanogénica (Samayoa et al., 2012).

2.3.7. Nutrientes necesarios para el desarrollo de los cultivos

Las plantas necesitan elementos esenciales que se agrupan en tres categorías, macronutrientes no minerales, macronutrientes minerales y micronutrientes, cada uno de estos grupos tienen diferentes papeles para el crecimiento y metabolismo en las plantas. Las concentraciones de los macronutrientes son mayores, en comparación con los micronutrientes. Las plantas necesitan cantidades ínfimas de los nutrientes para su crecimiento correcto (Sierra et al., 2013). Asimismo, las plantas necesitan para su desarrollo oxígeno (O_2), agua, dióxido de carbono (CO_2), nutrientes, luz y tiempo para crecer. El manejo correcto de los nutrientes facilita obtener un rendimiento óptimo del cultivo y reducir impactos ambientales al suelo (Kyrkby & Römhild, 2007).

2.3.6.2.Nitrógeno

El nitrógeno es fundamental para el desarrollo vegetativo, también en composición de la clorofila del cual depende de la acumulación fotosintética y de diversas materias fitorreguladores endógenos. También estimula el follaje y el crecimiento del tallo, intensifica el color verde, además constituye en la composición de la materia orgánica en 40 % a 50 % del protoplasma de las plantas. Las plantas requieren de este nutriente desde inicio del ciclo hasta el final de mismo, siendo épocas críticas, germinación, crecimiento, floración, emisión de brotes y desarrollo frutal (Cardona, 2017).

Las causas deficiencia de nitrógeno en el suelo se da por la descomposición incompleta de la materia orgánica, por la abundancia en el contenido de humedad en el suelo que ocasiona problema en el sistema radical, el bajo contenido de materia orgánica en el suelo. Mientras que el exceso de nitrógeno es peligroso porque provoca susceptibilidad e enfermedades microbianas, deprime la absorción de potasio, fósforo, cobre y otros elementos, lo que genera que los frutos carezcan de dichos nutritivos (Cardona, 2017).

2.3.6.3.Fósforo

El fósforo permite el desarrollo de las plantas y poder cumplir su ciclo de producción, también contribuye al incremento de resistencia a la planta frente a las enfermedades, el fosforó no puede ser sustituido por ningún nutriente. El fósforo puede clasificarse, como inorgánico y orgánico. La gran importancia del fósforo orgánico es en la fertilidad del suelo porque es un compuesto orgánico y es una fuente indirecta de forma soluble. El fósforo inorgánico es facilitado por minerales y en menor proporción puede formar parte de la cadena de silicatos. Las causas de la deficiencia de fósforo en el suelo por la variación de pH en el suelo, contenido muy bajo de fósforo en el suelo, altas relaciones N+P/K en la fertilización en el suelo (Cardona, 2017).

2.3.6.4.Potasio

El potasio permite el flujo de los productos de fotosíntesis dentro de la planta (floema), promoviendo el almacenamiento de glucosa y oxígeno. Entre otras funciones promueve el aumento en la producción de proteínas, en el incremento de tamaño de los granos, frutas, semillas, incremento de vitaminas C. Se le atribuye a este elemento cierta tolerancia al estrés por el cambio climático y condiciones desfavorables(Cardona, 2017). La abundancia de este elemento se manifiesta en el aumento de la calidad de los frutos.

Los nutrientes secundarios son: magnesio, azufre y calcio. Los cultivos absorben en cantidades considerables.

a. Magnesio

El Magnesio está relacionado en las reacciones enzimas relacionado con la transferencia de energía de la planta. Constituye central de la clorofila, el pigmento verde de las hojas funciona como un aceptador de la energía provista por el sol, por ello del 15 al 20 por ciento del magnesio contenido en las partes verdes de la planta.

b. Azufre

En la mayoría de las plantas suple del 0,2 al 0,3 por ciento del extractoseco. Por ello es importante en el crecimiento de la planta como fósforo y magnesio. Asimismo, constituye proteínas y también involucra a la formación de la clorofila.

c. Calcio

Es esencial para el crecimiento de las raíces y constituye del tejido celular de las membranas. El calcio ayuda el N-NO_3 , en formas necesarias para la formación de proteínas, asimismo es necesario para la formación de la pared celular y par la división

normal de la célula, junto con el Mg y el K, ayuda neutralizar los ácidos orgánicos en la planta producido por la respiración.

Los micronutrientes o micro elementos son sustancias claves para el crecimiento de plantas el manganeso (Mn), el zinc (Zn), hierro (Fe), cobre (Cu), cloro (Cl), molibdeno (Mo), boro (B). Son consumidos en cantidades pequeñas, su rango de provisión óptimas es muy pequeño. La presencia de estos elementos dependerá de la reacción en suelo. El boro puede tener un efecto adverso en la cosecha subsiguiente. El Na tiene ventajas para algunos cultivos por ejemplo para la remolacha y Silicio (Si) es favorable para los cereales porque fortalece su tallo. Cobalto (Co) es importante en el proceso de fijación de N de las leguminosas (FAO, 1993).

2.3.8. La ganadería y el medio ambiente

El estiércol es un residuo sólido que posee heces y orinas, pero también se le denomina excrementos de animales. Este tipo de residuo en muchas ocasiones está compuesto por restos de las camas, como suele suceder con la paja. El estiércol de ganado proviene de distintos animales como: caprinos, vacunos, cerdos, bovinos, aves y otros derivados de la producción agropecuaria- (Agenex, 2010). En la Tabla 4 se muestra producción de residuos por animal.

Tabla 4 *Producción de estiércol fresco diario*

Animales	Peso del animal (kg)	Cantidad de excrementos/ día (kg)	% peso vivo
Bovinos de carne	200 - 250	15 - 30	5,3 - 7
Vacas lecheras	450 -600	30 -50	6 - 9

Ovinos	45 - 60	1,5 - 5	3 - 10
Cerdos adultos	160 - 250	5,3 - 25	2,5 - 10
Pavos	450	20 - 50	3 - 10

Fuente: Agencia Extremeña de la Energía, (s.f.)

2.3.8.1. Impacto ambiental del estiércol

El crecimiento de la población, influye en el aumento de la producción de alimentos, el alimento generado por el sector agrícola el 40% es de origen animal. Algunos ambientales considera que las industrias pecuarias incrementan el calentamiento global por la generación de contaminantes vertido en el agua, suelo, atmosfera (Pinos Rodríguez et al., 2012).

Según FAO una de las causas principales de los problemas ambientales son las repercusiones del ganado llevando consigo el calentamiento global, contaminación atmosférica y del agua, degradación de suelos y pérdida de biodiversidad. Así mismo informe de FAO presenta que la actividad pecuaria es responsable de 18% de las emisiones de gases que produce el efecto invernadero llevando mayor diferencia a las emisiones del transporte (FAO, 2006). El dióxido de carbono (CO₂), Metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O)s provenientes de estiércol de ganados son los que ocasionan los gases de efecto invernadero. En tabla 5 se presenta la generación de gases del efecto invernadero por estiércol.

Tabla 5 *Generación de gases de efecto invernadero por el estiércol*

Gases del efecto	Fuentes contaminantes	Millones de toneladas de
Invernadero		CO ₂ equivalente

CH ₄ (metano) N ₂ O (óxido nitroso)	estiércol	413
CH ₄ (metano)	Digestión animal	1792

Fuente: (Trujillo, 2017)

a. Suelo

El estiércol en altas concentraciones de nutrientes (nitrógeno, fósforo), microorganismos patógenos puede afectar al suelo. En los países donde las regulaciones ambientales no existen, son aplicados excediendo su capacidad de captación de nutrientes por cultivos. La sobrecarga de nutrientes en el suelo genera lixiviación en aguas superficiales y subterráneas (Pinos Rodríguez et al., 2012).

b. Agua

Los residuos ganaderos contaminan al agua a través del escurrimiento, infiltración y percloraciones profundas en las granjas, e indirectamente por esorrentías de las zonas de pastoreo. En el estiércol el nitrógeno es el más abundante, este es el que está relacionado con la contaminación de las aguas subterráneas por la lixiviación de nitrato a través del suelo, mientras que el fósforo en altas dosis en agua estimula la eutrofización el agua superficial, a consecuencia de ello disminuye el oxígeno disuelto y varia el pH afectando a la calidad del agua (Pinos et al., 2012).

c. Aire

El estiércol genera olores, gases (metano, óxido nitroso) producto de la digestión anaerobia, incluye el polvo. El metano es un GEI 23 veces más potente que el CO₂, y el estiércol contribuye con el 16 % de las emisiones globales. Asimismo, el estiércol

contribuye con 50 % del total de emisiones de amoníaco hacia la atmósfera, porque su tasa de volatilización es mayor al 23 %. (Pinos Rodríguez et al., 2012).

2.4. Marco Conceptual

2.4.1. Biol Acelerado

Los biofertilizantes acelerados son el producto de la fermentación de la materia orgánica usando el consorcio microbiano en condición anaerobia; estas bacterias aceleran el proceso de degradación de la materia orgánica. Estas bacterias generan ácido láctico, lo que genera acidez en el medio y la rápida reducción de microorganismos (Peralta, 2010). Para la preparación del biol no existe una guía exacta, esto pueden variar de acuerdo a la materia orgánica y a los insumos que se utiliza en el proceso de la digestión.

Tabla 6 *Composición química de biol acelerados*

Biofertilizante	N (mg/ L)	P (mg/ L)	K (mg/ L)	Ca (mg/ L)	Mg (mg/ L)	Na (mg/ L)
Heces bovina ¹	4200	744.2	17200	5200	1740	1040
Heces ovinas ²	1876	203.4	9005.6	1523.1	1044.4	590.8
Heces Porcinas ³	5320	2964	8850	6310	1950	970
Residuos Rocoto ⁴	2716	259	8040	836	556	214
Alpa Biol ⁵	3700	660	8700	3330	12500	590

Residuos de	16800	1222	8160	1520	864	2280
pota ⁶						

Fuente: (Quiñones, 2016)

- (1) “Fast Biol estiércol vacuno, citado Buchelli,” (2014)
- (2) “Biol de 2^{da} generación de estiércol ovino, citado Buchelli”, (2014)
- (3) “Biol de estiércol porcino, Noa,” (2013)
- (4) “Biofertilizante de residuos de rocoto”, Ricse (2013)
- (5) “Alpa Biol – Alpaca” (R. H. Quiñones et al., 2016)
- (6) “Fertilizante líquido de residuo de pota”, Peña (2008)

2.4.2. Consorcio de bacterias biolac

Están conformado de bacterias probióticos de genero lactobacillus, estas bacterias en su mayoría son mesófilos se encuentran en el rango de 30° - 40 °C se desarrollan adecuadamente, estas especies tienen resistencia a pH menores de 5, para su crecimiento son exigentes en su alimentación, solo crecen en medios ricos en vitaminas, bases nitrogenadas y fuentes de carbono, por ello, se suele utilizar melaza u otros insumos similares (Estela, 2007).

El ácido láctico es el resultado final del metabolismo anaerobio de las bacterias lácticas, asimismo, es un esterilizador, inhibe un gran número de microorganismo patógenos y acelera la rápida descomposición de la materia orgánica (Ramírez et al., 2002).

Tabla 7 *Análisis microbiológico del Bio-lac*

Análisis Microbiológico	Unidad	Valor
Recuento de Lactobacillus sp	UFC/ml	7 x 10 ⁷
Recuento de levaduras	UFC/ml	2,5 x 10 ⁵

Recuento de mohos	UFC/ml	< 10
Recuento de bacterias mesófitas viables	UFC/ml	3,3 x 10 ⁴
Recuento de coliformes totales	NMP/ml	< 3
Recuento de coliformes fecales	NMP/ml	< 3
Recuento de Lactobacillus sp	UFC/ml	7 x 10 ⁷

Nota: los valores < 3 y < 10 significan ausencia

Fuente: Ramírez (2008) citado por (Buchelli, 2014)

2.4.4. Melaza

Es un líquido denso, contiene sales y viscoso de color oscuro y otros compuestos solubles alcalinos, es el resultado final de la refinación de la sacarosa, fructosa y glucosa procedentes de la caña de azúcar, asimismo contiene sustancias no fermentables, aminoácidos y derivados a partir de condensación del azúcar (Fajardo & Sarmiento, 2014).

La composición de la melaza varía dependiendo de la diversidad de la caña de azúcar, suelo, clima, periodo de cultivo, tipo de ebullición del azúcar. Asimismo, la melaza de caña de azúcar contiene entre 68 – 78% sólidos disueltos y pH entre 5 a 6 (Fajardo & Sarmiento, 2014).

El uso de la melaza es en la alimentación de los animales por su valor energético, aumenta la rusticidad en los alimentos que aplican, asimismo, estimula la actividad de los microorganismos rúmales, también mejora la calidad del ensilado (Araiza et al., 2013).

La melaza tiene como función en los microorganismos de aportar energía necesaria para activar su metabolismo, actúan como aceleradores del proceso de la fermentación y logran potencializar el proceso, además aportan nutrientes en menor proporción como minerales potasio, fósforo, azufre, calcio, boro manganeso, magnesio y zinc (Restrepo, 2007).

2.4.6. Cultivo parle King grasas (pasto morado)

El forraje parle King grasas es una variedad híbrida cuya genética y morfología coinciden el pasto elefante pennisetum purpureum. El pasto elefante orígenes en la antigua de la republica de Zimbabue en África del sur (Araya & Boschini, 2012).

2.4.6.1. Taxonomía

Pertenece al género pennisetum, especie pennisetum purpureum x pennisetum thypoides, nombre científico pennisetum sp, con el nombre común King grass.

2.4.6.2. Siembra

La siembra del forraje se recomienda a 45 grados de inclinación, su plantación se da por esquejes de 3 nudos, se recomienda usar cañas enteras para luego ser cortados, para luego ser tapados con una capa de 10 a 15 de suelo. El distanciamiento apropiado para la siembra es de 1 a 1.5 m metros. Presentan un buen comportamiento en suelos ácidos a neutros con un pH de 4.5 a 6.2, con un mejor desarrollo en suelos francos profundos, humedad alta y una precipitación entre 1200 y 4000 mm anuales. El forraje tiene crecimiento erecto de altura con una caña maciza de 1,5 a 2 cm de diámetro, hojas planas, tiernas y algo ásperas de 50 a 100 cm de largo y de 5cm de ancho a los 4 meses (Cortes & Olarte, 2018).

2.4.6.3. *Clima*

Existen varios factores internos y externos que limitan el desarrollo del forraje, entre los factores externos más importantes se encuentra el clima. Este pasto se ha constituido una especie más importante en zonas trópicas y subtropical porque tienen la adaptación amplia en los suelos, asimismo un buen valor nutritivo y buena aceptación por el ganado.

2.4.6.4 *suelo*

Los factores externos son el manejo de las condiciones físicas, químicas y características de la tierra, como la fertilidad y la adaptación de la especie forrajeras. La fertilización en los sistemas pastorales está ligado a aumento de la producción del forraje, para potenciar las estrategias de fertilización puede ser en forma orgánica e inorgánica sin embargo son sensibles a la baja fertilidad del suelo, por lo que es muy exigente la fertilización especialmente de nitrógeno. Se debería abonar después riego o lluvias ya que favorece en su desarrollo (Araya & Boschini, 2012).

2.4.6.5. *Fertilización y producción de forraje*

La producción de forraje es dependiente de los nutrientes que el cultivo puede extraer del suelo. Las labores en el entre surco colaboran con un mejor contacto del fertilizante con el suelo. La fertilización con nitrógeno es muy significativa ya que incrementa la producción de materia seca y proteína sin afectar el contenido de otros minerales como el calcio y proteína, dentro de los más importantes. Al fertilizar con fósforo hace que disminuya ligeramente el contenido de la proteína y aumenta el contenido de fósforo, este 29 elemento es esencial para la formación de las raíces y en el desarrollo inicial de la planta (Maldonado, 2015).

2.4.6.5. Enfermedades

Las plagas que afectan a las es *Pennisetum purpureum* es el gusano falso medidor (*Mocis spp*) y la mosca pinta o salivazo (*Zulia spp* *Aenolema spp*), ocasionalmente manchan de color púrpura con aspecto quemadura; por ello es necesario vigilar a la planta cuando ya se sabe que en las épocas de abundante humedad se puede presentar estas y otras plagas que afectan el rendimiento forrajero (Vivas et al., 2019).

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Descripción del área de estudio

3.1.1 Ubicación

El presente estudio se realizó en los terrenos del estable “Los patitos E.I.R.L”, ubicado avenida Bernardo Balaguer 82 km 19.5 Ñaña, Chaclacayo, en el distrito Lurigancho Chosica, provincia de Lima, en el departamento de Lima. Geográficamente está situado entre las coordenadas 11°58'43.53 latitud sur; 76°48'49.97 longitud oeste y con una altitud 850 m.s.n.m aproximadamente, el estudio se llevó acabo en los meses de agosto a noviembre del año 2020.



Figura 2 Ubicación geográfica de lugar de estudio.

3.1.2. Características de lugar

a. Características climatológicas del lugar de estudio

Según (SENAMHI, 2020) en Lurigancho Chosica presenta las siguientes datos climatológicos:

- ❖ Temperatura promedio anual: máxima 24.9 °C / mínima 16°C
- ❖ Precipitación media anual 16 mm
- ❖ Clima cálido templado

a. Agua

El río Rímac es el principal fuente superficial de agua para toda la zona agrícola de Lurigancho Chosica que es distribuida por canales de irrigación (Pinto, 2015).

3.2. Tipo y Diseño de Investigación

La investigación es cuasi experimental debido a que manipularán las variables independientes para observar su efecto sobre una o más variables dependientes. El siguiente trabajo está orientado a una investigación cuantitativa. Las variables dependientes del estudio no se manipularán y las asignaciones de las variables independientes, la cual requiere de varias actividades y análisis que muestren resultados para llegar al objetivo. Por otro lado la recolección de datos se basará en la medición de parámetros físicoquímicos y microbiológicos que llevarán procedimientos estandarizados (Fernandez & Baptista, 1394).

3.3. Análisis estadístico

Se aplicó el diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con tres repeticiones y una parcela de control, con un total de 10 unidades experimentales. Se analizará los datos mediante un análisis de varianza (ANOVA), para comparar la media de los tratamientos se realizó con Turkey. Para las variables que no presentaron una distribución normal se analizó mediante prueba Kruskal –Walls.

Las parcelas fueron enumeradas de acuerdo al tratamiento (figura 3).

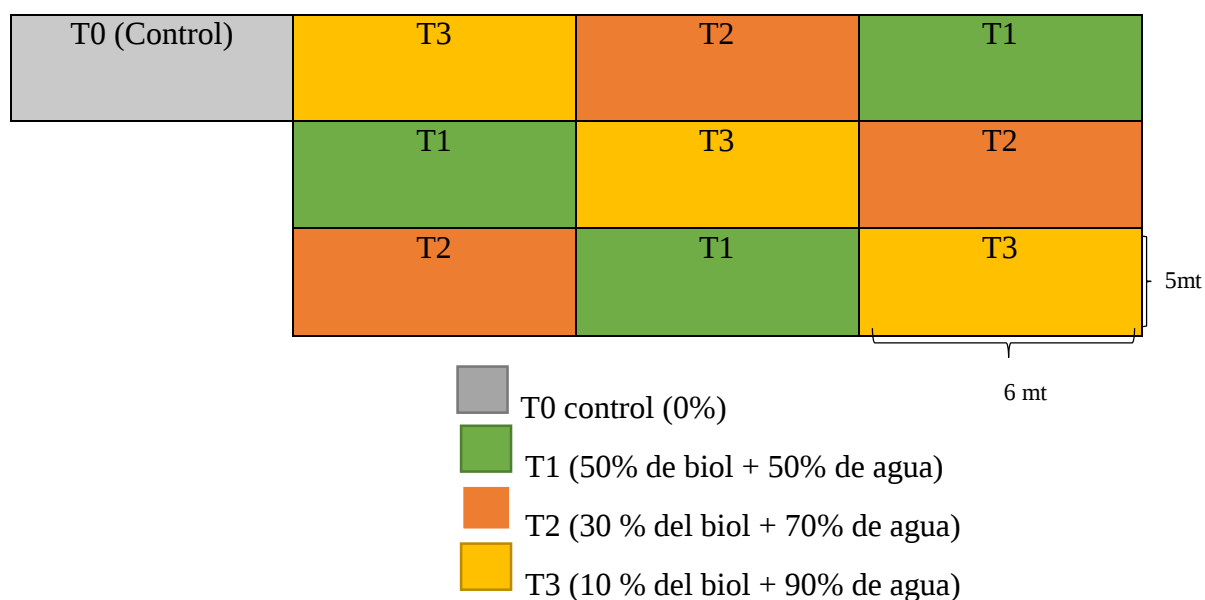


Figura 3 Distribución de los tratamientos DBCA

3.4. Identificación de Variables

3.4.1. Las variables independientes

Se aplicó de diferentes concentraciones de biol en cultivos purple King grass (pasto morado).

Concentraciones

- ✓ $X_1 = T_1$ (50% de biol + 50% de agua)
- ✓ $X_2 = T_2$ (30 % del biol + 70% de agua)
- ✓ $X_3 = T_3$ (10 % del biol + 90% de agua)

- ✓ $X_0 = T0$ control (0%)

3.4.2. Variables dependientes

Para evaluar el efecto biofertilizante líquido se midió los parámetros:

Variable agronómica en el forraje

- ✓ Altura de planta
- ✓ Diámetro del tallo
- ✓ Producción de Forraje

Suelo

- ✓ pH, CE
- ✓ MO, P, K, $CaCO_3$

3.5 Materiales, Equipos e Insumos

En la tabla N°8 se describe todos los materiales, herramientas, equipo para las actividades de campo y gabinete del presente trabajo de investigación.

Tabla 8 *Insumos, Materiales , Equipos*

Elaboración del Biofertilizante		
Insumos	Equipos y Herramientas	EPP'S
Excretas	2 bidones Bidones (70 lt)	4 pares guantes
Melaza	Manguera de 5/8 pulg	1 par de botas
	1 Soldimix	1 caja Mascarillas
Consortio Microbiano	1 Romana	
	(4m) Bolsas plásticas	
	1 Baldes (10 L)	
	1 Galonera (20 L)	
	2 Costales de rafia	
	1 Lampa	
	Ph metro	
Aplicación del Biol		
Insumos	Equipos y Herramientas	EPP'S
Biofertilizante líquido	Mochila pulverizadora	4 pares guantes
Agua	1 Baldes (10 L)	1 par de botas
Semillas del forraje	1 Galonera (20 L)	1 caja Mascarillas
	1 rollo de rafia	
	1 pico	
	1 pala	
Muestreo de suelos		
Herramientas		
1 Pico	Bolsas Ziploc	1 par de botas
1 pala	1 Plumón indeleble	1 par de guantes
1 Balde	1 Cinta masquin	

Fuente: Elaboración Propia (2020)

3.6. Descripción del procedimiento

La investigación se desarrolló considerando 2 etapas experimentales. La primera etapa consistió en la elaboración de biofertilizante líquido (ver figura 4). La segunda etapa es la aplicación del biofertilizante en diferentes concentraciones en el forraje y análisis fisicoquímico del suelo (ver figura 7).

Primera Etapa: Elaboración del biofertilizante líquido

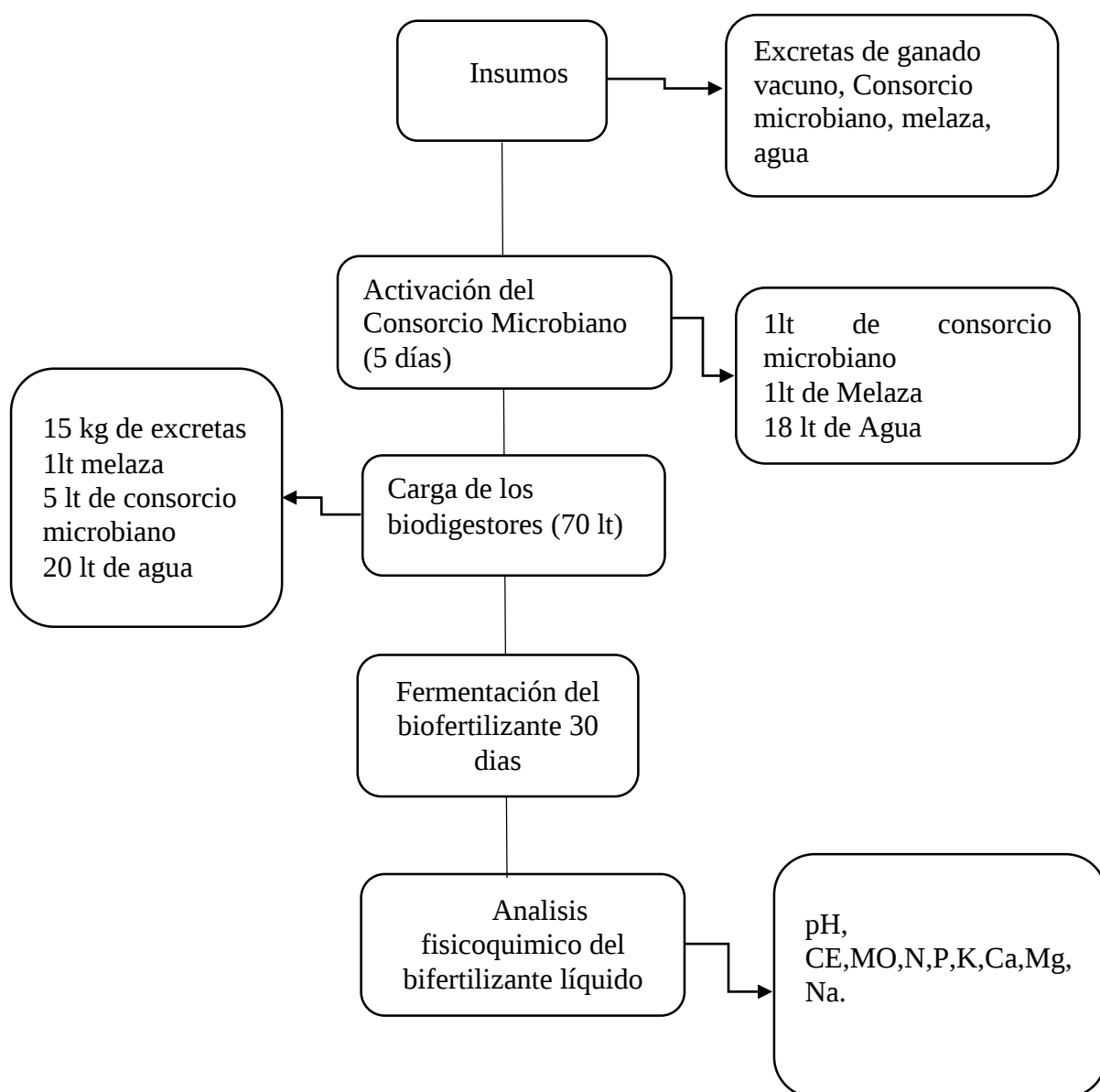


Figura 4 Proceso de la investigación de la primera etapa

3.4.1. Insumos

Se recolectó las excretas en condición seca del establo los patitos E.I.R.L de días de acumulación. La melaza fue obtenida del mismo establo, mientras que el consorcio microbiano será obtenido de la empresa BIOEM PERÚ S.A.C.

3.4.2. Activación del Consorcio microbiano

En la activación de los microorganismos efectivos (EM) debe ser diluido en 1lt de melaza y añadir agua hasta llenar los 20 lt, la mezcla debe ser almacenada en un contenedor cerrado y a temperatura ambiente durante 5 días.

3.4.3. Carga de los biodigestores

Se utilizó de 70 litros, cada bidón fue conectado a una botella mediante una manguera de silicona, para luego ser unido usando soldimix quedando hermetizando, con la finalidad de drenar el gas generado durante la biodigestión para precaver que a presión afecté el crecimiento del crecimiento del microorganismo. Se recolecto 30 kg de excretas del establo seguidamente añadió 20 lt agua hasta ver una mezcla poca espesa después se añade 1lt de melaza en cada biodigestor y 5 lt de consorcio microbiano activado. Cada biodigestor fue tapado herméticamente y ubicado en el establo “Patitos E.R.L” en una zona segura donde nada interfiera con el proceso.

Durante la biodigestión, la temperatura mínima fue de 14.6 °C y como máxima 18.7°C (SENAMHI, 2020).



Figura 5 Biodigestores instalados

a. Determinación de pH

Con el uso de equipo pH metro, anticipadamente se calibro el equipo utilizando soluciones buffer de pH 4,0 Y 7,0, se realizó por inmersión del electrodo en la muestra homogenizada por un tiempo de 10 segundos hasta que el valor sea estable. Los primeros cinco días se midió continuamente después se realizó una vez por semana durante los 30 días.

Tabla 9 *Determinación del pH*

Parámetro	Calificación	
	Aceptable	Inaceptable
pH (día 5)	$1 \leq 4$	> 4

Fuente: (Trujillo, 2017)



Figura 6 Medición del pH del biofertilizante

b. Obtención del biofertilizante líquido

En la obtención del biol se realizó la extracción del efluente líquido (biol), quedando la parte sólida (biosol). Se realizó la separación usando un colador de plástico y se presionaba hasta que se filtre la mayor cantidad líquido posible, seguidamente se llenó en baldes para ser utilizado en la aplicación en el forraje.

c. Evaluación del biofertilizante líquido Macronutrientes

Para el análisis del biofertilizante retiró y envió al laboratorio donde se analizó el contenido de nutrientes (pH, CE, sólidos totales, materia orgánica, % Nitrógeno, %Potasio, %Fósforo, % Ca, % Mg y Sodio).

Segunda Etapa: La aplicación del biofertilizante líquido en diferentes concentraciones en el forraje y análisis fisicoquímico del suelo

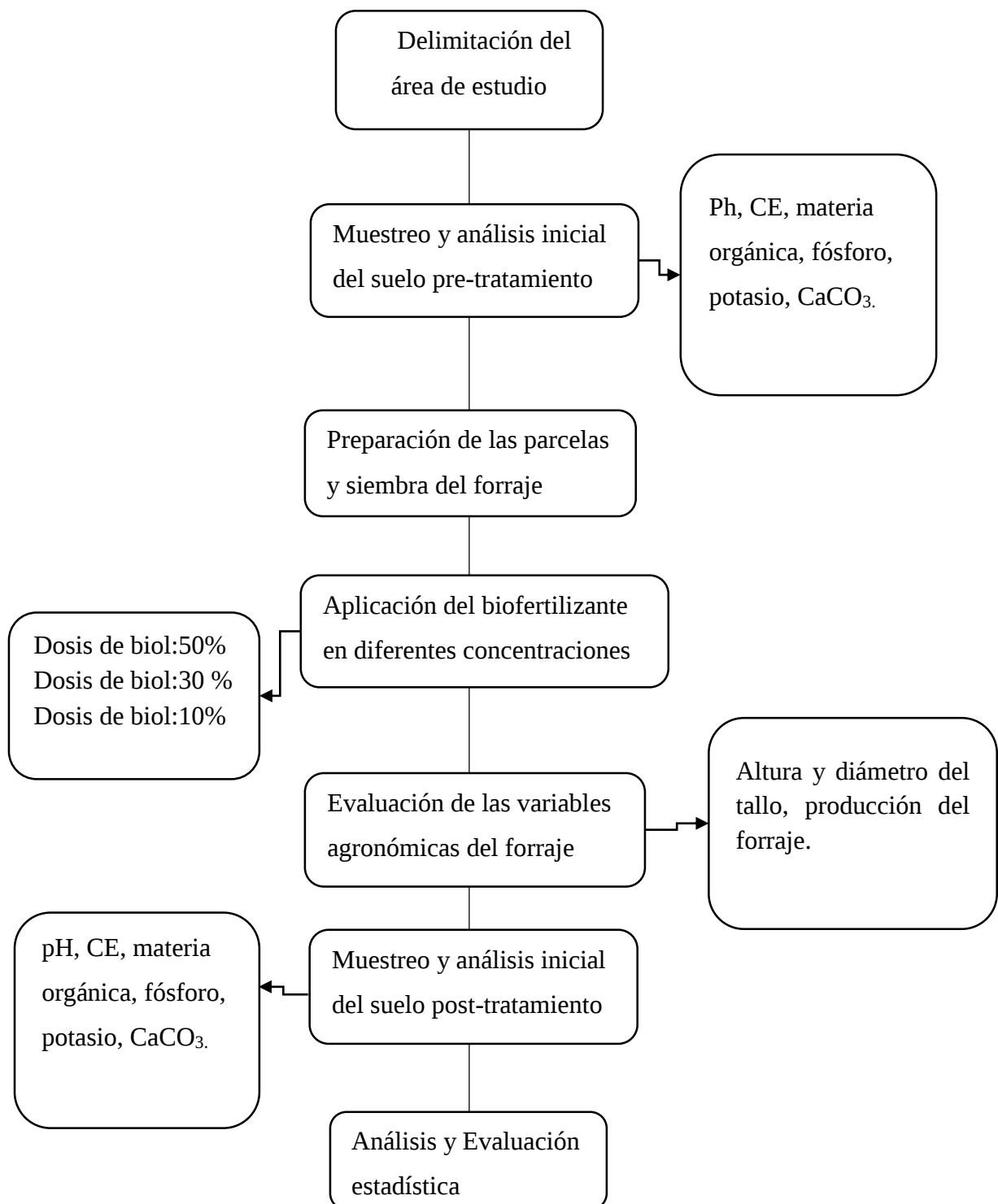


Figura 7 Proceso de la investigación de la segunda etapa

3.4.4. Muestreo de suelo

El muestreo del suelo se realizó de acuerdo a la guía para el muestreo de los suelos (MINAM, 2014).

- a. Se consideró 9 sub muestras en cuadrículas, las cuales se mezclaron para obtener para retirar una muestra compuesta significativa.
- b. Con el uso de una pala se procedió excavar hasta una profundidad de 30 cm, la muestra obtenida se depositó en una rafia.
- c. Finalmente se aplicó el método del cuarteo para retirar la muestra de 1kg y se envió al laboratorio para el análisis de parámetros fisicoquímicos: pH, CE MO, P y K, CaCO₃.

Los métodos utilizados para los parámetros fisicoquímicos fueron ejecutados en el laboratorio. A continuación, se describe los métodos empleados en cada parámetro analizado.

- pH del suelo: Se analizó mediante el potenciómetro, relación 1:1
- Conductividad eléctrica (dS/m): Se determinó usando el método de extracto de pasta de saturada en relación suelo- agua de 1:1.
- El contenido de materia orgánica se realizó por el método de walkley y black
 $\% \text{ M.O} = \% \text{C} \times 1,724$.
- Para el fósforo por medio del método Oslem modificado, extracto NaHCO₃
0.5 m pH =8.5.

- El potasio disponible se usó el método de extracto de acetato de amonio 1N, pH 7,0.

➤ **Índice eficiencia de biorrecuperación**

El índice de eficiencia de biorrecuperación del suelo, está representado en términos porcentuales, siendo eficiencia de reducción y aumento por las concentraciones de los parámetros químicos y biológicos, esto se calcula de la siguiente manera:

Ecuación 1: *Índice de eficiencia de biorrecuperación*

$$IEB = \frac{CI - CF}{CI} * 100$$

IEB = Índice de eficiencia de biorrecuperación

CI = Concentración inicial del parámetro

CF = Concentración final del parámetro

2.4.5. Diseño del área del proyecto

- Número de tratamientos: 3
- Número de parcelas: 10
- Área de parcela del ensayo: 30m²
- Distanciamiento de parcelas: 0.5 m
- Largo de la parcela: 6m
- Ancho de la parcela: 5m

2.3.6. Preparación de las parcelas y Siembra

- ✓ Se realizó la limpieza del terreno y se definió cada parcela experimental.
- ✓ Se definió cada una de las parcelas y se procedió a la preparación del suelo de cada parcela experimental.
- ✓ Se dividió el área de los 3 bloques con 3 repeticiones, en cada bloque se aplicó un tratamiento de estudio.
- ✓ La siembra del forraje se realizó mediante esquejes, se introduce un trozo del tallo para que arraiga en él y forme una nueva planta.

2.3.5. Dosis aplicada del biofertilizante

La aplicación del biol al follaje es mojando bien a las hojas dependiendo de la edad del cultivo empleando boquillas con aspersión. Se recomienda 650 L preparado por corte /ha disuelto en agua de riego. La cantidad a utilizar dependerá de las condiciones de manejo del sistema (Sistema Biobolsa, 2011). En la tabla 10 se detalla la descripción de los tratamientos.

Tabla 10 *Descripción de los tratamientos*

Nº	Tratamiento	Volumen
T ₀	Sin aplicación de biol	0
T ₁	50%	10 lt
T ₂	30%	10 lt
T ₃	10%	10 lt

La dosis del biol se aplicó de acuerdo al % de tratamiento completando con agua haciendo un 100% con el uso de una mochila de fumigación donde se realizó la preparación de acuerdo al tratamiento (ver Tabla 10). Se aplicará por aspersión y dejando mojado al follaje de la planta.



Figura 8 Aplicación del biofertilizante

2.3.6. Evaluación de las variables agronómicas del forraje

- a. Altura de la planta: Se evaluó de 5 plantas al azar por parcela de acuerdo a los tratamientos se procederá medir desde la planta hasta la altura que alcanza.
- b. Diámetro de tallo: Se evaluaron cada semana aproximadamente del ras del suelo utilizando el vernier.
- c. Producción del forraje: Se obtendrán tres muestras por tratamiento utilizando el método del metro cuadrado. Luego se procederá a pesar en una balanza.

3.7. Matriz de consistencia

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables
	General		Variable Independiente
¿En qué medida la aplicación biofertilizante liquido incrementa el rendimiento del cultivo purple King grass (pasto morado), en el establo "Los Patitos E.I.R.L" - Chosica. ?	Evaluar el efecto del biofertilizante utilizando excretas del ganado vacuno, consorcio microbianos y melaza como fuente de nutrientes en cultivos purple King grass (pasto morado), en el establo "Los Patitos E.I.R.L" - Chosica.	H1: La aplicación del biofertilizante tienen efecto positivo en las variables agronómicas, (altura, diámetro del tallo, rendimiento) del forraje purple King grass (pasto morado). H2: La aplicación del biofertilizante tiene un efecto positivo sobre las propiedades fisicoquímicas (pH, CE, M.O, P,K,CaCO₃) del suelo del establo "Los Patitos E.I.R.L" - Chosica.	Concentraciones ✓ X₁ = T₁ (50% de biol + 50% agua) ✓ X₂ = T₂ (30 % del biol + 70%agua) ✓ X₃ = T₃ (10% del biol +90 % agua) ✓ X₃ = T₀ Control (0%)
	Específicas		Variable Dependiente
	Determinar las propiedades físico – químicas (pH, CE, M.O, N, P, K) del biofertilizante. Evaluar el efecto del biofertilizante a diferentes concentraciones en los parámetros, altura, diámetro y producción del forraje purple King grass (pasto morado) Determinar el efecto del biofertilizante sobre las propiedades físico –químicas (pH, CE, M.O, P,K) del suelo post cosecha.		Variable agronómica ✓ Altura de la planta (cm) ✓ Diámetro del tallo ✓ Producción de Forraje Suelo ✓ pH, CE, MO, P, K, CaCO₃

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Evaluación de las propiedades fisicoquímicas del biofertilizante

a. Evaluación de las características organolépticas

Se muestra en la tabla 15 los parámetros organolépticos evaluados del biofertilizante líquido obtenido a partir del excremento de ganado vacuno, consorcio microbiano y melaza.

Tabla 11 *Parámetros de análisis organolépticos para las proporciones evaluadas*

Propiedades Organolépticas	Evaluación organoléptica
Olor	Moderado
Consistencia	Cremosa
Color	Oscuro

El olor del biofertilizante durante el proceso anaerobio, experimento grandes cambios de principio a fin. Durante las primeras semanas se percibió el olor desagradable, pero en las últimas semanas el olor no fue tan desagradable; lo cual nos permite inferir que ha terminado el proceso de descomposición.

Peralta , Juscamaica y Meza (2016), encontró resultados similares en la elaboración de un biol usando el consorcio microbiano, excretas de ganado vacuno y otros insumos, donde el tratamiento durante los 30 días de evaluación no presento olor desagradable. Al respecto Rojas (2014) en una investigación realizada llego a la conclusión los microorganismos efectivos gracias a su efecto catalizador garantiza la fermentación en lugar de una putrefacción además aceleran la descomposición del amoniaco y reduce la volatilización hasta suprimir los malos olores.

Meléndez & Soto, (2004) respecto al color marrón oscuro del biofertilizante afirman que los biofertilizante orgánicos mientras más oscuro se presenta es una característica que ha terminado su proceso de descomposición, asimismo señala el color marrón oscuro es una señal de un buen biol. Por el contrario, los tonos violetas no son deseables e indican que los biofermentos están dañados.

b. Evaluación del pH durante el proceso de fermentación.

En la tabla 12 se muestra en las variaciones del pH desde el segundo día de la fermentación debido a la acción de los microorganismos eficaces que aceleran la degradación de la materia orgánica.

Tabla 12 *Valores de pH del biofermentos*

Tratamiento				DIAS DE FERMENTACIÓN									
				Dias									
Nº	consorcio Microbiano	Melaza		1	2	3	4	5	10	15	20	25	30
T1	5000 ml	1500 ml	R1	6.5	6.5	6.3	6.2	6	5.5	5.0	4	3.76	3.70
			R2	6.7	6.6	6.4	6	6	5.5	5.5	4.5	3.81	3.81
		Promedio		6.60	6.55	6.35	6.10	6.00	5.5	5.25	4.25	3.75	3.79

En la elaboración del biofertilizante se utilizó estiércol de ganado vacuno, consorcio microbiano y melaza. Durante todo tiempo de fermentación se observó la reducción del pH, inicio con el valor 6,5 mientras que en el día 10 se observa descenso de 5.5 y al día 30 se obtuvo un valor 3.7. El uso de microorganismos eficaces en los biodigestores debió disminuir directamente los patógenos, cabe señalar que la solución EM -1 de por sí es ácida con el valor 3 a 4 de pH.

El pH tiene un efecto esterilizador de gran número de microorganismos patógenos, la reducción favorece a la disminución de estos. No obstante, en el diseño no se determinó

el porcentaje de reducción de patógenos producto de la reducción del pH y porcentaje de la acción directa de microorganismo efectivos (Ramirez et al., 2002).

c. Composición química del biofertilizante líquido

En la tabla 13 se evidencia los resultados de la composición química del biol elaborado a partir de extras de ganado vacuno, consorcio microbiano y melaza. El análisis se realizó en el Laboratorio de Agua, Suelo, Medio Ambiente y Fertirriego de la UNALM.

Tabla 13 *Composición química del biofertilizante liquido*

Parámetros	Unidad	Valor
pH	----	4.18
Conductividad Eléctrica	Ds/m	23.10
Sólidos Totales	g/L	87.89
M.O en solución	g/L	65.99
Nitrógeno Total	mg/L	952.00
Fósforo	mg/L	420.08
Potasio Total	mg/L	3421.67
Calcio Total	mg/L	2616.67
Magnesio total	mg/L	815.00
Sodio Total	mg/L	665.00

En cuanto los resultados obtenidos del pH se obtuvo el valor de 4.18 un biofertilizante ácido. La conductividad eléctrica se obtuvo el valor de 23.10 ds/m. siendo salino, en consecuencia, es necesario una disolución antes de ser utilizado en los forrajes para que no lesione el follaje de las plantas y a la vez otorgue el mejor fitonutrientes. La materia orgánica en solución si bien no es elevada, pero es significativo 65.99 g/l. Comparando los valores obtenidos en el presente estudio con los valores mínimos referenciales de nutrientes N, P, K y Ca en los bioles (ver tabla 6) citado (Suarez, 2009), los valores obtenidos N, P, K, Mg, Ca y Na se encuentra por encima del valor mínimo que señala.

Quiñones,(2016) realizó un estudio donde utilizo consorcio microbianos para la elaboración del biofertilizante líquidos donde concluyeron que se logra elaborar abono líquido acelerado con alta calidad nutricional e inocuidad microbiológica al quinto día de fermentación.

4.2. Caracterización física del suelo

Los resultados que se presenta en la tabla 14, son los promedios mecánicos del suelo previo la dosificación de biofertilizante líquido, lo cual muestra valores de fracción de arena, limo y arcilla y su respectiva clasificación textural de suelo franco.

Tabla 14 *Características físicas del suelo*

Análisis Mecánico			
Arena %	Limo %	Arcilla %	Clasificación Textural
47 %	33 %	20	Fr.

4.3. Caracterización química del suelo

En la tabla 15 se muestra las características químicas de suelo antes del tratamiento. Los valores obtenidos se comparó con la tabla de interpretación de la tabla de análisis del

suelo (ver anexo 7), el pH del suelo es de 6,96 siendo un suelo neutro, la conductividad eléctrica (CE) es de 0,29 ds/m es decir es un suelo ligeramente salino, la materia orgánica se encuentra en una clase baja ya que presenta el valor de 1.88 %, el contenido de fósforo en el suelo es de 13.9 ppm siendo un valor medio; mientras que el nivel del potasio es bajo con el valor de 68 ppm, también carbonato de calcio presenta el valor de 0.00 siendo un nivel bajo.

Tabla 15 *Análisis de fertilidad del suelo Pre-Tratamiento*

Parámetros	Símbolo	Unidad	Pre- análisis
Conductividad Eléctrica	CE	ds/m	0.29
Potencial de Hidrogeno	pH	----	6.96
Materia Orgánica	MO	%	1.88
Fósforo	P	ppm	13.9
Potasio	K	ppm	68
Carbonato de Calcio	CaCO ₃	%	0.00
Nitrógeno Total	N	%	0.17

4.4. Características de las variables agronómicas

4.4.1. Altura de la planta

El análisis de varianza de las variables altura del forraje *purple King grass* en relación a las diferentes concentraciones del biofertilizante líquido (Ver tabla 16) se encontró que existe diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos T1, T2, T3 y T0, ya que su nivel de significancia es 0.000 siendo menor a ($P < 0.05$), en consecuencia, se acepta la hipótesis alterna manifestando que hay diferencias en las alturas del forraje con respecto a las dosis aplicados. Sin embargo, en los bloques se observa que no existe

significancia ya que su significancia es 0,39 siendo mayor ($p > 0.05$), manifestando que no existe diferencias en las alturas del forraje con respecto a bloques. Por lo que se concluye que hay efecto con respecto a las concentraciones de biol en la altura del forraje.

Tabla 16 *Análisis de Varianza – ANOVA de la altura del forraje purple King grass*

Origen	SC	GL	MC	F	Sig.
Modelo corregido	10870,933a	11	988,267	15,829	,000
Tratamientos	10119,733	3	3373,244	54,030	,000
Bloque	119,633	2	59,817	,958	,391
Error	2996,800	48	62,433		
Total corregida	13867,733	59			

En el análisis de comparación de las medias de los tratamientos a través de turkey al 0.05 (Ver tabla 21) mostró que el tratamiento T1 (50% de biol) alcanzó el valor más alto para la altura con promedio 190 cm, superando estadísticamente a los tratamientos T2, T3 y T0 (control). Además, el tratamiento T2 (30% biol) tuvo diferencia significativa sobre los tratamientos T3 y T0. Sin embargo no se encontró diferencia estadística entre los tratamientos T3 y T0, registrando los valores más bajos el tratamiento T0 con 156,40 cm y el tratamiento T3 (10% de biol) con una media 161,03 cm. Estas diferencias de altura encontrados se deben a la respuesta que dieron las plantas respecto a las diferentes concentraciones del biofertilizante líquido aplicado.

Tabla 17 *comparación de medias de las dosis en la altura del forraje atreves de turkey*

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
T0 (control)	15	156,40		
T3	15	161,03		

T2	15	172,1	
T1	15		190,13
Sig.		,124	1,000

En las primeras semanas no se encontró diferencia estadística entre las alturas de la planta (Ver figura 8), pero a partir del día 20 hasta el día 60 de la evaluación del estudio se observa que el biol a una concentración 50% de biol (T1) tuvo mayor efecto en la altura del forraje sobre los otros tratamientos; de este modo, podemos inferir que existe una respuesta a la concentración del biol sobre la altura del forraje purple King grass.

(Aparcana, 2008) menciona que este comportamiento se atribuye a las ventajas de la fertilización orgánica, que en mayor concentración de biol se encontraran mayor cantidad de fitohormonas que estimulan el crecimiento y fortalecimiento de las plantas.

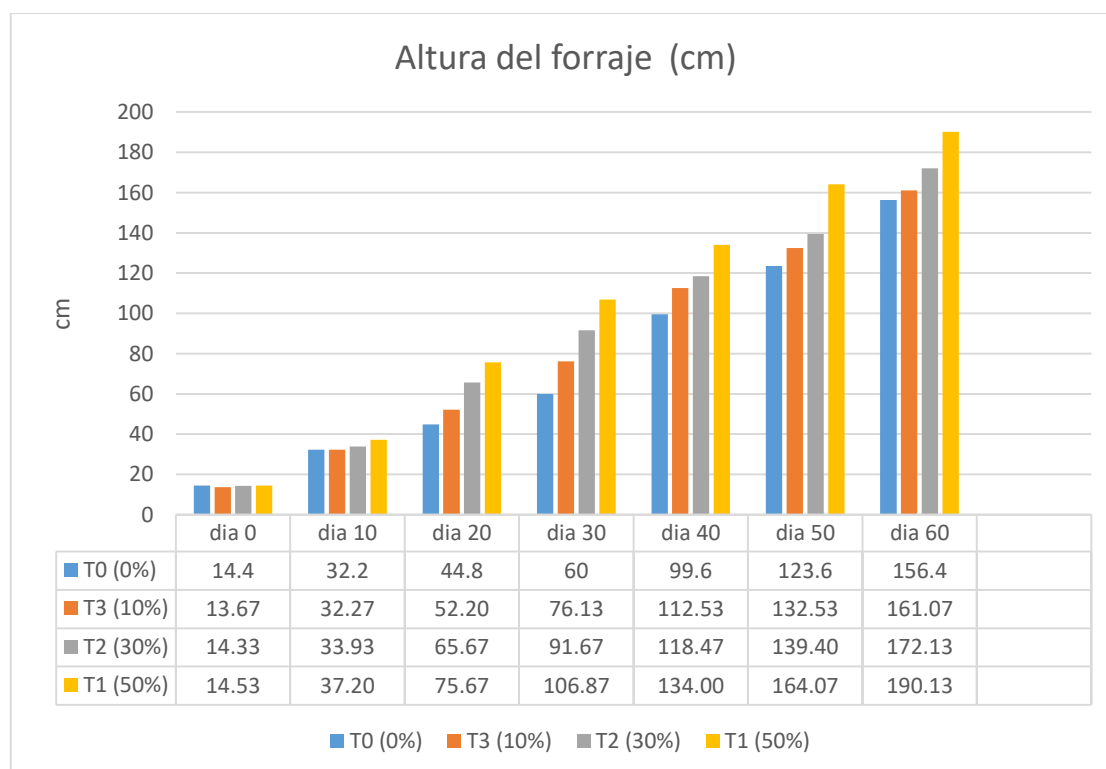


Figura 9 Comparación de los promedios de la altura del forraje con los diferentes tratamientos

Los resultados obtenidos comparados con lo reportado por Viera, (2011) fueron superiores, en su trabajo de investigación “ producción de pasto King Grass morado con la aplicación de foliar en diferentes dosis de biol” demostró que las concentraciones de biol bovino de T1 (17%), T2 (33%), T3(50%), el tratamiento con mayor altura de planta fue el tratamiento T3 , en las semanas 6, 9 y 12 semanas de evaluación se obtuvo 1.89 m, 2.49 m y 2,62m; comparando los resultados podemos inferir que el motivo por el cual los valores fueron superiores a los valores obtenidos del presente estudio, se debió a la aplicación del biol en los cultivos semanalmente. García et al., (2012) señalan que la fertilidad de los suelos es un factor clave en el crecimiento y el desarrollo de las plantas y tienen gran influencia sobre la productividad y la calidad del forraje.

Los resultados del presente estudio fueron superiores con lo reportado por Alvarado & Medal, (2018) quienes obtuvieron el valor promedio de 120 cm usando una concentración 50 % de biol en un periodo de 50 días, esto se debe a que el estudio se evaluó en periodo seco, teniendo bajas precipitaciones y poca disponibilidad de agua, asimismo se presume que fue debido a una menor concentración de nutrientes en el biofertilizante líquido. Al respecto Vásquez & Ruiz, (2000) menciona que el desarrollo de los cultivos depende de la variedad, las condiciones ambientales y el contenido de nutrientes disponibles en el suelo.

Varias investigaciones se han desarrollado con el fin de optimizar el uso de biol entre las cuales citamos las realizado por La Torre, (2019), Céspedes et al., (2016) y Mita,(2018) que aseveran que aplicando el biofertilizante en los cultivos, en concentración entre el 50% y 70% estimulan el crecimiento y mejora la calidad del forraje.

4.4.2. Diámetro del tallo del forraje

El análisis de varianza de las variables diámetro del tallo del forraje *purple King grass* en relación a las diferentes dosis de biofertilizante líquido (Ver tabla 18) se encontró que existe diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos T1, T2, T3 y T0 ya que su nivel de significancia es 0.00 siendo menor a ($P < 0.05$), en consecuencia, se acepta la hipótesis alterna manifestando que hay diferencias en las varianzas en los diámetros del tallo del forraje con respecto a las dosis aplicados. Asimismo, en los bloques se observa que existe significancia ya que su significancia es 0,04 siendo menor ($p > 0.05$), manifestando que existe diferencias en las varianzas de los diámetros del tallo del forraje con respecto a bloques.

Tabla 18 *Análisis de Varianza –ANOVA del diámetro del tallo del forraje purple King grass*

Origen	SC	GL	M C	F	Sig.
Modelo corregido	332,144a	11	30,195	4,063	,000
Tratamientos	181,895	3	60,632	8,159	,000
Bloque	48,154	2	24,077	3,240	,048
Error	356,722	48	7,432		
Total	23105,868	60			
Total corregida	688,866	59			

En el análisis de comparación de las medias de los tratamientos a través de turkey al 0.05 (Ver tabla 19) mostro que el T1 (50% de biol) alcanzo el valor más alto para el diámetro del tallo con promedio 21,99 cm, seguido del tratamiento T3 con promedio 19,46 mm; superando estadísticamente a los tratamientos T2 y T0 (control). Asimismo, no se encontró diferencia estadística entre el tratamiento entre el T2, T1 y T0 registrando

el valor más bajo el T0 con promedio 17,19 cm, el cual no defirió del T2 (30% de biol) con promedio 18,67 cm.

Tabla 19 *Comparación de medias de las dosis en la diámetro del forraje através de turkey*

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
T0 (control)	15	17,1900	
T 2	15	18,6700	
T 3	15	19,4633	19,4633
T 1	15		21,9933

Al analizar el biol de los laboratorios (ver figura 9), se observa que el efecto del biol sobre el grosor del tallo, se encontró promedios superiores con el tratamiento T1 (50% de biol) en todas las semanas de evaluación, llegando a tener el valor más alto 21,99 mm en un periodo de 60 días; mientras que los tratamientos T3, T2 registraron promedios inferiores, sin embargo, fueron valores superiores comparado con T0 (control) donde no se aplicó en biol. Según, Blessing & Morrison, (2009) afirman el diámetro del tallo reducen cuando se incrementa la densidad de la siembra debido a la competencia entre plantas y la competencia por la luz con las malezas generando elongación de tallos, reduciendo el grosor de los tallos, tallos delgados es un símbolo de raquitismo por deficiencia nutricional de la planta.

Estos valores obtenidos de grosor están entre los rangos normales para especies de *pennisetum purpureum*, según Cortes & Olarte, (2018), quien señala la descripción botánica de estos forrajes contempla alturas de entre 2 a 4 metros y grosor de 2 a 3 cm. La importancia del grosor de tallo radica en el desarrollo de las plantas al igual entrenudos de las plantas (Domingo et al., 2005).

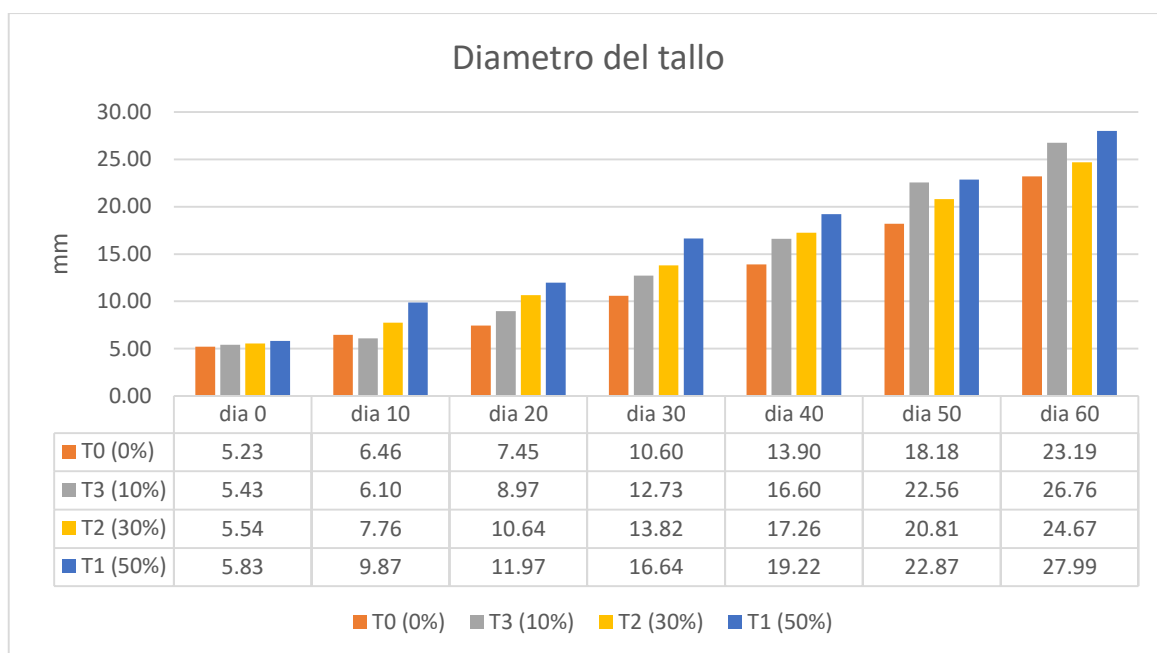


Figura 10 Efectos del biol en el grosor del tallo del forraje purple King grass

Alvarado & Medal, (2018) encontraron valores inferiores al presente estudio, la media del grosor del tallo purple King grass, el valor que obtuvo fue 1.92 cm usando una concentración 50 % de biol; el grosor del tallo depende de la variedad, las condiciones ambientales y nutricionales del suelo (Vásquez & Ruiz, 2000). Del mismo modo, Mita (2018) en el estudio realizado en forraje maralfalfa (*Pennisetum sp*) encontró valores altos en el grosor del tallo con la aplicación del biofertilizante a una concentración 50% del biol. El biol es una fuente orgánica de fitorreguladores, en pequeñas cantidades es capaz de promover actividades fisiológicas, y estimular el crecimiento de las plantas (Restrepo, 2007).

4.4.3. Producción de Forraje

Los diferentes tratamientos afectaron en la producción del forraje *purple King grass* en relación a las diferentes dosis de biofertilizante líquido (Ver tabla 20) el cual se reflejó diferencia estadística entre los tratamientos T1, T2, T3 y T0, ya que su nivel de significancia es 0.000 siendo menor a ($P < 0.05$), en consecuencia, se acepta la hipótesis

alterna manifestando que hay diferencias en el rendimiento del forraje con respecto a las dosis aplicados.

Tabla 20 *Análisis de Varianza – ANOVA rendimiento del forraje purple King grass en (kg/m²)*

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Intersección	302,003	1	302,003	511,148	,000
Tratamientos	55,030	3	18,343	31,047	,000
Error	4,727	8	,591		
Total	361,760	12			
Total corregida	59,757	11			

Los tratamientos con biofertilizante líquido influyeron a la producción de forraje verde, se reflejó en el análisis de las medias de los tratamientos de biol a través de turkey al 0.05 (Ver tabla 21) mostrando que el T1 (50% de biol) alcanzo el valor más alto en la producción del forraje con una media 77666.6 kg.h⁻¹, superando estadísticamente a los tratamientos T2, T3 y T0 (control). Asimismo, los tratamientos T0 (sin biol) y T3 (10% de biol) ambos tratamientos presentaron un rendimiento con valores muy cercanos, por lo tanto, no se encontró diferencia significativa registrando las medias 23000 y 33000 kg.h⁻¹.

Tabla 21 *Comparación de medias del rendimiento del forraje atraves de turkey (kg/h⁻¹)*

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
T0 (Control)	3	23000		
T 3	3	33000		
T 2	3		55000	
T 1	3			77666.6
Sig.		,104	1,00	1,00

En la figura 11 se observa el efecto del biol en la producción de la materia verde mantiene un comportamiento creciente, siendo tratamiento T1 (50% de biol) presento el mejor rendimiento con 77666.6 kg.h⁻¹, seguido del T2 (30% de biol) que registro 55000 kg.h⁻¹.

Montalván, (2018) menciona que existe una relación directamente proporcionalidad entre el contenido de nitrógeno con el crecimiento y el desarrollo del cultivos, lo que podría explicar que las unidades experimentales fertilizantes con el biol tratamiento T1 (50% de biol) hayan presentado los mayores niveles de producción en forrajes.

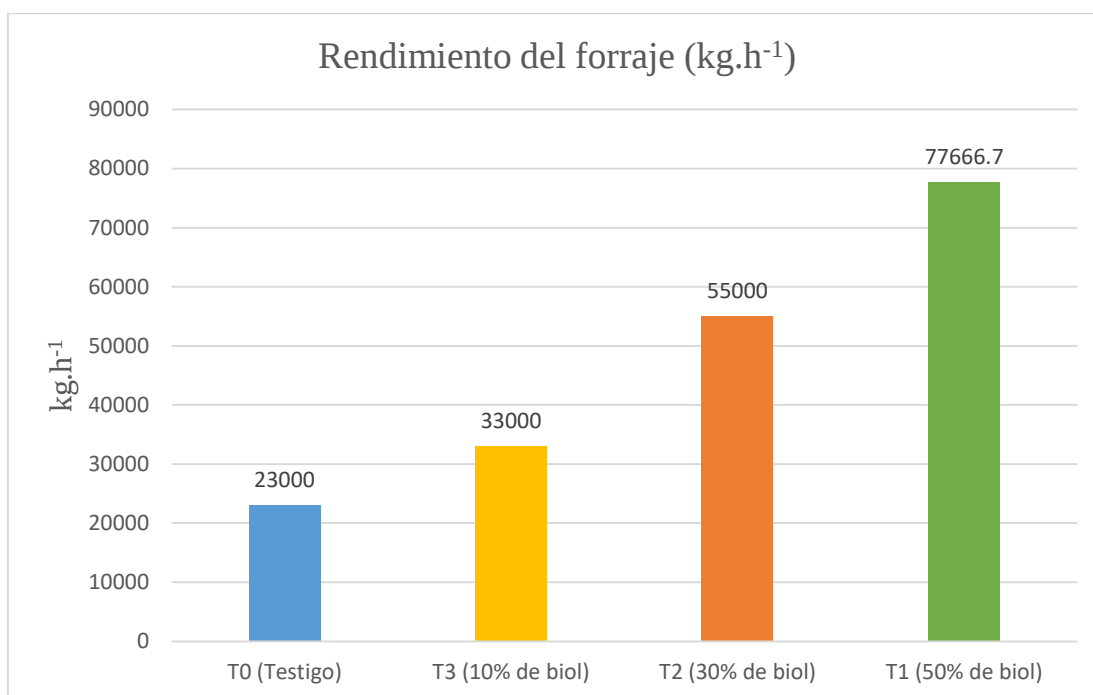


Figura 11 Efecto de biol en el rendimiento del forraje purple King grass

Al comparar los resultados del rendimiento del forraje con los valores obtenidos Alvarado & Medal, (2018) quienes realizaron estudios con el pasto *pennisetum purpureum*, donde al aplicar una fertilización orgánica basada en empleo 50% de dosis alcanzando el promedio más alto 24583 kg.h⁻¹ en la producción de materia verde, se observa que los resultados del presente estudio son superiores. Al respecto, Cárdenas & Hondoy, (2017) señalan que los rendimientos de las áreas de pasto de corte varían en

dependiendo de las especies sembradas, edad del momento del corte y población del pasto.

Barrón et al., (2009) en su estudio que desarrollo evaluó el rendimiento del forraje usando la especie elefante morando (*pennisetum purpureum*) en las estaciones primavera y verano, concluyendo que el mayor rendimiento forrajero se dio en el verano que correspondía a la cuarta semana con 1517.14 kg/ha; comparando con los resultados del presente estudio son inferiores, probablemente se debió a que se fertilizo las parcelas con estiércol seco de ganado vacuno. La fertilización de los suelos es un factor importante para el desarrollo de las plantas, tiene una gran influencia para alcanzar la máxima producción por unidad de superficie (Arias & Armaude, 2010).

4.5. Determinación y Evaluación del efecto de las dosis sobre los parámetros fisicoquímicos del suelo.

4.5.1. Potencial de Hidrógeno en suelo(pH)

En el análisis de la varianza de la variable de potencial de hidrogeno (pH) del suelo en (ver tabla 22), existe diferencia significativa de 0,001 siendo menor a (<0.05), por ende, se acepta la hipótesis alterna demostrando que hay diferencia significativa entre los tratamientos T0, T1, T2 y T3 sobre las concentraciones de pH del suelo con relación a los tratamientos aplicados.

Tabla 22 *Análisis de la varianza ANOVA – de potencial de hidrógeno del suelo (pH)*

Origen	SC	GL	MC	F	Sig.
Intersección	569,076	1	569,076	163706,720	,000
Tratamientos	,350	3	,003	,660	,0001
Error	,024	7	,003		

Total corregida	,030	10
-----------------	------	----

En comparación de las medias para los tratamientos (Ver tabla 23) muestran que solo existe diferencia significativa entre el T0 (control) sobre los tratamientos T1, T2, T3 sin encontrar diferencia significativa entre concentraciones aplicados de biofertilizante en los valores obtenidos de pH. El T0 (control) presento el valor de pH con 6,96 comparando con la tabla de interpretación de análisis de suelo (ver anexo 7) indica que es neutro, mientras que los tratamientos donde se aplicó el biofertilizante líquido hubo aumento en la concentración en todos los tratamientos significativamente, los tratamientos presentaron los valores 7,40 -7.45 siendo un suelo ligeramente alcalino.

Tabla 23 *Comparación de medias del pH del suelo con respecto a los tratamientos aplicados*

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
T0	2	6.96	
T3	3		7.400
T2	3		7.403
T1	3		7.453

Fuente: Propia

En la figura 12 se muestra los valores promedios obtenidos del pH de todos los tratamientos relativamente estable en comparación T0 (control), el T1 tuvo el mayor incremento con 7.45, seguido T2 con 7.40 y T3 (10% de biol) adquirió el promedio 7.41. De este modo indica que el suelo tratado en relación al pH, tuvo un ligero incremento. Estos incrementos del pH pueden ser causados por la adición de fertilización, particularmente del estiércol de vaca debido a que contienen altas concentraciones de sales (Hernández, 2011). Asimismo, el pH óptimo para el desarrollo de las plantas es

entre los valores 6.5 a 7.5, valores mayores o menores a estos rangos podrían traer problemas por toxicidad (Vásquez et al., 2018).

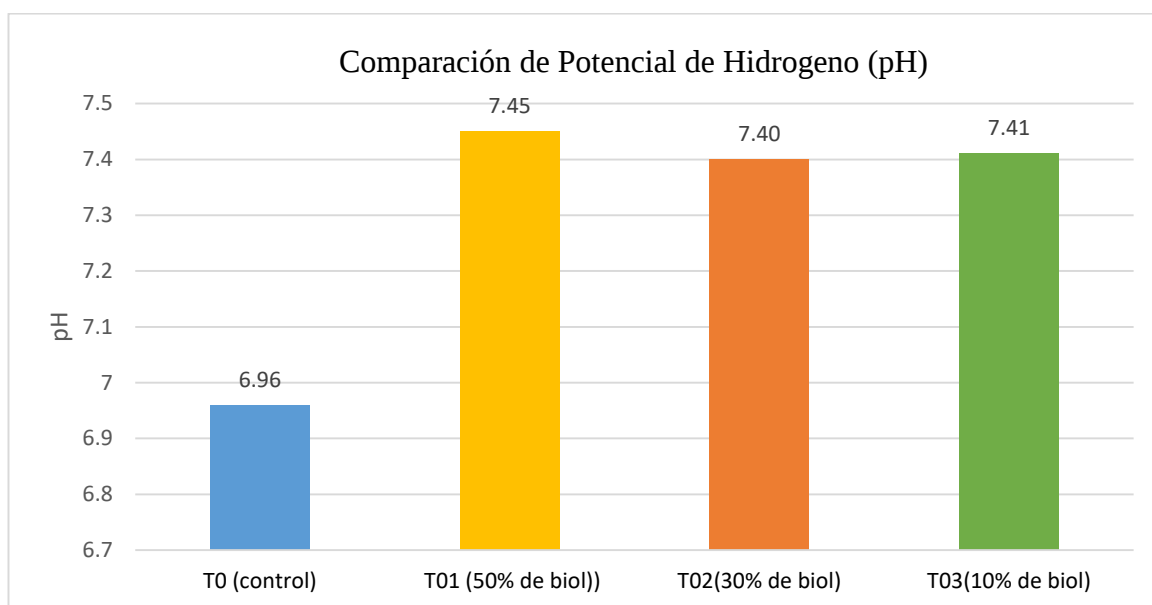


Figura 12 Análisis de efecto dosis de biol al parámetro de potencial de hidrogeno del suelo

Mamilovich, (2018) obtuvieron resultados similares con variaciones mínimas en el pH con la utilización de biol en diferentes concentraciones para la producción de cacao, los resultados del pH de los tratamientos con relación al análisis inicial del suelo, mostraron un ligero incremento no significativo. Moreno, (2019) reportó incrementos no significativos en el pH del suelo después de la aplicación a dosis de biol en cultivos de maíz. García, (2013) señala los incrementos leves de pH del suelo, se debe al tipo de enmienda o a las distintas dosis aplicados.

Tony, (2016) menciona los forrajes presentan buen comportamiento desde suelos moderadamente ácidos, neutros y ligeramente alcalinos con un pH de 4.5 a 7.5 y con mejor desarrollo en suelos francos. Las concentraciones de pH del suelo estudiado han demostrado aumentos leves, los cuales reflejan que mayor concentración de dosis del biofertilizante líquido posiblemente aumenta los valores del pH.

4.5.2. Conductividad Eléctrica (CE)

El análisis de la varianza de la concentración final de la conductividad eléctrica (CE) del suelo en relación a las concentraciones del biofertilizante (ver tabla 24), no existe diferencia significativa presentado el valor 0,693 siendo mayor $p > 0.05$ lo cual afirma que no existe diferencia significativa entre los tratamientos T0, T1, T2 y T3, por lo tanto, se acepta la hipótesis nula es decir existe igualdad en las concentraciones de CE respecto tratamientos aplicados.

Tabla 24 *Análisis de Varianza ANOVA – de Conductividad Eléctrica (CE)*

Origen	SC	GL	MC	F	Sig.
Intersección	,6.94	1	,694	108,,537	,000
Tratamiento	,010	3	,003	,502	,693
Error	,045	7	,006		
Total corregida	,054	10			

Fuente: Elaboración propia

Se observa en la figura 13 los valores promedios de la conductividad eléctrica, los resultados mostraron que todos los tratamientos T1, T2, T3 redujeron el valor de la conductividad en comparación T0 (control), sin embargo, no se encontraron diferencia significativa ya que los valores fluctuaron de 0.21 a 0.29 dS/m estos indicadores indican que es un suelo muy ligeramente salino. El tratamiento T0 (control) que presento 0.29 dS/m este valor comparando con el T1 (50% de biol) obtuvo promedio 0.27 dS/m, seguido del T3 (10% de biol) con 0.25 dS/m y por último el T2 con dosis (30% de biol) logró un promedio de 0.21 dS/m, todos los tratamientos mostraron una ligera reducción.

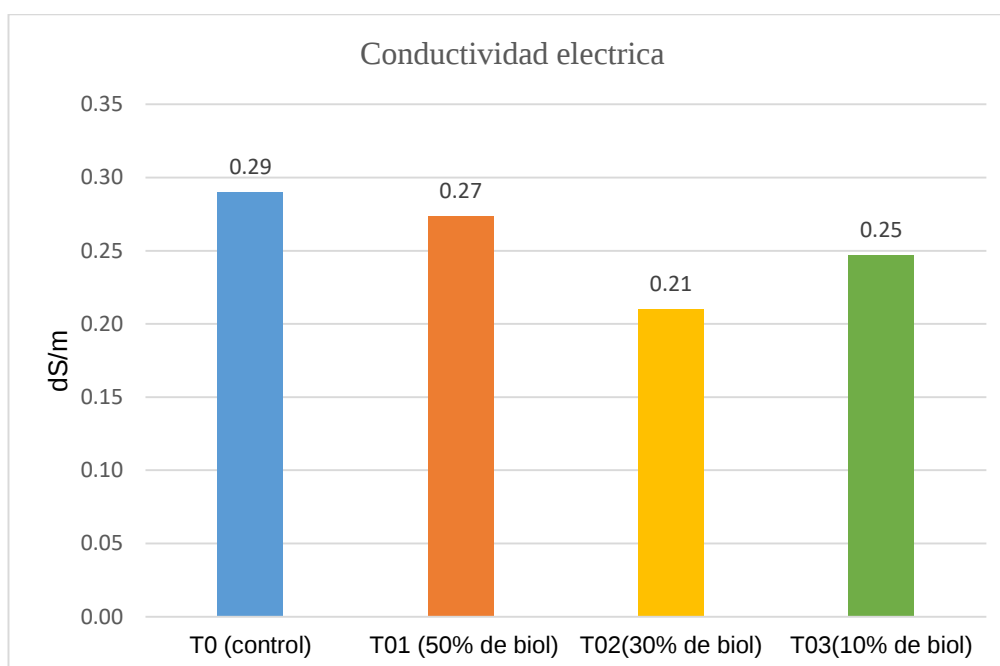


Figura 13 Análisis de efecto dosis de biol al parámetro de Conductividad eléctrica del suelo

Moreno, (2019) encontró similares resultados al aplicar biol en los cultivos maíz, los valores obtenidos al finalizar los tratamientos fueron inferiores con respecto al control (sin aplicación del biol) no significativos en la conductividad eléctrica. La ligera disminución de conductividad eléctrica, se da por las reacciones de precipitación de iones liberados por el aporte de nutrientes de los tratamientos, generando liberación de nutrientes desde el suelo y también la absorción de nutrientes debido al aumento inicial de la biomasa del suelo (Hirzel & Salazar, citado por Hurtado, 2019). Sin embargo, (García, 2013) menciona que la aplicación de enmiendas orgánicas en particular estiércol de animales incrementa los valores de la conductividad eléctrica del suelo a consecuencia del elevado aporte de aniones y cationes solubles que contiene estos materiales, esto se debe a que sufren un proceso de mineralización de la materia orgánica y la acumulación sales, asimismo, por tratarse de estudios en campo las concentraciones CE pueden variar no solo tipo y dosis de aplicación, sino también por la condiciones ambientales.

4.5.3. Materia Orgánica (MO)

De acuerdo al análisis de varianza en la tabla 25, existe significativa entre los tratamientos respecto a las concentraciones finales de materia orgánica (MO) en el suelo, ya que su nivel de significancia es de 0,023 siendo menor a ($p < 0.05$), por ende, se acepta la hipótesis alterna demostrando que hay diferencia en las concentraciones de materia orgánica del suelo con relación a los tratamientos de biofertilizante aplicado.

Tabla 25 *Análisis de Varianza ANOVA – de porcentaje de Materia Orgánica (MO)*

Origen	SC	GL	MC	F	Sig.
Intersección	62,856	1	62,856	539,912	,000
Tratamientos	2,133	3	0,711	6,108	,023
Error	,815	7	,116		
Total corregida	2,948	10			

Comparando las medias de los tratamientos (Ver tabla 26) muestra que existe significancia entre el T0 (control) y el T2. El T2 obtuvo con una media 2.92 % mostrando diferencia significativa sobre el T0 (control) presento una media 1,88 %, mientras que los tratamientos T3 y T1 no mostraron significancia sobre T1 y T2. Los tratamientos T1 y T3 registraron medias 2.82% y 2.08%. La aplicación del biol en los diferentes tratamientos incremento significativamente la concentración de materia orgánica.

Tabla 26 *Comparación de medias del contenido del % materia orgánica del suelo con respecto a los tratamientos aplicados.*

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
T 0	2	1,88	
T 3	3	2,08	2,08
T 1	3	2,82	2,82
T2	3		2,92

La concentración de la materia orgánica en el análisis inicial del suelo fue de 1.88 % clasificado como bajo, luego de la aplicación de las diferentes concentraciones biofertilizante líquido se obtuvo altos porcentajes en materia orgánica en todos los tratamientos los valores fluctuaron de 2.08 a 2.92 % (ver figura 14), clasificado normal en % MO del suelo. El T2 logro mayor incremento con 2.92%, seguido se encuentra el tratamiento T1 con 2.83% y el menor valor que presento fue T3 con 2.08% es donde se aplicó menor concentración de biol, esto indica que la aplicación biofertilizante genera un incremento en porcentaje de la materia orgánica del suelo. Flores, (2015) cuando se utiliza residuos de origen animal y vegetal incrementa el contenido de materia orgánica, debido a que estos residuos contienen numerosos elementos nutritivos como nitrógeno, fósforo, potasio y menor proporción otros elementos.

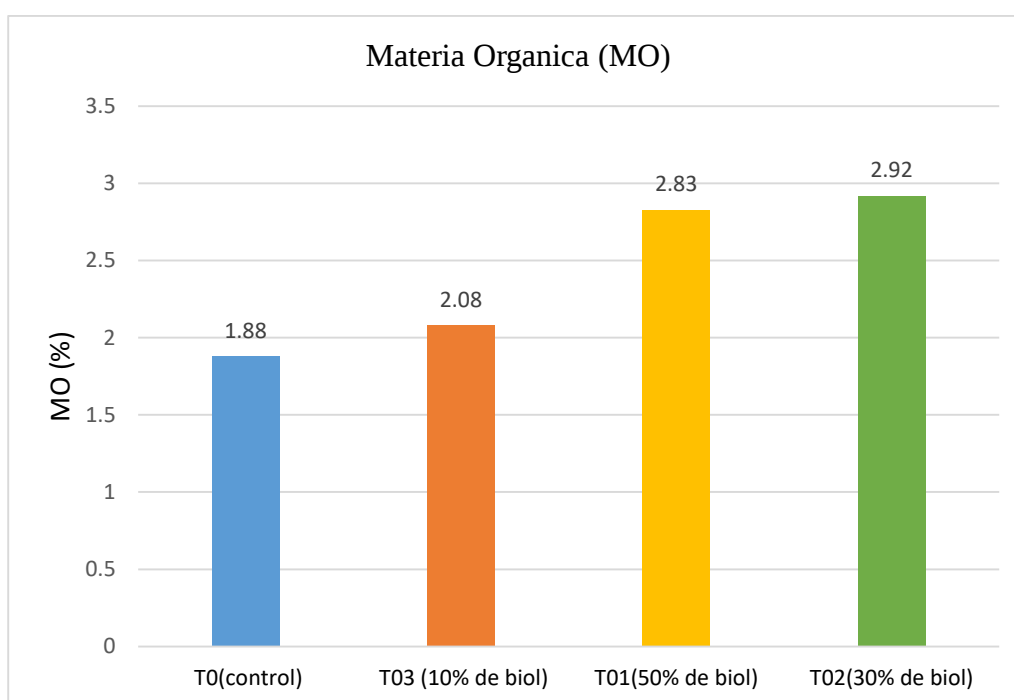


Figura 14 Análisis de efecto dosis de biol en el parámetro de Materia orgánica del suelo

Mamilovich, (2018) encontró resultados similares señala que la aplicación del biol afecta positivamente en el contenido materia orgánica y otros elementos. Los tratamientos aplicados con biol afectaron incrementaron el % M.O y otros elementos; los

valores fueron superiores con respecto al control (sin aplicación de biol) siendo significativo en el porcentaje materia orgánica. Moreno, (2019) trabajo con biofertilizante líquido y sólido para incrementar el contenido de materia orgánica (MO), donde observo un incremento en el valor M.O en relación al valor del control, siendo el más notorio el biofertilizante sólido que obtuvo el porcentaje más alto MO en comparación del biofertilizante líquido, se debe porque los abonos foliares son aplicados directamente a las hojas y lo que se suministrado al suelo es aprovechado por las plantas por ser altamente disponible.

4.5.4 Fósforo (P)

En las tabla 27, se muestra el análisis de la varianza de las concentraciones del fósforo, se determina que no existe diferencia significativa entre los cuatro tratamientos T0,T1,T2 y T3, porque el nivel de significancia es de 0.56 siendo mayor a ($p>0.05$), por tanto se acepta la hipótesis nula, es decir, existe igualdad en la varianza de las concentraciones de fósforo obtenida en suelo; sin embargo, se observa en la figura 15 que el T1 obtuvo 22.07 ppm mayor incremento en la concentración de fósforo en el suelo.

Tabla 27 Análisis de Varianza ANOVA – de Fósforo(P)

Origen	SC	GL	MC	F	Sig.
Intersección	2939,307	1	2939,307	59,214	0,00
Tratamiento	141,934	3	47,311	0,953	0,56
Error	347,473	7	49,639		
Total corregida	489,407	9			

En comparación de los valores promedios en el contenido de fósforo disponible (ver figura 15) en el T0 (control) fue de 13.90 ppm, los tratamientos que superaron fueron T1 con 22.07 ppm, seguido T2 con 17.33 ppm, pero inferior fue T3 con 13.10 ppm. Según

la interpretación tabla del análisis del suelo indica que el T0 y T3 tienen valor medio de fósforo disponible en suelo, sin embargo, los valores obtenidos con el T1 y T2 indican que tienen valores altos de fósforo disponible en el suelo. En el T3 que tuvo un valor inferior T0 (control) se aplicó a una concentración 10% de biol, esto podría ser porque los abonos foliares son aplicados directamente a las hojas y lo que fue suministrado al suelo fueron directamente aprovechados por el forraje, sin embargo, los resultados en el T1 y T2 fueron superior, esta diferencia posiblemente por las concentraciones de biol fueron 50 % y 30 % de biol. Vázquez, (2018) señala que el uso de foliares orgánicos puede mejorar las propiedades fisicoquímicas de los suelos incrementando su fertilidad porque contienen cantidades considerables de fósforo disponible para su desarrollo de las plantas.

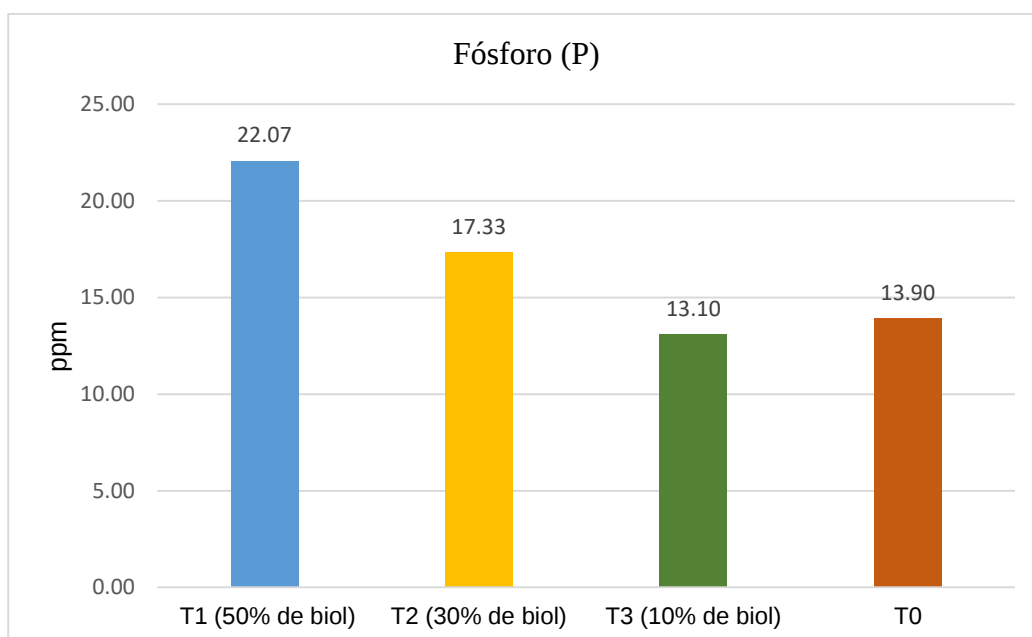


Figura 15 Análisis de efecto dosis de biol sobre parámetro del fósforo del suelo.

Mamilovich, (2018) realizó un trabajo de investigación evaluando el efecto del biol y el estiércol de ovino sobre las propiedades del suelo y crecimiento de los cultivos de cacao; con respecto al fósforo obtuvo valores superiores con los tratamientos de biol, mientras que encontró valores inferiores con estiércol, sin embargo ambos tratamientos lograron valores superiores con respecto al Testigo; concluyendo que la aplicación del

biol aumenta el contenido de fósforo disponible en el suelo. Vásquez, (2008) realizó el estudio con biabonos como el compost, estiércol y biol, comparando con los valores del testigo (sin fertilización) encontró valores superiores con el abono líquido, similar a nuestro resultado de los tratamientos T1 y T2.

4.5.5. Potasio (K)

De acuerdo al análisis de varianza en la tabla 28, se observa que existe diferencia significativa entre los tratamientos respecto a las concentraciones de potasio en el suelo, el nivel de significancia de los tratamientos es 0,025 siendo menor a ($p < 0.05$), por ende, se acepta la hipótesis alterna demostrando que hay diferencia en las concentraciones de potasio del suelo con relación a los tratamientos aplicados; en la figura 15 se observa que el tratamiento T1 obtuvo 101.66 ppm mayor incremento en la concentración del potasio.

Tabla 28 *Análisis de Varianza ANOVA- de potasio (K)*

Origen	SC	GL	MC	F	Sig.
Intersección	73187,852	1	73187,852	770,012	,000
Tratamientos	1668,303	3	556,101	5,851	,025
Error	665,333	7	95,048		
Total corregida	2333,636	10			

En comparación de las medias para los tratamientos (Ver tabla 29) muestran que solo existe diferencia significativa entre el T0 (control) y T1, sin encontrar diferencia significativa con los tratamientos T2 y T3 en las concentraciones obtenidos de potasio disponible en suelo. El T0 (control) presento el valor promedio con 68 ppm según la interpretación de la tabla de análisis de suelo (ver anexo 7) indica que tiene un valor bajo

de potasio disponible en el suelo, en los tratamientos T2 y T3 hubo aumento en la concentración presentaron los valores 75,6 ppm y 86,0 ppm indicando que tiene un valor bajo de potasio, mientras que el T1 presento un valor medio de potasio disponible en el suelo con 101,6 ppm mostrando significancia.

Tabla 29 *Comparación de medias del contenido de potasio en el suelo con respecto a los tratamientos aplicados.*

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
T 0	2	68,0	
T 3	3	75,6	75,6
T 2	3	86,0	86,0
T 1	3		101,6

Se observa en la figura 16 los resultados concentración del potasio disponibles en el suelo, el T1 logro mayor eficiencia en comparación a los demás tratamientos 101.67 ppm, seguido se encuentra el tratamiento T2 obtuvieron resultados 86 ppm y por último el T3 resulto con 75.67 ppm de potasio respectivamente, esto indica que incremento el contenido de biol, aumenta la disponibilidad de potasio en suelo. La diversificación en la cantidad de potasio disponible en suelo se debe posiblemente al consumo de este elemento por parte del forraje.

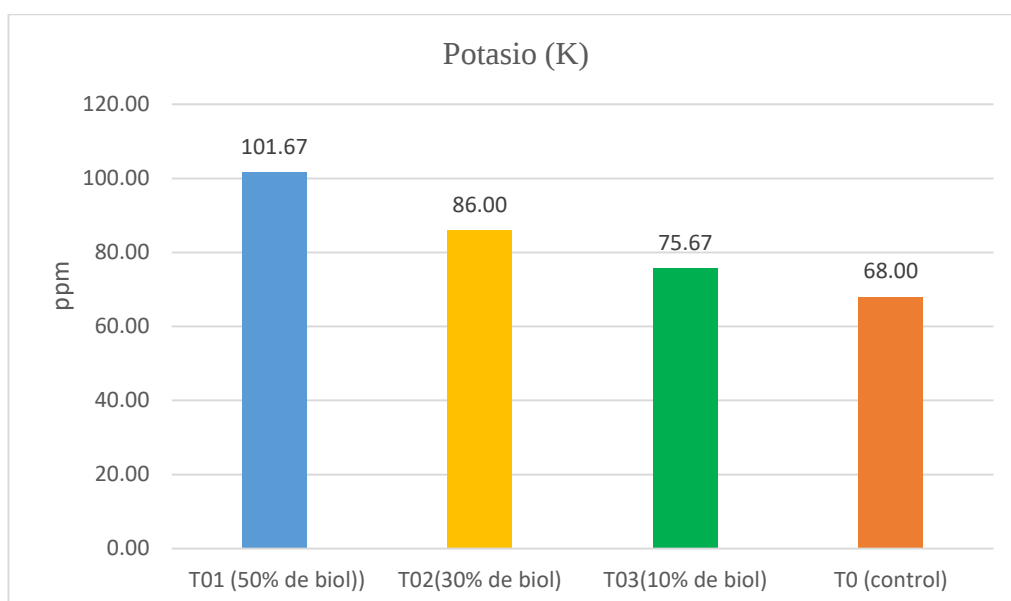


Figura 16 Análisis de efecto dosis de biol sobre parámetro del potasio del suelo.

Mamilovich, (2018) realizó un trabajo de investigación evaluando el efecto del biol y el estiércol de ovino sobre las propiedades del suelo y crecimiento de los cultivos de cacao; con respecto al potasio obtuvo valores significativos en comparación testigo (suelo donde se aplicó ningún sustrato). Moreno, (2019) trabajo con biofertilizante líquido y sólido en los cultivos de maíz, no encontró incrementos significativo con la aplicación biofertilizante líquido sobre el potasio disponible en el suelo. Vásquez, (2008) la disponibilidad de la cantidad de potasio es causada por diversos factores como por el cultivo, drenaje, topografía, aireación del suelo.

4.5.6. Carbonato de Calcio (CaCO_3)

De acuerdo a la prueba Kruskal –Walls en la tabla 30, no existe diferencia significativa entre los tratamientos respecto a las concentraciones de carbonato de calcio (CaCO_3), ya que su nivel de significancia es de 0,127 siendo mayor a ($p < 0.05$), en consecuencia, se acepta la hipótesis nula manifestando que no hay diferencias en las concentraciones de carbonato de calcio del suelo con respecto a los tratamientos aplicados.

Tabla 30 Prueba de Kruskal Wallis – de porcentaje de Carbonato de Calcio (CaCO_3)

N° Tratamientos	PE	GL	Sig.
11	5,695	3	0.127

Se observa figura 17 el porcentaje de CaCO_3 del suelo fertilizado con las diferentes concentraciones de biol con relación al T0 (control) que obtuvo 0 %, existe un incremento del contenido del CaCO_3 , siendo el más notorio el tratamiento T1 con dosis (50% de biol) logró un promedio más alto 0.19 %, seguido T2 (30% de biol) obtuvo un promedio 0.16 % y T3 (10% de biol) adquirió un promedio 0.13 %; los tratamientos presentaron valores incrementos en contenido del CaCO_3 .

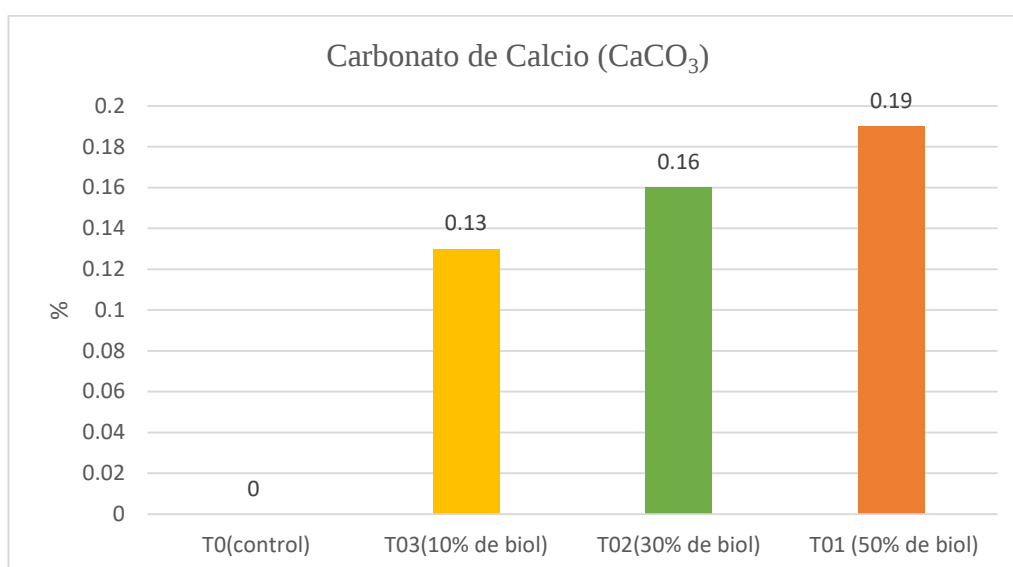


Figura 17 Análisis de efecto dosis de biol sobre parámetro del carbonato de Calcio del suelo.

4.6. Eficiencia de los tratamientos con respecto al pre y post prueba en cuanto a las propiedades químicas del suelo

Para determinar la eficiencia de las propiedades químicas del suelo con relación al pre y post prueba, en cuanto a los tratamientos experimentales T1, T2 y T3, se determinó el porcentaje de eficiencia de los parámetros analizados a través de la ecuación 1, para este caso se tomaron datos de los tratamientos los cuales fueron promediados en relación a

cada dosis aplicados y se obtuvo el porcentaje de eficiencia de reducción y aumento tal como se muestra en la tabla 31.

Tabla 31 *Propiedades químicas del suelo con respecto a la pre y post prueba de la aplicación de biofertilizante*

Eficiencia por	Parámetros	T1			T2			T3		
		<i>i</i>	<i>f</i>	<i>Efic.</i> (%)	<i>i</i>	<i>f</i>	<i>Efic.</i> (%)	<i>i</i>	<i>f</i>	<i>Efic.</i> (%)
Reducción	CE	0.29	0.27	6.90	0.29	0.21	27,6	0.29	0.25	13.8
Aumento	MO	1.88	2.83	33.35	1.88	2.99	37	1.88	2.08	10.1
	P	13.9	22.07	37	13.9	17.33	20	13.9	13.10	6
	K	68	101.67	33	68	86.00	17	68	75.67	10
	CaCO ₃	0	0.19	100	0	0.16	100	0	0.13	100

Nota: *i*=inicial; *f*=final ; *Efic.*= eficiencia

a. Eficiencia en CE

Mediante la figura 18 el parámetro conductividad eléctrica, muestra que las dosis de tratamiento de biol obtuvieron más eficiencia de reducción C.E fue el T2 con un 27.6% seguido del T3 con 13.8 % y por último tuvo reducción ligeramente el T1 con 6.90 %, por lo tanto, los tratamientos utilizados en el presente trabajo de investigación no generaron cambios significativos sobre la conductividad eléctrica.

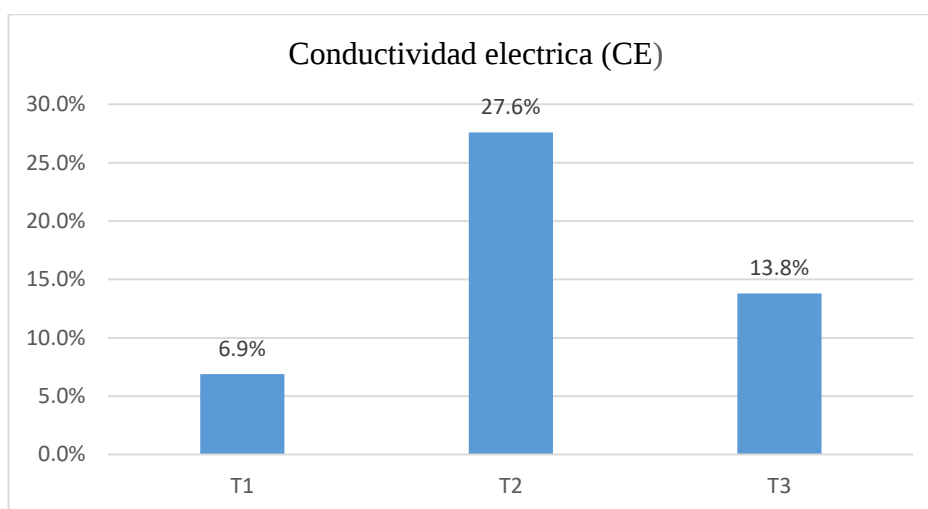


Figura 18 Eficiencia en la conductividad eléctrica del suelo por la aplicación de las dosis de biol

b. Eficiencia en MO

En la figura 19, muestra que el parámetro de materia orgánica (MO) en toda las dosis de tratamiento de biol obtuvieron eficiencia de aumento, los cuales el T2 fue el más eficiente en un 37.1%, seguido el T1 obtuvo un 33,3 %, sin embargo, el T3 obtuvo un 10.1% siendo el menos eficiente; la aplicación del biol en este presente estudio fue eficiente con relación al parámetro de materia orgánica con respecto al tratamiento T1 y T2.

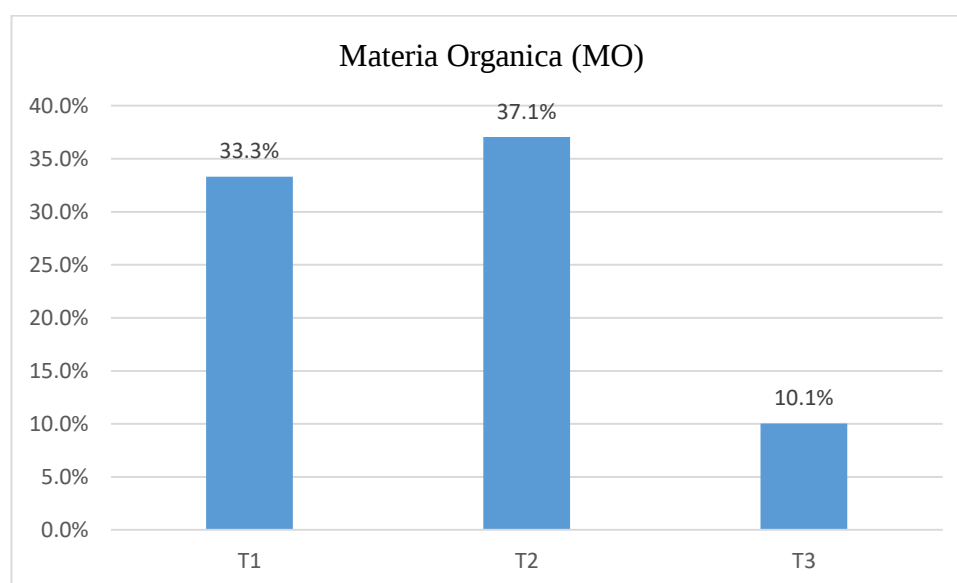


Figura 19 Eficiencia en el porcentaje materia orgánica del suelo por la aplicación de las dosis de biol

c. Eficiencia en fósforo

En la figura 20, muestra que toda la dosis de tratamiento con biol lograron eficiencia de aumento de parámetro de fósforo del suelo, el T1 tuvo un aumento más eficiente en un 37 %, seguido el T2 obtuvo un 19.8%, sin embargo, el T3 tuvo una eficiencia mínima. No obstante, estos resultados manifiestan ser favorables y tuvieron un incremento significativo en el contenido de fósforo en relación pre tratamiento.

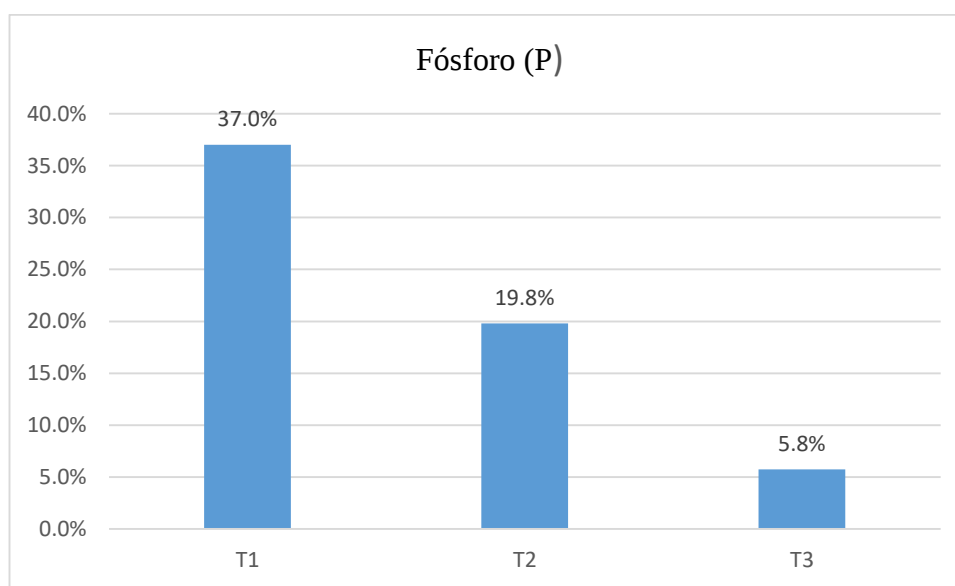


Figura 20 Eficiencia del fósforo del suelo por la aplicación de las dosis de biol

d. Eficiencia en K

En la figura 21, muestra que toda la dosis de tratamiento con biol lograron eficiencia de aumento de parámetro de potasio del suelo, el T1 tuvo un aumento más eficiente en un 35.6 %, seguido el T2 obtuvo un 17.1%, mientras que T3 fue el menos eficiente quien obtuvo un 10.1%. No obstante, estos resultados manifiestan ser favorables y tuvieron un incremento significativo en el contenido de potasio en relación pre tratamiento.

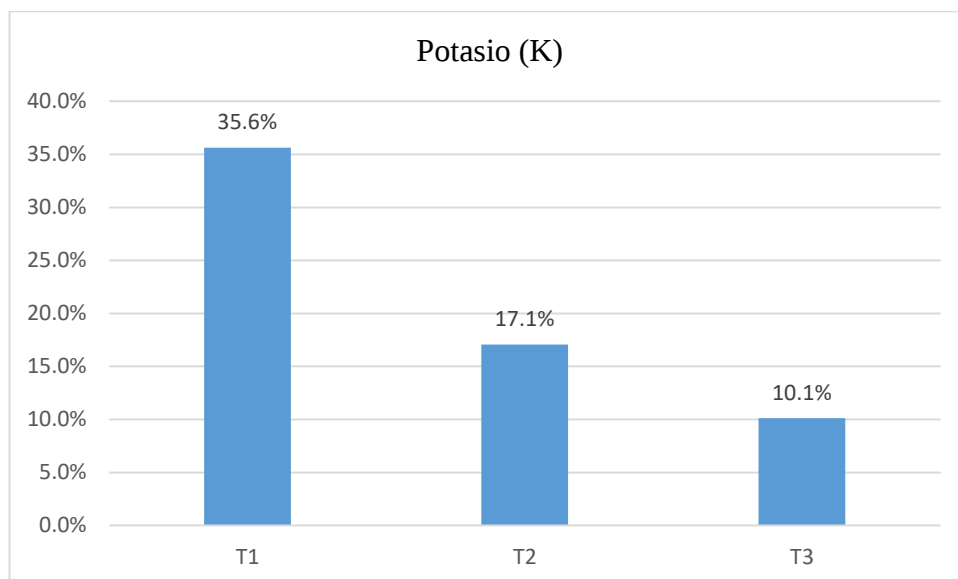


Figura 21 Eficiencia del potasio del suelo por la aplicación de las dosis de biol

CAPÍTULO

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- ✓ Los tres tratamientos con biofertilizante líquido (T1, T2 y T3) demostraron un efecto positivo en el crecimiento de forraje purple King grass (pasto morado) sin causar daño al cultivo e influyeron positivamente sobre las propiedades fisicoquímicas del suelo.
- ✓ La mezcla de excretas del ganado vacuno, consorcio microbiano, y melaza produce un biofertilizante líquido acelerado de alta calidad nutricional. El pH descendió hasta el valor de 4.18 a partir del segundo día de evaluación, asimismo la C.E obtuvo el 23.10 ds/m, el olor experimentó cambios de desagradable a normal hacia el final del proceso, en cuanto al contenido N, P, K y Ca alcanzaron niveles altos, resultando provechoso para mejorar el desarrollo de las plantas y del suelo.
- ✓ En cuanto a las tres concentraciones de biol que se evaluó en los cultivos de purple King grass (pasto morado), se determinó que todos los tratamientos alcanzaron mejores promedios en comparación T0 (control). El tratamiento T1 (50% de biol) alcanzó mejores promedios durante el desarrollo del cultivo, en la altura alcanzó un promedio 190 cm, diámetro del tallo alcanzó promedio 21.99 cm.
- ✓ Se determinó que el tratamiento T1 (50 % de biol) alcanzó el valor más alto en rendimiento del forraje con un promedio 77666.6 kg.h⁻¹, superando estadísticamente a los otros tratamientos, seguido del T2 que obtuvo un promedio de 55000 kg.h⁻¹.

- ✓ De acuerdo a los análisis estadísticos, los únicos parámetros fisicoquímicos del suelo que mostraron diferencia significativa fueron en materia orgánica, potasio y pH. El tratamiento T1 (50% de biol) fue el más eficiente alcanzando el valor más alto en el contenido de potasio disponible en suelo con un promedio 101.66 ppm, asimismo logró el mayor incremento en la concentración de fósforo con 22.07 ppm. El tratamiento el T2 (30% de biol) presento el valor alto en % M.O con 2.99%, mientras el pH del suelo cambio de ser un suelo neutro (T0) a ser un suelo ligeramente alcalino en todos los tratamientos. En el parámetro de la conductividad eléctrica, los tratamientos T1, T2 y T3 mostraron valores que fluctuaron de 0.21 a 0.27 dS/m siendo ligeramente inferiores en comparación T0 (control) con el valor de 0.29 dS/m, estos valores indican que suelo permanece siendo ligeramente salino. El carbonato de calcio (CaCO_3), de acuerdo a los análisis estadísticos no tuvieron significancia, sin embargo, tuvieron un ligero incremento en comparación al valor T0 (control).

5.2. Recomendaciones

- ✓ Determinar la calidad del biofertilizante líquido con diferentes niveles de inclusión e excretas del ganado vacuno, consorcio microbiano y melaza con el objetivo de determinar la cantidad de microorganismos patógenos y el contenido nutricional.
- ✓ Realizar un análisis microbiológico del suelo pos cosecha con la finalidad de determinar la cantidad de variación de bacterias presente en suelo.
- ✓ Determinar el costo de producción y utilidad neta en diferentes cultivos, fertilizados con diferentes concentraciones de biofertilizantes orgánicos.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Acosta, Y. L., & Obaya, A. C. M. (2005). La digestión Anaerobia. Aspectos Teóricos. Parte I. *Redalyc.Org*. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223120659006>
- Agencia Extremeña de la Energía. (2010). Los residuos ganaderos. In *Agenex*. <https://www.agenex.net/images/stories/deptos/los-residuos-ganaderos.pdf>
- Alvarado, F. W., & Medal, G. R. (2018). *Efecto del Biol como fertilizante orgánico en tres cultivares de Pennisetum purpureum Juigalpa , Chontales , Nicaragua , 2015 – 2016 Trabajo de Graduación Efecto del Biol como fertilizante orgánico en tres cultivares de Pennisetum purpureum Juigalpa , Cho*. UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL.
- Álvarez, S. J. D., Gómez, V. D. A., León, M. N. S., & Gutiérrez, M. F. A. (2010). Integrated management of inorganic and organic fertilizers in maize cropping. *Agrociencia*, 44(5), 575–586.
- Aparcana, R. S. (2008). Estudio sobre el Valor Fertilizante de los Productos del Proceso Fermentación Anaeróbica para Producción de Biogás. *German ProfEC, GmbH*, 10.
- Araiza, R. E., Delgado, L. E., Carretera, C. F., Medrano, R., Solis, S. A., Murillo, O. M., & Haubi, S. C. (2013). *Degradabilidad ruminal in situ y digestibilidad in vitro de diferentes formulaciones de ensilados de maíz manzana adicionados con melaza*.
- Araya, M. M., & Boschini, F. C. (2012). Producción de forraje y calidad nutricional de variedades de Pennisetum purpureum en la Meseta Central de Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana*, 16(1), 37. <https://doi.org/10.15517/am.v16i1.5180>
- Arias, hoyos A. (2010). Microorganismos Eficientes Y Su Beneficio Para La Agricultura Y El Medio Ambiente. *Journal De Ciencia E Ingeniería*, 02(02), 42-45pp.
- Arias, K., & Arnaude, de C. O. (2010). *Efecto de la fertilización química, orgánica y combinada sobre el rendimiento de la papa variedad Granola*.

http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2010000300008

- Armenta, B. A., García, G. C., Camacho, B. J. R., Apodaca, S. M., Gerardo, M. L., & Eusebio, N. P. (2010). Biofertilizantes en el desarrollo agrícola de México. *Ra Ximhai*, 6, 51–56.
- Barrón, J., Velásquez G., M., Echevarria R., M., & Basurco T., V. (2009). Efecto de la edad y época de corte sobre el rendimiento y valor nutritivo del Pasto Elefante Morado (*Pennisetum purpureum*, Schum.) en la Costa Central. *Anales Científicos*, 70(1), 51–57. <https://doi.org/10.21704/ac.v70i1.72>
- Blessing, R. D. M., & Morrison, H. G. T. (2009). *Comportamiento de variables de crecimiento y rendimiento en Maíz (Zea mays L.) VAR. NB-6 bajo prácticas de fertilización orgánica y convencional en la finca EL Plantel*. <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf04r457b.pdf>
- Buchelli, H. (2014). *Producción de biofertilizante de bagazo de cebada, excretas de vacuno y suero de quesería mediante fermentación homoláctica*. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Cárdenas, M. M., & Hondoy, L. D. (2017). *Efecto del biol como fertilizante orgánico en tres cultivares de Pennisetum purpureum, El Coral - Chontales, Nicaragua, 2016 - 2017*. 32, 3–6.
- Cardona, W. A. (2017). Requerimientos nutricionales (nitrógeno, fósforo, potasio y calcio) en etapa vegetativa y reproductiva de un cultivo de mora (*Rubus glaucus* Benth.), ubicado en el municipio de Silvania (Cundinamarca). *Tesis*.
- Centeno, C. L. G., Quintana, D. A., & Lopez, F. L. (2019). Efecto de un consorcio microbiano en la eficacia del tratamiento de aguas residuales, Trujillo, Perú. *Arnaldoa*, 26(1), 433–446. <https://doi.org/10.22497/arnaldoa.261.26123>
- Céspedes, Y., Álvarez, R., Céspedes, R., & Martínez, Z. (2016). *Efecto del corte y niveles*

de fertilización de biol en el rendimiento de materia seca y producción de semilla del pasto blando (. 3, 48–54.

- Coaguila, P., Bardales, R., & Zeballos, O. (2019). Digestates from the production of biogas from cattle slurry in onion production in arid zones. *Scientia Agropecuaria*, 10(1), 119–124. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.01.13>
- Corrales, L. C., Antolinez, R. D. M., Bohórquez, M. J. A., & Corredor, V. A. M. (2015). Bacterias anaerobias: procesos que realizan y contribuyen a la sostenibilidad de la vida en el planeta. *Nova*, 13(24), 55. <https://doi.org/10.22490/24629448.1717>
- Cortes, M. D., & Olarte, B. O. (2018). Pasto de corte king grass morado (Pennisetum Purpureum x Pennisetum Typhoides), una esperanza forrajera en la colonia agrícola de Acacias Purple. *Working Papers -ECAPMA*, 2, 1–10.
- Crowdfunding, E. D. E., Camaní, H., Guillermo, F., Dominguez, P., Sally, H., Salazar, V., & Iris, K. (2016). *Pontificia universidad católica del Perú facultad de gestión y alta dirección*.
- Curiel, M. A., Meza, C. G., & Peña, O. L. (2014). Trichoderma spp . como alternativa para disminuir el uso excesivo de agroquímicos en México. *Universidad Autonomas de Puebla*, 10.
- Domingo, J. C. D., Matus, M., & Ruíz, C. (2005). Manejo de pasto I. *Universidad Nacional Agraria*, 132–135.
- Environmental Protection Agency;EPA. (2011). Global Anthropogenic Non-CO₂ Greenhouse Gas Emissions : 1990 - 2030 How to Obtain Copies How to Obtain the Data For Further Information : *Office of Atmospheric Programs Climate Change Division U.S. Environmental Protection Agency*, August, 1990–2030.
- Estela, W., Rychtera, M., Melzoch, K., Quillama, E., & Egoavil, E. (2007). Producción de ácido láctico por *Lactobacillus plantarum* L10 en cultivos batch y continuo. *Revista*

- Peruana de Biología*, 14(2), 271–275. <https://doi.org/10.15381/rpb.v14i2.1797>
- Fajardo, E., & Sarmiento, S. (2014). Evaluación de melaza de caña como sustrato para la producción de *Saccharomyces cerevisiae*. *Universidad Pontificia Javeriana*, 120.
- FAO, O. de las N. U. para la A. y la A. (1993). Manual Mundial sobre el Uso de Fertilizantes. *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology*, 20(12), 801–808. <https://doi.org/10.1111/j.1440-1681.1993.tb03018.x>
- FAO, O. de las N. U. para la agricultura A. (2014). *Agricultura familiar en America Latina y el Caribe*.
- Fernandez, collado Carlos; Baptista, L. (1394). *Metodología de la Investigación*.
- Finck, A. (1988). *Fertilizantes y fertilización - Arnold Finck - Google Libros* (Editorial Reverte).
https://books.google.com.pe/books?id=llL8KcUQAQ0C&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Flores, Q. L. (2015). Efecto de las enmiendas orgánicas TERRAMAR®, HUMAX® 90 Y KORIPACHA – BIO®, sobre algunas propiedades del suelo y el rendimiento del cultivo de rabanito (*Raphanus sativus* L.) en el distrito de San Jerónimo, provincia de Andahuaylas. [UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA]. In *Control*.
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=465549683002>
- FONAG, F. para la P. del A. (2010). *Abonos orgánicos protegen el suelo y garantizan alimentos sana*. http://www.fonag.org.ec/doc_pdf/abonos_organicos.pdf
- Funcional, C., & Harina, A. B. D. E. (2016). *Escuela superior politécnica de chimborazo*.
- Fundases, F. de A. para el, & Rural. (2014). *Microorganismos Eficaces* (p. 6).
- Funes Monzote, F., Hernandez, A., Bello, R., & Alvarez, A. (2009). *Fertlidad del suelo a largo Plazo en sistemas biontesivos*.

- García, L. E. (2013a). *Estrategias para la recuperación de suelos degradados en ambientes semiáridos: adición de dosis elevadas de residuos orgánicos de origen urbano y su implicación en la fijación de carbono*.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=96727&info=resumen&idioma=SPA>
- García, L. E. (2013b). *Estrategias para la recuperación de suelos degradados en ambientes semiáridos: adición de dosis elevadas de residuos orgánicos de origen urbano y su implicación en la fijación de carbono*.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=96727&info=resumen&idioma=SPA>
- García, Y., Ramírez, W., & Sánchez, S. (2012). Indicadores de la calidad de los suelos : una nueva manera de evaluar este recurso. *Pastos Y Forrajes*, 35(2), 125–137.
- Grageda Cabrera, O., Diaz Franco, A., Peña Cabrielas, J., & Vera Nuñez, J. (2010). Impact of biofertilizers in agricultur. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 3(6), 1261–1274.
- Hernández, A. J. A. (2011). *Bio Recuperacion De Los Suelos Salinos* (Issue 1987) [Universidad Central de Venezuela]. <http://oa.upm.es/14869/>
- Hurtado, D. (2019). *Eficiencia de biorrecuperación mediante enmienda orgánica incorporada en el suelo salino de la ladera del Establo “Agropecuaria Villa Asís S.R.L” comunidad autogestionaria Huaycán – Ate Vitarte*.
- IAUSA. (2016). *FERTILIZANTES ORGÁNICOS VS FERTILIZANTES INORGÁNICOS – IAUSA*. <https://iausa.com.mx/fertilizantes-organicos-vs-fertilizantes-inorganicos/>
- Kiær, B. (2017). *Optimización de la digestión anaerobia de los lodos de depuración anaerobia termófila mediante pretratamiento* Jingquan Lu *Biociencia y Tecnología , BioCentrum-DTU Universidad Técnica de Dinamarca DK-2800 Lyngby Dinamarca*.
- Kyrkby, E., & Römheld, V. (2007). Micronutrientes en la fisiología de las plantas: funciones, absorción y movilidad. *Informaciones Agronomicas*, 1–21.

- La Torre, Z. L. (2019). Determinación de la dosis óptima de biol producido a partir de estiércol de *Cavia porcellus* en el rendimiento de alfalfa. *Tesis*.
- Luna, F. M. A. (2016). *Efficient microorganisms and its benefits for farmers*.
- Mamilovich, S. L. H. (2018). Efecto del biol y estiércol de ovino en las propiedades del suelo y crecimiento del cacao (*theobroma cacao* l.) en el vivero forestal de la facultad de r.n.r. - UNAS. In *Facultad De Zootecnia*.
- Martí, J., Andrade, E., Hidalgo, E., & Parra, G. (2015). *Introducción de biodigestores en sistemas agropecuarios en el Ecuador*. 84.
- Meléndez, G., & Soto, G. (2004). Cómo medir la calidad de los abonos orgánicos. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica)*.
- MINAM. (2014). Guía para muestreo de suelos. *Ministerio Del Ambiente*, 38.
<https://doi.org/624.1517>
- Ministerio de Agricultura y Riego MINAGRI. (2017). *PROGRAMA PRESUPUESTAL MULTISECTORIAL 0089: “REDUCCIÓN DE LA DEGRADACIÓN DE LOS SUELOS AGRARIOS.”* 1–179.
<https://www.minagri.gob.pe/portal/download/programas-presupuestales/inf-programa/anexo2-pp89-2017.pdf>
- Mita, Y. K. (2018). *Adaptabilidad del forraje maralfalfa (pennisetum sp.) bajo riego por aspersión e incorporación de biolbovino en la estación experimental Choquenaira Viacha*. Universidad Mayor de San Andres.
- Montalván, C. N. (2018). Evaluación de dos tipos de fertilización sobre el rendimiento y calidad nutricional del pasto anual (*Lolium multiflorum*). In *Universidad Politécnica Salesiana*. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/16325/1/UPS-CT007950.pdf>
- Moreno, A. L. A. (2019). *“Calidad de abonos organicos a partir del estiércol porcino y*

su efecto en el rendimiento del Maiz.” UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA.

Neshat, S. A., Mohammadi, M., Najafpour, G. D., & Lahijani, P. (2017). Anaerobic co-digestion of animal manures and lignocellulosic residues as a potent approach for sustainable biogas production. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 79, 308–322. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.05.137>

Noda, Y. (2009). Las Micorrizas: Una alternativa de fertilización ecológica en los pastos. *Pastos y Forrajes*, 32(2), 55. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942009000200001&lng=es&nrm=iso&tlng=es%0Ahttp://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942009000200001

Parra, H. R. (2010). Digestión Anaerobia De Lactosuero: Efecto De Altas Cargas Puntuales Anaerobic Digestion of Whey: Effect of High Point Loads. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, 63(1), 5385–5394.

Pedraza, R. O., Teixeira, K. R. S., Scavino, A. F., De Salamone, I. G., Baca, B. E., Azcón, R., Baldani, V. L. D., & Bonilla, R. (2010). Microorganismos que mejoran el crecimiento de las plantas y la calidad de los suelos. Revisión. *Revista Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 11, 155.

Peralta, V. L., Juscamaica, M. J., & Meza, C. V. (2016). *Obtención y caracterización de abono orgánico líquido a través del tratamiento de excretas del ganado vacuno de un establo lechero usando un consorcio microbiano ácido láctico.* http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid

Pinos Rodríguez, J. M., García López, J. C., Peña Avelino, L. Y., Rendón Huerta, J. A., González González, C., & Tristán Patiño, F. (2012). Impactos y regulaciones ambientales del estiércol generado por los sistemas ganaderos de algunos países de

- américa. *Agrociencia*, 46(4), 359–370.
- Pinto, C. (2015). Proceso de conformación del Consejo de Recursos Hídricos de la Cuenca Interregional Chillón-Rímac y Lurín, Perú. Una experiencia de gobernanza. *Fundación Futuro Latinoamericano*, 1–97. <http://aquafondo.org.pe/wp-content/uploads/2016/02/SISTEMATIZACION-GA-Cuencas-Lima.pdf>
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio, & PNUMA, A. (2010). Perspectivas del Medio Ambiente: America latina y el Caribe. In *Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente*.
- Quiñones, R. H. rafael. (2016). *Producción de abono líquido acelerado con heces de alpaca, lactosuero bovino y melaza de caña mediante fermentación homoláctica* (Issue 1). Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Quiñones, R. H., Trejo, C. W., & Juscamaita, M. J. (2016). Evaluación De La Calidad De Un Abono Líquido Producido Vía Fermentación Homoláctica De Heces De Alpaca. *Ecología Aplicada*, 15(2), 133. <https://doi.org/10.21704/rea.v15i2.753>
- Ramirez, R. J., Rosa, U. P., Yanira, V. M., Armando, U. J., & Arce, R. F. (2002). Bacterias lácticas: Importancia en alimentos y sus efectos en la salud. *Geriatrka*, 18(9), 44–51.
- Ramos, D., & Terry, E. (2014). Generalidades De Los Abonos Orgánicos: Importancia Del Bocashi Como Alternativa Nutricional Para Suelos Y Plantas. *Cultivos Tropicales*, 35(4), 52–59.
- Restrepo, J. (2001). *Elaboración de abonos orgánicos fermentados y biofertilizantes foliares*. nstituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. <http://repiica.iica.int/docs/B4024e/B4024e.pdf>
- Restrepo, R. J. (2007). *Manual Práctico El A, B, C de la agricultura orgánica y harina de rocas*.
- Rojas, P. H. (2014). *Estudio del efecto de la aplicación de microorganismos efectivos en*

- la calidad del biol en un proceso de biodigestión anaeróbica.* 1–71.
- Samayoa, S., Bueso, C., & Viquez, J. (2012). *Implementación de sistemas de biodigestión en ecoempresas de sistemas de biodigestión.*
- Sánchez, S. G., Gil, G. M., Gil, G. M., Giraldo, R. F., Millán, C. L., & Villada, R. M. (2012). *Aprovechamiento del suero lácteo de una empresa del norte antioqueño mediante microorganismos eficientes.* July.
- SENAMHI, S. N. de M. e H. del P. (2020, September 21). *SENAMHi - Lima.*
<https://www.senamhi.gob.pe/main.php?p=pronostico-detalle&dp=lima&localidad=0001>
- Shintani, M. ., Leblanc, H. ., & Tabora, P. . (2000). Bokashi (Abono Orgánico Fermentado). *Earth*, 25p.
- Sierra, A., Simonne, E., & Principios, I. (2013). Principios y prácticas para el manejo de nutrientes en la produccion de hortalizas. *UF University of Florida*, 1–14.
<http://edis.ifas.ufl.edu/pdf/HS/HS35600.pdf>
- Sistema Biobolsa. (2011). Manual de Biol. *Manual de Biol*, 24.
- Suarez, S. D. M. (2009). Caracterizacion de un compuesto organico producido en forma artesanal por pequeños agricultores en el departamento del Magdalena. *Tesis*, 93.
<http://www.bdigital.unal.edu.co/1721/>
- Sunil, B., Civil, D. D. I., Instituto, K., & Gawai, D. I. (2017). *Agua - Biogás Evolución-Una revisión.* 6, 1117–1130.
- Tambo, L. D., Céspedes, P. R., & Esprella, V. B. (2016). *Evaluación del efecto de biol bovino en la producción y calidad de cebada (Hordeum vulgare L.) en época de invierno en la estación experimental CHOQUENAIRA, VIACHA – LA PAZ.* 3, 55–66.
- Tony, G. A. (2016). *RENDIMIENTO DEL PASTO KING GRASS (Pennisetum purpureum*

L. x Pennisetum typhoides) CON CUATRO FÓRMULAS DE ABONAMIENTO EN TINGO MARÍA -HUÁNUCO.

Toscano, T. (2016). *Diseño de un Biodigestor anaeróbico para la obtención de biogás, a partir de las excretas de ganado vacuno en el Rancho Guadalupe, en el Cantón Mocha Provincia de Tungurahua en el Año 2015*. 1–115.

Trujillo, L. B. (2017). *Elaboración de biofertilizante a partir de estiércol de ganado vacuno y efluente del proceso de fermentación cervecera mediante fermentación homoláctica*. 100.

Vadas, P. A., Aarons, S. R., Butler, D. M., & Dougherty, W. J. (2011). A new model for dung decomposition and phosphorus transformations and loss in runoff. *Soil Research*, 49(4), 367. <https://doi.org/10.1071/SR10195>

Vásquez, G., & Ruiz, G. O. M. (2000). *Influencia de cultivos antecesores y métodos de control en malezas sobre la cenosis de las malezas, crecimiento, desarrollo y rendimiento de los cultivos de maíz (Zea mays L.), sorgo (Sorghum bicolor (L) Moench) y pepino (Cucumis sativus L.)*.

Vásquez, P. D. (2008). *Producción y evaluación de cuatro tipos de bioabonos como alternativa biotecnológica de uso de residuos orgánicos para la fertilización de pastos*. ESCUELA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA.

Vásquez, R. M., Rengifo, T. J., & Rengifo, R. A. (2018). *Calidad de suelos en diferentes sistemas de uso de la tierra, distrito el Eslabón, provincia de Huallaga*. 9(7), 1–12.

Vásquez, V. J. (2018). *RECUPERACION DE SUELOS DEGRADADOS POR EL MANEJO DE Gypsophila paniculata BAJO CONDICIONES DE LA MOLINA*. In *Tesis de Doctorado*. Universidad Nacional Agraria la Molina.

Velecela, Abambari, S. (2019). *Pretratamiento de estiércol vacuno para producción de humus supresor a través de la interrelación de Eisenia foetida y microorganismos*

- benéficos*”. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Viera, J. V. (2011). *Producción de pasto king grass morado (Saccharum sinense L.) con aplicación foliar de diferentes dosis de biol, en la ganadería Renacer en el caserío de Cepesa- Tocache*. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/799>
- VIVAS, Q. N. J., CRIOLLO, D. M. Z., & CEDEÑO, G. M. C. (2019). FRECUENCIA DE CORTE DE PASTO ELEFANTE MORADO *Pennisetum purpureum* Schumach. *Biotecnología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 17(1), 45–55. <https://doi.org/10.18684/bsaa.v17n1.1203>
- Vögeli, Y., Riu, C., Gallardo, A., Diener, S., & Zurbrügg, C. (2014). Anaerobic Digestion of Biowaste in Developing Countries. In *Sandec: Department of Water and Sanitation in Developing Countries*. <https://doi.org/10.13140/2.1.2663.1045>
- Yumbopatin, M. C. T. (2013). “Aplicación de abonos orgánicos líquidos tipo biol al cultivo de mora (*Rubus glaucus*Benth).” *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Zuñiga, M. W., Martinez, Scott, M., Arroyo, L. J., & Lezama, P. P. (2017). Determinación de la dosis de fertilización adecuada para producción en chile jalapeño (*Capsicum annuum* L . var . *annuum* L), de un fertilizante foliar elaborado a partir de desechos orgánicos *Revista de la Invención Técnica* cual ha sido gracias al aument. *Revista de La Invención Técnica*, 1(2), 33–39.

ANEXOS

Anexo 1 Promedio de Altura del forraje

Tratamiento	Meses de evaluación						
	Setiembre			Octubre			Noviembre
	día 0	día 10	día 20	día 30	día 40	día 50	día 60
T0	10	30	44	53	90	124	166
	12	25	36	48	95	125	145
	18	45	50	75	108	120	150
	17	36	55	75	100	127	156
	15	25	39	49	105	122	165
	14.40	32.20	44.8	60	99.6	123.6	156.4
	16	30	62	71	108	129	158
	9	36	50	78	107	121	172
T1	11	28	46	80	113	120	150
	11	35	49	85	115	133	163
	17	34	55	65	110	125	167
	12.8	32.6	52.4	75.8	110.6	125.6	162
	15	29	43	73	115	157	172
	11	34	58	100	114	140	170
	9	25	56	88	112	120	166
	18	34	52	95	116	130	157
	15	34	55	69	113	132	158
	13.6	31.2	52.8	85	114	135.8	164.6
	17	37	56	70	108	138	160
	20	38	49	54	110	133	145
	11	29	49	80	117	140	155
	9	24	50	60	114	137	156
	16	37	53	74	116	133	167
	14.60	33.00	51.40	67.60	113.00	136.20	156.60
T2	17	34	86	105	120	144	176
	14	37	76	106	123	140	180
	12	41	64	78	100	157	177
	10	30	48	94	115	138	168
	10	27	69	98	116	150	165
	12.6	33.8	68.6	96.2	114.8	145.8	173.2
	18	37	88	100	130	135	168
	10	29	42	73	120	129	178
	14	38	57	80	112	135	162
	19	39	47	85	115	129	166
	19	40	88	90	118	140	172
	16	36.6	64.4	85.6	119	133.6	169.2
	12	28	77	100	125	166	183
	19	34	79	105	130	139	176
	18	38	49	80	124	133	165
	12	28	50	96	114	130	162
	11	29	65	85	115	126	184
	14.40	31.40	64.00	93.20	121.60	138.80	174.00

T3	14	34	62	110	162	190	188
	10	33	52	110	130	175	172
	11	34	51	110	142	165	183
	12	41	100	125	150	180	180
	11	34	98	119	140	186	192
	11.6	35.2	72.6	114.8	144.8	179.2	183
	9	29	50	90	128	140	200
	17	37	74	109	120	157	190
	16	39	76	99	125	148	197
	10	38	50	100	135	162	200
	17	38	79	110	130	157	200
	13.8	36.2	65.8	101.6	127.6	152.8	197.4
	17	39	90	100	118	154	198
	20	41	96	98	120	170	178
	17	28	80	110	141	159	192
	19	54	79	98	130	149	189
	18	39	98	115	139	169	193
	18.20	40.20	88.60	104.20	129.60	160.20	190.00

Anexo 2 Promedio de diámetro del tallo del forraje

Tratamiento	Repeticiones	Meses de evaluación						
		Setiembre			Octubre			Noviembre
		día 0	día 10	día 20	día 30	día 40	día 50	día 60
T0	R1	4.05	4.55	6.2	8.25	10.1	12.35	15.05
		4.95	5.05	7.05	8.35	13.1	14.25	17.25
		5.45	6.9	7.05	7.25	11.05	15.5	18.2
		4.75	7.05	7.85	9.1	9.05	13.25	18.05
		6.95	8.75	9.1	10.05	11.2	15.55	17.4
	Promedio	5.23	6.46	7.45	8.60	10.90	14.18	17.19
T1	R1	5.55	8.05	11.1	8.15	13.05	13.5	15.05
		6.55	8.95	11.6	13.65	12.1	15.55	18.35
		7.55	9.65	12.5	9.95	15.05	14.2	15.05
		4.75	7.45	10.5	13.45	11.05	15.25	18.55
		5.55	6.25	8.75	11.65	10.25	15.25	19.2
		5.99	8.07	10.89	11.37	12.3	14.75	17.24
	R2	4.25	7.75	11.1	11.95	14.6	17.55	21.05
		4.35	8.95	10.3	8.7	11.1	16.15	18.25
		6.95	9.45	10	9.55	10.05	16.35	17.2
		6.05	6.55	6.45	7.45	9.15	13.25	21.1
		4.05	5.65	7.65	10.05	12.5	18.45	24.35
		5.13	7.67	9.1	9.54	11.48	16.35	20.39
	R3	4.05	4.45	8.75	9.95	12.25	19.65	19.5
		6.55	8.05	7.25	8.85	14.2	17.25	20.15
		4.55	5.5	13.65	14.95	17.1	17.05	18.65
		5.95	5.95	7.55	9.65	11.05	19.35	20.05
		6.05	6.55	7.65	10.25	13.4	19.5	25.45
	Promedio	5.43	6.10	8.97	10.73	13.60	18.56	20.76
T2	R1	4.25	8.55	10.15	10.15	15.1	17.25	19.05
		4.35	7.75	9.75	10.95	14.6	15.05	16.05
		6.95	8.95	11.95	12.65	13.9	15.6	16.45
		6.05	7.95	11.85	12.35	14.55	16.05	14.35
		4.05	5.75	9.45	10.25	13.2	18.5	21.3
		5.13	7.79	10.63	11.27	14.27	16.49	17.44
	R2	7.05	9.85	13.85	15.35	16.3	18.5	20.15
		5.95	7.95	11.85	12.65	17.15	18.1	18.25
		6.95	8.55	12.65	14.45	15.9	16.1	19.15
		5.75	9.55	11.1	12.55	16.25	15.35	10.05
		5.55	7.05	12.75	13.65	17.2	17.25	18.15
		6.25	8.59	12.44	13.73	16.56	17.06	17.15
	R3	4.25	5.85	8.75	10.25	11.05	17.2	24.25
		4.35	7.55	8.5	10.55	12.1	18.2	26.45
		6.95	9.55	11.05	11.15	12.05	15.6	16.3
		6.05	4.95	7.55	10.25	13.25	17.2	18.55
		4.55	6.65	8.45	10.05	11.3	16.15	21.55
	Promedio	5.23	6.91	8.86	10.45	11.95	16.87	21.42
T3	R1	7.85	10.55	11.25	14.05	15.05	17.35	23.1
		6.5	9.55	11.2	13.35	15.3	18.35	19.35
		5.45	10.55	11.05	14.65	17.4	19.5	20.15
		4.75	11.05	14.65	19.25	21.1	22.1	22.1
		5.95	9.45	10.2	13.65	19.25	22.05	17.3

		6.10	10.23	11.67	14.99	17.62	19.87	20.40
		7.55	7.5	11.45	15.35	16.1	19.3	24.4
		4.75	11.55	13.55	15.65	19.3	17.5	20.65
		5.55	7.75	10.25	11.25	12.4	20.15	30.1
		4.25	5.7	10.05	10.15	11.6	17.1	23.35
	R2	4.35	12.45	14.5	15.65	16.45	19.3	25.05
		5.29	8.99	11.96	13.61	15.17	18.67	24.71
		6.95	9.85	11.5	14.65	17.2	20.45	25.15
		6.05	11.05	11.9	14.05	14.3	17.25	21.35
		6.95	12.55	14.5	17.65	16.05	17.05	18.05
		6.05	10.95	12.05	15.05	15.35	16.3	19.35
	R3	4.55	7.55	11.5	15.15	16.45	19.35	20.45
T3	Promedio	6.11	10.39	12.29	15.31	15.87	18.08	20.87

Anexo 3 Promedio del rendimiento forraje

BLOQUES	T0	T1	T2	T3
I	2.3 kg	3 kg	6 kg	9 kg
II	2.3 kg	4 kg	5 kg	8.3 kg
III	2.3 kg	5 kg	6 kg	7 kg

Anexo 4 Resultados de los análisis fisicoquímico del biofertilizante líquido



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



INFORME DE ANALISIS ESPECIAL DE MATERIA ORGANICA

SOLICITANTE : ENMA MILAGROS BARZOLA YANQUI
PROCEDENCIA : LIMA/ LIMA/ LURIGANCHO - CHOSICA
MUESTRA DE : BIOL
REFERENCIA : H.R. 72952
BOLETA : 4280
FECHA : 16/11/2020

N° LAB	CLAVES	pH	C.E. dS/m	Sólidos Totales g/L	M.O. en Solución g/L	N Total mg/L	P Total mg/L	K Total mg/L
454	-	4.18	23.10	87.89	65.99	952.00	420.08	3421.67

N° LAB	CLAVES	Ca Total mg/L	Mg Total mg/L	Na Total mg/L
454	-	2616.67	815.00	665.00



B. La Torre Martínez
Ing. Braulio La Torre Martínez
Jefe de Laboratorio

Av. La Molina s/n Campus UNALM
Tel: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622
Celular: 946 - 505 - 254
e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe

Anexo 5 Resultados del Pre-tratamiento del Análisis fisicoquímico de suelo - Fertilidad



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



INFORME DE ANALISIS DE SUELO - FERTILIDAD

SOLICITANTE : ENMA MILAGROS BARZOLA YANQUE
PROCEDENCIA : LIMA/ LIMA/ LURIGANCHO - CHOSICA
REFERENCIA : H.R. 72577
BOLETA : 4195
FECHA : 22/09/2020

Número Muestra		pH (1:1)	CE _(1:1) dS/m	CaCO ₃ %	M.O. %	P ppm	K ppm	Al ³⁺ + H ⁺ meq/100
Lab	Claves							
111	T.PRE-01	6.96	0.29	0.00	1.88	13.9	68	0.00

Número Muestra		N %
Lab	Claves	
111	T.PRE-01	0.17



B. J. Torre
Ing. Braulio La Torre Martínez
Jefe del Laboratorio

Av. La Molina s/n Campus UNALM
Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-6622
e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe

Anexo 6 Resultados del Pos-tratamiento del Análisis físicoquímico del suelo - Fertilidad



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



INFORME DE ANALISIS DE SUELO - FERTILIDAD

SOLICITANTE : ENMA MILAGROS BARZOLA YANQUI
PROCEDENCIA : LIMA/ LIMA/ LURIGANCHO - CHOSICA
REFERENCIA : H.R. 73324
BOLETA : 4349
FECHA : 16/12/2020

Número Muestra		pH	CE (1:1)	CaCO ₃	M.O.	P	K	Al ³⁺ + H ⁺
Lab	Claves	(1:1)	dS/m	%	%	ppm	ppm	meq/100
129	POST-BI-T01	7.40	0.29	0.10	2.62	13.1	87	0.00
130	POST-BI-T02	7.40	0.18	0.10	2.76	10.6	82	0.00
131	POST-BI-T03	7.32	0.20	0.10	3.45	11.1	77	0.00
132	POST-BII-T01	7.44	0.33	0.29	3.03	32.8	115	0.00
133	POST-BII-T02	7.45	0.30	0.19	2.62	14.6	77	0.00
134	POST-BII-T03	7.48	0.37	0.19	2.90	14.5	76	0.00
135	POST-BIII-T01	7.52	0.20	0.19	1.72	20.3	103	0.00
136	POST-BIII-T02	7.36	0.15	0.19	3.10	26.8	99	0.00
137	POST-BIII-T03	7.40	0.17	0.10	2.41	13.7	74	0.00

Ing. Braulio La Torre Martínez
Jefe del Laboratorio

Anexo 7 Tabla de Interpretación - Análisis fisicoquímico del suelo

TABLA DE INTERPRETACION

Salinidad		Reacción o pH	
Clasificación del Suelo	CE(es)	Clasificación del Suelo	pH
*muy ligeramente salino	<2	*Fuertemente ácido	<5.5
*ligeramente salino	2 - 4	*Moderadamente ácido	5.6 - 6.0
*moderadamente salino	4 - 8	*Ligeramente ácido	6.1 - 6.5
*fuertemente salino	>8	*Neutro	7.0
		*Ligeramente alcalino	7.1 - 7.8
		*Moderadamente alcalino	7.9 - 8.4
		*Fuertemente alcalino	>8.5

	Materia Orgánica	Fósforo disponible	Potasio disponible
CLASIFICACIÓN	%	ppm P	ppm K
*bajo	<2.0	<7.0	<100
*medio	2 - 4	7.0 - 14.0	100 - 240
*alto	>4.0	>14.0	>240

Relaciones Catiónicas			Distribución de Cationes %		
Clasificación	K/Mg	ca/Mg	Ca ⁺²	=	60 - 75
*Normal	0.2-0.3	5	Mg ⁺²	=	15 - 20
*defc. Mg	<0.5		K ⁺	=	3 - 7
*defc. K	<0.2		Na ⁺	=	<15
*defc. Mg		>10			

Fuente: Laboratorio de Agua, Suelo, Medio Ambiente y Fertilización de la UNALM

Anexo 8 Elaboración del biol y Cosecha del biol



Figura 22 Elaboración y cosecha del biofertilizante líquido

Anexo 9 Toma de muestra pre-tratamiento del suelo



Figura 23 Toma de muestra del pre-tratamiento del suelo

Anexo 10 Toma de muestra del pre-tratamiento del suelo



Figura 24 Toma de muestra del pre-tratamiento del suelo

Anexo 11 Preparación del terreno y división de las parcelas



Figura 25 Preparación del terreno y división de las parcelas

Anexo 12 Aplicación del biofertilizante líquido



Figura 26 Aplicación del biofertilizante líquido

Anexo 13 Parcelas de los diferentes tratamientos



Figura 27 Parcelas de los diferentes tratamientos