

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



**“EFECTO DE LA APLICACIÓN DE MICROORGANISMOS
EFICIENTES (EM) PARA LA OBTENCIÓN DE ABONO LÍQUIDO A
PARTIR DE LA MEZCLA DE EXCRETAS Y LACTOSUERO DE
GANADO VACUNO, UCAYALI, PERÚ”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL**

LEIDY LAURA LASTRA SALAS

**PUCALLPA – PERÚ
2020**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL



COMISIÓN DE GRADOS Y TÍTULOS

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 109

En el auditorio de la Facultad de ciencias Forestales y Ambientales de la UNU, siendo las 12:25 horas del día 31 de diciembre del 2019, se reunieron los miembros del jurado evaluador designado con memo múltiple N° 220-2019-UNU-FCsFyA-CGT, conformado por los siguientes docentes.

Dr. Grober Panduro Pisco
Dr. David Leon Moreno
M.Sc. Carlos Ruiz Padilla

Presidente
Miembro
Miembro

Para evaluar la sustentación de tesis: **“EFECTO DE LA APLICACIÓN DE MICROORGANISMOS EFICIENTES (EM) PARA LA OBTENCIÓN DE ABONO LÍQUIDO A PARTIR DE LA MEZCLA DE EXCRETAS Y LACTOSUERO DE GANADO VACUNO, UCAYALI, PERÚ”** presentado por el bachiller: **LEIDY LAURA LASTRA SALAS**, asesorado por el **Dr. EDGAR JUAN DÍAZ ZÚÑIGA**.

Terminada la sustentación, se procedió a las preguntas las cuales fueron absueltas de manera satisfactoria por la sustentante, por lo que el jurado evaluador **APROBO** por **UNANIMIDAD** con el calificativo de **BUENO**.

En consecuencia, la sustentante esta expedita para obtener el Título de **INGENIERA AMBIENTAL**.

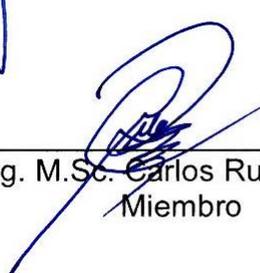
Siendo las 14:03 del mismo día, se dio el acto académico.



Dr. Grober Panduro Pisco
Presidente



Dr. David Leon Moreno
Secretario



Ing. M.Sc. Carlos Ruiz Padilla
Miembro

ACTA DE APROBACIÓN

Esta tesis fue aprobada por el Jurado Evaluador de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad Nacional de Ucayali, como requisito parcial para obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental.

Dr. Grober Panduro Pisco



Presidente

Dr. David León Moreno



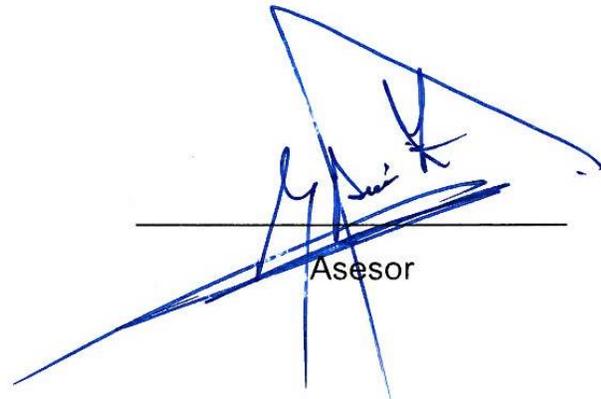
Secretario

Ing. M.Sc. Carlos Ruiz Padilla



Miembro

Dr. Edgar Juan Díaz Zúñiga



Asesor

Bach. Leidy Laura Lastra Salas



Tesista



UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
VICERRECTORADO DE INVESTIGACION
DIRECCION DE PRODUCCION INTELECTUAL

CONSTANCIA

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACION

SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND

N° V/0288-2020

La Dirección General de Producción Intelectual, hace constar por la presente, que el Informe Final (Tesis) Titulado:

EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE MICROORGANISMOS EFICIENTES (EM) PARA LA OBTENCIÓN DE ABONO LÍQUIDO A PARTIR DE LA MEZCLA DE EXCRETAS Y LACTOSUERO DE GANADO VACUNO. UCAYALI, PERÚ.

Cuyo autor (es) : **LASTRA SALAS, LEIDY LAURA**

Facultad : **CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES**

Escuela Profesional : **INGENIERÍA AMBIENTAL**

Asesor(a) : **Dr. DÍAZ ZÚÑIGA, EDGAR JUAN**

Después de realizado el análisis correspondiente en el Sistema Antiplagio URKUND, dicho documento presenta un **porcentaje de similitud de 10%**.

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND, el cual indica que no se debe superar el 10%. Se declara, que el trabajo de investigación: SI Contiene un porcentaje aceptable de similitud, por lo que SI se aprueba su originalidad.

En señal de conformidad y verificación se entrega la presente constancia.



Fecha: 24/11/2020

Dra. DINA PARI QUISPE
Dirección de Producción Intelectual

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS

REPOSITORIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

Yo, Leidy Laura Lastra Salas
Autor de la TESIS titulada:
“Efecto de la aplicación de microorganismos eficientes (EM) para la obtención de abono líquido a partir de la mezcla de excretas y lactosuero de ganado vacuno, Ucayali, Perú”

Sustentada el año: 2019
Con la asesoría de: Dr. Edgar Juan Díaz Zúñiga
En la Facultad de: Ciencias Forestales y Ambientales
Carrera Profesional de: Ingeniería Ambiental

Autorizo la publicación:

PARCIAL Significa que se publicará en el repositorio institucional solo la caratula, la dedicatoria y el resumen de la tesis. Esta opción solo es válida marcar **si su tesis o documento presenta material patentable**, para ello deberá presentar el trámite de CATI y/o INDECOPI cuando se lo solicite la DGPI UNU.

TOTAL Significa que todo el contenido de la tesis y/o documento será publicada en el repositorio institucional.

De mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali (www.repositorio.unu.edu.pe), bajo los siguientes términos:

Primero: Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali **licencia no exclusiva** para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

Segundo: Declaro que la **tesis es una creación de mi autoría** y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas, caso contrario, me hago único(a) responsable de investigaciones y observaciones futuras, de acuerdo a lo establecido en el estatuto de la Universidad Nacional de Ucayali y del Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 22 / 12 / 2020

Email: k.leidy.lastra@gmail.com

Firma: 

Teléfono: 961 544 690

DNI: 48110513

DEDICATORIA

A la madre tierra, colaborando con un granito de arena a la adecuada disposición final de residuos del ganado vacuno, así como el uso de fertilizantes amigables con el ambiente.

A mis Padres Levi Lastra y Marialith Salas. Por apoyarme en todo momento, por sus consejos, sus valores, por forjarme como una persona de bien, pero más que nada su amor incondicional.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por su infinito amor, por mantenerme capacitada y brindarme las fuerzas necesarias para cumplir mis objetivos.

A mi casa superior de estudios UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI, por brindarme la oportunidad de poder desarrollarme como profesional.

Al Dr. Edgar Juan Díaz Zúñiga, por su apoyo, confianza, orientación y por su valioso asesoramiento en el desarrollo del proyecto de investigación.

A mis amigos Mauro Giner Mozombite de Jesús, Paul Reátegui Ramos y Nicolás Omar Arrollo Salles, quienes me apoyaron en la ejecución de la tesis.

ÍNDICE DEL CONTENIDO

DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
ÍNDICE DEL CONTENIDO.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
ABSTRACT.....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.2. FORMULACION DEL PROBLEMA.....	4
1.2.1. Problema General.....	4
1.2.2. Problemas Específicos	4
1.3. OBJETIVOS.....	4
1.4. JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION.....	5
CAPÍTULO II	7
MARCO TEORICO.....	7
2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA	7
2.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	8
2.2.1. Ganadería Vacuna.....	8
2.2.2. Industria láctea y Medio Ambiente.....	13
2.2.3. Microorganismos Eficientes (EM)	14
2.2.4. Abonos orgánicos	16
2.3. NORMATIVIDAD.....	19

2.3.1. Legislación Nacional.....	19
2.3.2. Legislación Internacional	20
2.4. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	21
CAPÍTULO III	25
METODOLOGÍA.....	25
3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN	25
3.2. UBICACIÓN POBLACIÓN Y MUESTRA.....	25
3.2.1. Ubicación.....	25
3.2.2. Características generales del habitat del ganado vacuno	26
3.2.3. Población.....	27
3.2.4. Muestra.....	27
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS	27
3.3.1. Instrumentos, materiales, equipos y herramientas	27
3.4. PROCEDIMIENTO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS	29
3.4.1. Descripción de los diferentes tratamientos	29
3.4.2. Activación de los microorganismos eficaces (EMA)	30
3.4.3. Recolección de las excretas y el lactosuero de ganado vacuno.....	30
3.4.4. Preparación del biol.....	31
3.4.5. Evaluación de las características físicas, químicas y microbiológicas	31
3.4.6. Cálculo de la reducción de metano, DBO ₅ y DQO.....	33
3.5. PROCESAMIENTO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS	33
3.6. TRATAMIENTOS DE DATOS.....	34
CAPÍTULO IV.....	36
RESULTADOS Y DISCUSION.....	36

4.1. DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DE LAS EXCRETAS, EL LACTOSUERO Y MEZCLA INICIAL	36
4.2. DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DEL ABONO LÍQUIDO CON DIFERENTES DÓISIS DE MICROORGANISMOS EFICIENTES	39
4.2.1. Características físicas.....	39
4.2.2. Características Químicas.....	40
4.2.3. Características Microbiológicas	56
4.3. DETERMINACIÓN DE LA REDUCCIÓN DE METANO, DBO ₅ Y DQO AL EMPLEAR LAS EXCRETAS Y EL LACTOSUERO DE GANADO VACUNO.	59
4.3.1. Reducción de la concentración de Metano al emplear excretas de ganado vacuno	59
4.3.2. Reducción de la concentración de DBO ₅ y DQO al emplear el lactosuero de ganado vacuno.....	60
CAPÍTULO V	62
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	62
5.1. CONCLUSIONES	62
5.2. RECOMENDACIONES	63
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	64
ANEXOS	72

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Contenido nutricional del estiércol de cuy y de otras especies (medido en gramos por cada 100 gramos de excretas)	12
Tabla 2. Composición fisicoquímica y microbiológica de lactosuero.....	14
Tabla 3. Composición química de los bioles.	18
Tabla 4. Límites máximos permisibles de microorganismos en abonos orgánicos.	21
Tabla 5. Métodos de análisis de los parámetros.	33
Tabla 6. Distribución de tratamiento según el Diseño Completamente al Azar..	35
Tabla 7. Caracterización físico-química de las muestras iniciales.....	36
Tabla 8. Caracterización microbiológica de las muestras iniciales.....	38
Tabla 9. Análisis de varianza de pH.	41
Tabla 10. Análisis de varianza de Calcio.....	45
Tabla 11. Análisis de varianza de Magnesio.	48
Tabla 12. Análisis de varianza de Nitrógeno.	49
Tabla 13. Análisis de varianza de Fósforo.	52
Tabla 14. Análisis de Varianza de Potasio.	55
Tabla 15. Análisis de Varianza de Coliformes Termotolerantes.	57
Tabla 16. Análisis de varianza de Coliformes Totales.....	57
Tabla 17. DBO y DQO del lactosuero de ganado vacuno.	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación del desarrollo de la investigación. _____	26
Figura 2. Temperaturas promedio registradas en el Distrito de Calleria. _____	26
Figura 3. Esquema de los diferentes tratamientos. _____	29
Figura 4. Comportamiento de la temperatura con respecto al tiempo. _____	39
Figura 5. Variación de pH a los días 5 y 30. _____	41
Figura 6. Contenido de Calcio a los días 5 y 30. _____	44
Figura 7. Contenido de Magnesio a los días 5 y 30. _____	47
Figura 8. Contenido de Nitrógeno a los días 5 y 30. _____	49
Figura 9. Contenido de Fósforo a los 5 y 30 días. _____	52
Figura 10. Contenido de Potasio a los días 5 y 30. _____	54
Figura 11. Presencia de Coliformes Termotolerantes a los 5 y 30 días. _____	56
Figura 12. Presencia de Coliformes Totales a los 5 y 30 días. _____	57
Figura 13. Concentración de Metano en 24 Horas. _____	60
Figura 14. Activación de los microorganismos eficientes: (1) colocación de la melaza, (2) añadiendo agua, (3) mezcla con el EM, (4) muestra de microorganismos eficientes activados. _____	87
Figura 15. Medición del pH de los microorganismos eficientes activados. _____	88
Figura 16. Recojo y pesado de las excretas de ganado vacuno. _____	88
Figura 17. Recojo de muestras de lactosuero. _____	89
Figura 18. Mezcla de las excretas con el lactosuero de ganado vacuno. _____	89
Figura 19. Colocación de un litro de la mezcla de excretas más lactosuero en cada recipiente. _____	90
Figura 20. Separación de los tratamientos. _____	90
Figura 21. Muestras de lactosuero para el análisis de DBO5 y DQO. _____	91
Figura 22. Los cuatro tratamientos con sus respectivas repeticiones. _____	91
Figura 23. Análisis de temperatura de los tratamientos. _____	92
Figura 24. Análisis microbiológico de los diferentes tratamientos. _____	92
Figura 25. Tratamiento 1 y tratamiento 4 al día 5. _____	93
Figura 26. Tratamiento 1 al día 30. _____	93
Figura 27. Separación de la parte solida de la líquida del abono. _____	94
Figura 28. Muestra del abono liquido obtenido. _____	94

RESUMEN

El proyecto se desarrolló con el objetivo de obtener un abono líquido, en 30 días empleándose 12 biofermentos de mezcla de excretas con lactosuero (proporción de 1:1). La investigación fue de tipo experimental, mediante fermentación anaeróbica. Se aplicó un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos y tres repeticiones con dosis de microorganismos eficientes (T1= 0 ml, T2= 100 ml, T3= 200 ml, T4= 300 ml). Se realizó un análisis inicial como base y luego se realizó tomas de muestras del biol en dos ocasiones al día 5 y al día 30. Los parámetros analizados fueron, pH, temperatura; Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio, Magnesio; Coliformes termotolerantes, Coliformes totales. El tratamiento de los datos se realizó con el análisis de varianza y prueba de Tukey ($p > 0.005$) y según los resultados obtenidos en la aplicación de distintas dosis de microorganismos eficientes, tuvo efecto positivo en la calidad microbiológica, reduciendo considerablemente las concentraciones de 58×10^6 NMP/100 ml a 4.23 NMP/100 ml de Coliformes Termotolerantes y a 5,66 NMP/100 ml Coliformes Totales, sin embargo en el aspecto químico, no tuvo mayor incidencia en el contenido de macronutrientes. Así mismo la utilización de las excretas redujo la emisión de 900 ppm de metano al día, como también la generación de 185 000 mg/L de DQO y 107 000 mg/L de DBO₅ presentes en el lactosuero.

Palabras claves: Microorganismos eficientes, abono líquido, excretas y lactosuero.

ABSTRACT

The project was developed with the objective of obtaining a liquid fertilizer, in 30 days using 12 bioferments of mixture of excreta with whey (ratio of 1: 1). The research was experimental, using anaerobic fermentation. A completely randomized design was applied with four treatments and three repetitions with doses of efficient microorganisms (T1 = 0 ml, T2 = 100 ml, T3 = 200 ml, T4 = 300 ml). An initial analysis was performed as a base and then biol samples were taken twice on day 5 and day 30. The parameters analyzed were, pH, temperature; Nitrogen, pH, Potassium, Calcium, Magnesium; Thermotolerant coliforms, Total coliforms. The treatment of the data was carried out with the analysis of variance and Tukey test ($p > 0.005$) and according to the results obtained in the application of different doses of efficient microorganisms, it had a positive effect on the microbiological quality, considerably reducing the concentrations of 58×10^6 NMP/100 ml at 4.23 NMP/100 ml of Thermotolerant Coliforms and 5.66 NMP/100 ml Total Coliforms, however in the chemical aspect, had no greater incidence in macronutrient content. Likewise, the use of excreta reduced the emission of 900 ppm of methane per day, as well as the generation of 185,000 mg/L of DQO and 107,000 mg/L of DBO_5 present in the whey.

Keywords: Efficient microorganisms, liquid fertilizer, excreta and whey.

INTRODUCCIÓN

La Universidad Nacional de Ucayali genera ingresos a partir de la actividad ganadera, así también cuenta con su planta lechera. La ganadería produce leche necesaria para la elaboración de queso y yogurt. Sin embargo, como en toda producción se generan residuos. Tal es el caso, que en la ganadería la disposición de excretas es a campo abierto, no tiene ningún tipo de uso o tratamiento; propiciando riesgos en la salud a las personas durante su manipulación, así mismo el lactosuero sobrado de la elaboración del queso solo es vertido al sistema de alcantarillado.

Los residuos de ambas actividades poseen altos contenidos de nutrientes y material orgánico por lo cual tienen alta demanda como abono para la agricultura, sin embargo, genera profundos efectos en el medio ambiente en conjunto. Las excretas por parte de la ganadería generan la emisión de gases responsables de efecto invernadero tales como el metano, lixiviación de nitratos, emisión de olores desagradables que propician la proliferación de vectores y microorganismos patógenos (Rivas, Segovia, Morales, Hermosillo, y Magaña, 2008). Mientras el lactosuero resultante de la planta lechera, contamina por la alta carga orgánica de DBO₅ y DQO (Guerrero, Gómez, González y Castro Rosas, s.f).

Esta situación ha generado la necesidad de desarrollar alternativas que exijan tener un manejo adecuado de estos residuos y a la par aprovechar los altos contenidos de nutrientes de estos. Y entre las principales alternativas se encuentra el abono líquido, como fuente de fitoreguladores, producto del proceso de descomposición anaeróbica de los desechos orgánicos, que promueva el crecimiento y desarrollo de plantas (Colque, Rodriguez, y Mujica, 2005); y sustituyan la fertilización sintética.

La tecnología de Microorganismos Eficientes (EM), puede reducir no sólo la contaminación del microambiente (control de malos olores, moscas), sino también mejorar la calidad de las excretas del ganado, acelerar la estabilización

del proceso y disminuir el impacto ambiental causado por éste tipo de explotaciones, pues el EM es un inoculado constituido por la mezcla de varios microorganismos benéficos (levaduras, actinomicetos, bacterias ácido lácticas y fotosintéticas) que son mutuamente compatibles entre sí y coexisten en un cultivo líquido. (Uribe, Estrada, Cordoba, Hernandez y Bedoya, 2001)

Por ello se plantea la utilización de microorganismos eficientes como acelerador de la descomposición de la materia orgánica, siendo un componente fácil y eficiente; además neutraliza los malos olores y reduce la presencia de microorganismos patógenos.

El objetivo del estudio fue determinar el efecto de la aplicación de diferentes dosis de microorganismos eficientes para la obtención de abono líquido a partir de la mezcla de excretas y lactosuero de ganado vacuno, en la Universidad Nacional de Ucayali, para conocer cómo afectan estos microorganismos a la composición del contenido nutricional del abono orgánico líquido, para lo cual se realizó un análisis de la composición de las muestras iniciales (lactosuero, excretas de ganado vacuno y su mezcla), así como, la composición de las características físicas, químicas y microbiológicas de los diferentes tratamientos de abono líquido.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Los residuos sólidos y efluentes generados en el sector ganadero y las industrias lácteas son unos de los más contaminantes a nivel mundial y a incrementando como resultado de satisfacer la creciente demanda de la población. Los desechos del ganado vacuno como las excretas generan problemas de salud en la población por la contaminación de aguas subterráneas causadas por nitratos, la contaminación del aire por metano, amonio, malos olores y la transmisión de enfermedades por vectores. Además, dichos desechos generan la pérdida de fertilidad del suelo (salinización) y son causantes de la problemática del calentamiento global (Rivas et al., 2008). Así también el desecho constante de lactosuero genera afectación en los cuerpos receptores de agua y terrenos de cultivo, ya que contiene una alta carga orgánica de DBO₅ y DQO (Guerrero, Gómez, González y Castro Rosas, s.f).

La producción ganadera emplea instalaciones y equipos muchas veces costosas para el manejo adecuado de sus desechos como son las excretas y el lactosuero, lo cual lleva a los productores ganaderos a buscar alternativas económicas para su uso y manejo eficiente. Por tanto, estos subproductos deben mirarse como productos con alto valor agregado con el fin de no solo favorecer económicamente la producción sino el de beneficiar al medio ambiente.

En la actualidad se está dando importancia al manejo de los residuos orgánicos ya que no solamente contribuye a dar una solución a un desecho si no que a la vez se trabaja responsablemente ante el desarrollo sustentable (Gallardo, 2013), esto implica el aumento del uso de abonos orgánicos y evitar el uso indiscriminado de los fertilizantes sintéticos. Existiendo así biofertilizantes, que se producen mediante fermentación láctica a partir de las excretas del ganado (De Vuyst & Leroy, 2007). Siendo imprescindible añadir

microorganismos eficientes como Lactobacillus y melaza de caña como fuente de carbono (Román, 2012), garantizando la obtención de un biofertilizante de buena calidad.

1.2. FORMULACION DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema General

- ¿Cuál será el efecto de la aplicación de microorganismos eficientes para la obtención de abono líquido a partir de la mezcla de excretas y lactosuero de ganado vacuno?

1.2.2. Problemas Específicos

- ¿Cuáles son las características físicas, químicas y microbiológicas de las excretas, lactosuero y mezcla inicial?
- ¿Cuáles son las características físicas, químicas y microbiológicas del abono líquido con diferentes dosis de microorganismos eficientes?
- ¿En qué medida se reduce el metano, DBO₅ y DQO al emplear las excretas y el lactosuero de ganado vacuno?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General

- Determinar el efecto de la aplicación de microorganismos eficientes para la obtención de abono líquido a partir de la mezcla de excretas y lactosuero de ganado vacuno.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Determinar las características físicas, químicas y microbiológicas de las excretas, lactosuero y mezcla inicial.

- Determinar las características físicas, químicas y microbiológicas del abono líquido con diferentes dosis de microorganismos eficientes.
- Determinar la reducción de metano, DBO₅ y DQO al emplear las excretas y el lactosuero de ganado vacuno.

1.4. JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION

La contaminación por residuos agrícolas (sólidos o líquidos) ha incrementado hoy en día extensamente, pues se contaminan con hongos y bacterias, generan proliferación de plagas, se lixivian contaminando fuentes de agua o el suelo, entre otros problemas, por lo que no tratar de forma adecuada estos residuos genera grandes daños ambientales, además de comprometer la salud de la población y alterar los diferentes ecosistemas. Como solución más eficiente en la actualidad, es utilizar estos residuos orgánicos para obtener bioabonos, no solo como fertilizante sino también como práctica de manejo fundamental en la rehabilitación de suelos degradados ya que incrementan la actividad y cantidad de biomasa microbiana del suelo (Fortis et al., 2009).

Una alternativa innovadora en este estudio, es la aplicación de Microorganismos Eficaces (levaduras, actinomicetos, bacterias ácido lácticas y fotosintéticas), mediante fermentación anaeróbica donde la materia orgánica produce un residuo orgánico de excelentes propiedades agronómicas, siendo la composición del bioabono en promedio de 8,5% de materia orgánica, 2,6% de nitrógeno, 1,5% de fósforo, 1,0% de potasio a un pH de 7,5 (Botero y Preston, 1987). Estos EM bien utilizados reducen no sólo la contaminación del microambiente (control de malos olores, moscas), sino también mejora la calidad de la vacaza y disminuye el impacto ambiental causado por este tipo de explotaciones (Uribe et al., 2001).

Por lo tanto, debido a la importancia del manejo adecuado de las excretas de vacuno y como obtención de un bioabono líquido de buena calidad y en menor tiempo, a diferencia de la mayoría abonos o bioles, que su proceso para

producción tarda aproximadamente 3 meses (Restrepo, 2007), es que el presente estudio tuvo como objetivo central obtener un abono líquido a partir de excretas y lactosuero de ganado vacuno, usando microorganismos eficientes (EM), en la Universidad Nacional de Ucayali; para lo cual fue necesario identificar las características físicas, químicas, microbiológicas. Además, la producción de este bioabono líquido es una gran alternativa a la utilización de fertilizantes químicos debido a la baja inversión económica para su producción y su rapidez para transformar múltiples tipos de residuos orgánicos que evitarán y minimizarán los impactos ambientales de estos.

CAPÍTULO II

MARCO TEORICO

2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

Peralta, Juscamaita y Meza (2016), realizaron el trabajo de investigación “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”. Los resultados mostraron al tratamiento T20 (15 % de microorganismos eficientes) como el mejor tratamiento con el pH más bajo 4,02 y acidez más alta en el menor tiempo de 2,06% en ácido láctico; además estuvo exento de agentes patógenos y presentó buenas propiedades agronómicas y un alto contenido de micro nutrientes.

Quiñones (2016), ejecutó el estudio de investigación “Producción de abono líquido acelerado con heces de alpaca, lactosuero bovino y melaza de caña mediante fermentación homoláctica”. El mejor tratamiento contenía Biolac en un 5%, con una elevada acidez y salinidad. El biofertilizante presentó un alto contenido nutricional y ausencia relativa de coliformes totales, fecales y E. coli.

Buchelli (2014), realizó el trabajo de investigación “Producción de biofertilizante de bagazo de cebada, excretas de vacuno y suero de quesería mediante fermentación homoláctica”; el mejor tratamiento T8 contenía 5% de B-lac. El contenido de macro y micronutrientes del biofertilizante líquido resultó alto, no contenía organismos patógenos.

Díaz (2017), elaboró el estudio de investigación “Características Físicoquímicas y microbiologías del proceso de elaboración de biol y su efecto en germinación de semillas”. Obtuvo temperaturas de biol superiores a la temperatura ambiental, también una fase de acidificación al inicio del proceso migrando hacia la neutralidad con similar tendencia para todos los tratamientos, contenido de macro y micronutrientes con variación significativa;

nitrógeno, potasio, calcio y boro presentaron curvas de variación con similar tendencia. Los parámetros microbiológicos mostraron una disímil variación poblacional de bacterias.

Meza (2014), ejecutó el estudio de investigación “Elaboración de abono liquido mediante fermentación homolactica de papas de descarte utilizando el consorcio microbiano ácido láctico B-lac”, donde realizaron 25 combinaciones de esta mezcla con diferentes porcentajes de melaza y B-lac (0%, 10%, 20% y 25%) y fueron incubadas a 40°C por 5 días para facilitar el proceso de fermentación. Fue la mezcla T10 (5% de B-lac y 20% de melaza) la que presentó las mejores características y se le llamó Papa-Biol.

2.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.2.1. Ganadería Vacuna

A. Ganadería en el Perú

La ganadería en el Perú representa sólo el 3,5% del Producto Bruto Interno (PBI), por ello, de todas las actividades agrarias, es aquella que sufre mayor abandono y falta de promoción a pesar de ser la principal fuente de ingreso de la población rural altoandina, y campesina, generadora de trabajo y contribución a la seguridad alimentaria del país, generando productos con valor agregado significativo como leche, lana, carne y cueros (Instituto Nacional de Innovación Agraria [INIA], 2013).

Aproximadamente un 80% del total de la ganadería existente en el país se encuentra en la Sierra y Selva bajo sistemas de producción extensiva o semi-intensiva y el 20% restante en la Costa principalmente en condiciones de crianza intensiva. El consumo per cápita de carne de ganado vacuna también va en aumento, en el año 2001 en el Perú se consumía 5.4 kg/hab/año mientras que para el 2006 ya se llegaba a consumir 6 kg/hab/año. (Ministerio de Agricultura y Riego [MINAGRI], 2013).

B. Pucallpa - Caracterización de los Sistemas de Producción Bovina Predominantes en Pequeños Productores (Hernandez, 1999)

En Pucallpa predominan los sistemas de producción mixta, pues la mayoría de productores se dedica a la actividad agrícola y a la crianza de bovinos. Los fundos tienen un tamaño promedio de 70 ha, de ello el 35% se encuentra con pasturas y el 14% con cultivos, predominando el maíz y el arroz. Los hatos están conformados por 47,5 bovinos en promedio, siendo el 68% hembras. Con la encuesta se determinó que los fundos con mayores extensiones eran más ganaderos, mientras que los pequeños eran agrícolas-ganaderos.

- **Manejo**

El servicio de las vacas es por monta natural. La producción de leche/vaca/día es de 2,36 litros en un solo ordeño, se usa al ternero para el inicio de este proceso.

El tipo genético de los hatos no se pudo establecer con exactitud por ausencia de uniformidad en la clasificación de los animales según su tipo racial. Los hatos estudiados conforman un “mosaico” genético cuya base original sería el ganado criollo. En base a éste se realizan cruces con razas cebuinas y europeas, pero con predominancia de la primera.

- **Alimentación**

La alimentación del ganado es a base de pastos también les suministran sal común, con frecuencias de 7 a 14 días.

- **Manejo de pastos**

Los pastizales de los fundos estuvieron constituidos por pastos naturales de las especies *Paspalum conjugatum*, *Axonopus compressus*, *Homolepsis aturensis* e *Hiparrhenia rufa*, y pasturas introducidas de *Brachiaria decumbens* y *Pueraria phaseoloides*. En todos los fundos se practica el control

manual de malezas. Ninguno de los ganaderos realiza la fertilización de sus pasturas. El tipo de pastoreo que realizan los ganaderos es el rotacional en dos o tres potreros.

Durante la época de lluvia el ganado aprovecha los brotes tiernos de las gramíneas y otras especies, mientras que, en la época seca debido a la reducción de los recursos forrajeros, muchas veces se ve obligado a “ramonear” (hábito de consumir las hojas de las ramas de los árboles). Estas fluctuaciones cíclicas de los recursos forrajeros obligan al productor a trasladar su ganado de un extremo a otro del fundo durante todo el año, de esta manera el sistema de pastoreo adquiere características peculiares, es decir, de pastoreo en rotación durante la época de lluvia y permanente en la época seca.

- **Sanidad**

Los productores realizan la vacunación contra fiebre aftosa, dosifican contra endoparásitos y efectúan baños contra ectoparásitos. Las dosificaciones contra parásitos internos lo brindan sólo a los animales que están en malas condiciones y no a todo el hato.

C. Producción de Excretas e Impacto Ambiental

Los residuos ganaderos son muy heterogéneos, están formados en su mayoría por deyecciones sólidas y líquidas (estiércol y purines), restos de alimentos, antibióticos, restos de embalajes etc. La producción media diaria de las deyecciones sólidos y líquidas equivale a 7% del peso vivo del animal, pero estos valores están sujetos a alteraciones por numerosos factores (Rodríguez, 2002). Para ganado vacuno el promedio de excretas es de 4,44 kg/día por individuo, 133.2 kg/mes y 1,59 tn/año (Luna, 2014).

El inadecuado manejo de las excretas está relacionado con los problemas ambientales de la industria ganadera de producción intensiva, debido a que estas excretas están confinadas en espacios reducidos, convirtiéndose en la fuente de nutrientes, metales pesados, antibióticos,

patógenos, etc. que contamina el aire, suelo y agua de la zona (Herrero & Gil, 2008). Las excretas generan gases de efecto invernadero, y si estas se encuentran aglomeradas en una zona, sin ningún tipo de tratamiento ni estrategia de manejo de excretas puede llegar a eutrofizar los cuerpos de agua y sobrecarga de nutrientes en suelos de cultivo. (Pinos et al., 2012)

Las excretas contienen importantes nutrimentos, pero también contienen elevadas cargas de coliformes fecales que producen enfermedades infecciosas capaces de causar hasta la muerte en humanos durante su manipulación o en los casos de que los alimentos estén destinados al consumo en fresco (De La Rosa, 2012). Para reducir éstos riesgos, es necesario someterlos a un proceso de descomposición que elimine estos agentes infecciosos (Uribe, 2003).

Cada uno de las vacas produce a diario entre unos 3 y 4 litro de gas metano. Entre 1000 y 1500 litros por animal y por año. Si multiplicas este valor por el número de vacas vivas, te das cuenta que contribuyen con un 5% del total de los gases de efecto invernadero.

El metano que produce cada animal al año según la Red Científica de Mitigación de emisiones de Gases de Efecto Invernadero en el Sector Agroforestal e Investigador del Centro Vasco para el Cambio Climático (BC3) es de: Vaca: 120 kilos de metano.

Según (Luna, 2014); en la Región Ucayali se estima que la especie de ganado vacuno genera 0,1189 emisión en Tn de Ch4 por año.

D. Gestión de las excretas del ganado

El crecimiento de la ganadería implica la generación de grandes volúmenes de desechos orgánicos, los cuales deben ser reciclados y procesados para su posterior uso en las plantas con un mayor valor fitonutriente (Santander, 2015).

Se estima que más del 80% del nitrógeno, fósforo y potasio consumidos por los animales son excretados en forma de heces y orina (Jiménez, 2011).

Las Excretas aportan principalmente inóculos de levaduras, hongos, protozoos y bacterias comensales y patógenas característico de los mamíferos, los cuales digieren todos los elementos nutritivos del biodigestor (Restrepo, 2007). Sin embargo, se caracterizan por presentar una cantidad relativamente baja en nutrientes, cuyo valor depende del tipo de animal, sistema de alimentación, sistema de crianza y el manejo (Gordón, 2013).

Tabla 1. Contenido nutricional del estiércol de cuy y de otras especies (medido en gramos por cada 100 gramos de excretas)

Especie	Humedad	Nitrógeno	Fósforo	Potasio
Vacuno	79,00	0,73	0,23	0,62
Cuy	30,00	1,90	0,80	0,90
Aves	55,00	1,00	0,80	0,39
Caballo	59,00	0,70	0,25	0,77
Cerdo	74,00	0,49	0,34	0,47

Fuente: (Montes, 2012)

En los tratamientos anaeróbicos, la materia orgánica se degrada por acción de microorganismos (Carhuancho, 2012), pudiéndose obtener bioabonos como el biol y biosol que actúan como enmiendas orgánicas (Lozano, 2012). Esto representa un aprovechamiento total del proceso fermentativo de manera amigable con el ambiente, compuesto de materias primas disponibles de una zona particular (Acuña, 2003), evitando los efectos contaminantes derivados de los vertidos y dirigir al agricultor un sistema de agricultura sostenible. Es necesario que se creen planes de manejo de excretas para que un residuo no deseable se convierta en materia prima rentable y ecológica (Gonzales, 1998).

2.2.2. Industria láctea y Medio Ambiente

En el caso de las industrias lácteas la contaminación se caracteriza por ser de tipo orgánica y biodegradable con una generación de efluentes líquidos que tienen una rápida tendencia a la fermentación por la conversión de lactosa a ácido láctico (Beldoménico y Radzyminski, 1992), proceso de biodegradación que se asocia con la cantidad de leche o suero que va a parar al efluente por lo que el control de los procesos y el aprovechamiento de subproductos es el primer paso tendiente a mejorar la calidad medioambiental. (Federación Panamericana de Lechería [FEPALE], 2008).

A. Lactosuero

El lactosuero es definido como la sustancia líquida obtenida por separación del coágulo de leche en la elaboración de queso (Foegeding & Luck, 2002). Es un líquido translúcido verde obtenido de la leche después de la precipitación de la proteína (caseína) (Parra, 2009).

Tiene la función de reavivar el biofermento de la misma forma que lo hace la melaza; aporta vitaminas, proteínas, grasa y aminoácidos para la formación de otros compuestos orgánicos que se generan durante el periodo de la fermentación del biofertilizante; al mismo tiempo permite la reproducción de la microbiología de la fermentación. Su contenido en *Lactobacillus*, así como de coliformes, lo constituyen un excelente medio de cultivo. (Gordón, 2013)

Valencia y Ramírez (2009), estiman que a partir de 10 litros de leche de vaca se puede producir de 1 a 2 Kg de queso y un promedio de 8 a 9 kg de lactosuero, dependiendo principalmente del tipo de queso producido, de las características de la leche y de las condiciones de elaboración del queso de que proceda (proceso tecnológico).

Tabla 2. Composición fisicoquímica y microbiológica de lactosuero.

Parámetro	Valor
Materia seca (%)	7,69
Cenizas (%)	0,70
Proteína (%)	0,73
Lactosa (%)	4,84
Grasa (%)	0,29
Calcio (%)	0,0095
Acidez titulable (%)	0,42
Fosfatasa alcalina (%)	57,25
pH	5,785
Densidad (g cm ⁻³)	1,028
Coliformes (UFC ml ⁻¹)	10 ^{5,59}
Mesófilas aerobias (UFC ml ⁻¹)	10 ^{7,6}
Mohos y levaduras (UFC ml ⁻¹)	<1

Fuente: Paredes et al., (2014)

2.2.3. Microorganismos Eficientes (EM)

EM la abreviación de Effective Microorganisms (Microorganismos Eficaces), es un cultivo mixto de microorganismos benéficos naturales (bacterias fotosintéticas, bacterias ácido lácticas, levaduras y actinomicetos), sin manipulación genética, presentes en ecosistemas naturales, fisiológicamente compatibles unos con otros. El inoculante microbiano EM es producido como un concentrado líquido para ser usado en el ambiente a fin de eliminar los malos olores, controlar insectos (moscas) y en general para mejorar y mantener ambientes sanos y saludables dentro del entorno natural.

Los microorganismos eficientes, como inoculante microbiano, restablecen el equilibrio microbiológico del suelo, mejorando sus condiciones fisicoquímicas, incrementando la producción de los cultivos y su protección; además conserva los recursos naturales, generando una agricultura sostenible (Banco Interamericano de Desarrollo [BID], 2009).

A. Composición de los Microorganismos Eficientes:

Bacterias Fotosintéticas (Rhodospseudomona spp), son microorganismos capaces de producir aminoácidos, ácidos orgánicos y sustancias bioactivas como hormonas, vitaminas y azúcares empleados por otros microorganismos, heterótrofos en general, como sustratos para incrementar sus poblaciones (Vivanco, 2003).

Joint Genome Institute [JGI] (2005), indica, *R. palustris* es encontrada comúnmente en suelo y aguas y posee un metabolismo muy versátil al degradar y reciclar gran variedad de compuestos aromáticos, como bencénicos de varios tipos encontrados en el petróleo, lignina y sus compuestos constituyentes y por lo tanto está implicado en el manejo y reciclaje de compuestos carbonados. No sólo puede convertir CO₂ en material celular, sino también N₂ en amonio y producir H₂ gaseoso. Crece tanto en ausencia como en presencia de oxígeno. En ausencia de oxígeno, prefiere obtener toda su energía de la luz por medio de la fotosíntesis, crece y aumenta su biomasa absorbiendo CO₂, pero también puede crecer degradando compuestos carbonados tóxicos y no tóxicos cuyo el oxígeno está presente llevando a cabo respiración.

Bacterias Ácido lácticas (Lactobacillus spp), originan ácido láctico a partir de azúcares y otros carbohidratos, producidos por las bacterias fotosintéticas y levaduras. El ácido láctico, es un compuesto que controla microorganismos nocivos y mejora la descomposición de la materia orgánica. Los *Lactobacillus* promueven la fermentación y desdoblamiento de lignina y celulosa, permitiendo una más rápida descomposición de los materiales vegetales. También tienen la habilidad de suprimir microorganismos causantes de enfermedades, como los hongos del género *Fusarium*, que debilitan las plantas, exponiéndolas al ataque de otras enfermedades y plagas. (Higa & Chinen, 1998)

Levaduras (*Saccharomyces spp*), estos microorganismos sintetizan sustancias antimicrobianas a partir azúcares, y aminoácidos secretados por las bacterias fotosintéticas, también producen sustancias bioactivas como hormonas y enzimas que son sustancias empleadas por las bacterias ácido lácticas presentes en el EM (Asociación de Cerveceros Artesanales de la República Argentina [ACARA], 2006)

B. Activación de los microorganismos eficientes

El EM-1 está en estado latente (inactivo), para conservar a largo plazo, por lo tanto, antes de usarlo, hay que activarlo, quiere decir “productos secundarios” de EM (EM Activado = EMA). El cual puede obtener mayor población de microorganismos beneficiosos y también puede minimizar el costo. (EM Research Organization, s.f.)

EM Activado consiste en 5% de EM-1 y 5% de melaza diluidos en 90% de agua limpia en un recipiente herméticamente cerrado. Se deja para que se fermente durante una o dos semanas. Un olor agridulce y un pH 3.5 o menos indican que el proceso de activación está completo. Y la activación es solo una vez, si lo hace más, se pierde equilibrio de los microorganismos, por lo tanto, no hay garantía sobre su calidad y función. (EM Research Organization, s.f.)

Cabe resaltar que la eficacia de estos microorganismos eficientes puede durar en promedio un mes.

2.2.4. Abonos orgánicos

La agricultura orgánica se practica en varios países del mundo, siendo Perú uno de los países más importantes en América Latina consecuentemente el que más exporta. La importancia económica y social de la agricultura sustentable en el Perú va en aumento debido a la demanda de productos orgánicos en los últimos cinco años. (Campos, Cabrera, Pérez y Laura, 2017)

Los abonos orgánicos por las propias características en su composición son formadores del humus y enriquecen al suelo. Las características físicas a

las cuales los abonos orgánicos favorecen son: estructura, porosidad, aireación, capacidad de retención de agua, infiltración y conductividad hidráulica (Cuvero y Viera, 1999).

A. Situación actual de los abonos en el Perú

Al 2014, el mercado de los abonos orgánicos en el Perú generó US\$ 200 millones anuales, y se estima que su demanda es de 8.6 millones de toneladas al año; además se proyecta que la agro-exportación peruana superará los US\$ 10 billones en el 2020, un sector en continuo crecimiento (MINAGRI, 2014). Según los resultados del VI Censo Nacional Agropecuario, de los 5'476'977 de Ha. de superficie agrícola que existen en el Perú, 18% corresponden a una extensión aproximada de 1 millón de hectáreas, catalogada como área mejorable, es decir que su suelo debe ser enriquecido con fertilizantes. (Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI], 2012)

En el Perú el número total de productores agropecuarios que utilizan algún tipo de abono orgánico es de 1, 370 000; el cual representa el 62% del total de productores agropecuarios (INEI, 2012), lo cual es indicativo del potencial agropecuario en el país, especialmente en zonas alto andinas (MINAGRI, 2010)

B. Biofertilizantes líquidos

También denominado bio-abono líquido, es un tipo de abono orgánico que es producto de la fermentación anaeróbica de materiales orgánicos provenientes de animales y vegetales, como estiércol o restos vegetales (Arana, 2011). Esta degradación se lleva a cabo en depósitos herméticamente cerrados que tienen el nombre de biodigestores (Peralta, 2010).

El biol es una fuente de fitoreguladores, producto del proceso de descomposición anaeróbica de los desechos orgánicos. Actúa como estimulante orgánico porque promueve el crecimiento y desarrollo de plantas (Colque, Rodriguez, y Mujica, 2005).

El biol a diferencia de los nutrientes, en pequeñas cantidades es capaz de promover actividades fisiológicas y estimular el desarrollo de las plantas. Influye sobre actividades agronómicas como el enraizado (aumentando y fortaleciendo la base radicular), acción sobre el follaje (ampliando la base foliar), mejora la floración y el poder germinativo de las semillas, traduciéndose todo esto en un aumento significativo de la cosecha. (Susquilanda, 1995)

Tabla 3. Composición química de los bioles.

Nutrientes	Heces bovinas(1)	Heces bovinas(2)	Heces bovinas(3)
N mg/l	4200	1094	3546.7
P mg/l	744.2	225	955.26
K mg/l	17200	2930	5190
Ca mg/l	5200	1132	2440
Mg mg/l	1740	544	755
Na mg/l	1040	922	755

Fuente: (1) Fast-Biol 20 de estiércol vacuno (Peralta, 2010); (2) Biol de estiércol de vaca, proporción excretas y agua de 1/4, **Fuente especificada no válida.**; (3) Biol de estiércol vacuno (Buchelli, 2014)

C. Aplicaciones y beneficios de los biofertilizantes

Para (Robalino, 2013), el uso de biofertilizantes líquidos resulta más sencillo que los abonos sólidos por su facilidad de transporte y aplicación en el campo. Peralta (2010) menciona que, los biofertilizantes están siendo cada vez más utilizados en labores agrícolas como aplicaciones a la semilla, al suelo y al follaje, sin embargo, una de las mayores dificultades es la concentración y forma de aplicación; eso difiere de acuerdo al cultivo, de los materiales utilizados en la elaboración del biol y del tiempo de fermentación.

El biol tiene diferentes funciones dependiendo del tipo, existe tres tipos de biol: el biol biocida cuya finalidad es controlar plagas y enfermedades; el biol para suelos y hojas, nutrir a la planta y mejorar la fertilidad del suelo aplicando alrededor del tallo mediante irrigación una dilución de 10 hasta el 30% y el biol abono foliar, nutre directamente a la planta, la dilución debe ser del 1 hasta el 10% y se aplica de 3 a 4 veces durante el desarrollo vegetativo. Este último tipo, tiene mayor ventaja porque acelera el crecimiento de las

plantas e incrementa los rendimientos (Asociación Especializada para el Desarrollo Sostenible, 2006)

D. Procesos fermentativos anaeróbicos

El proceso de descomposición anaeróbica de la materia orgánica se lleva a cabo en ausencia de agentes oxidantes (O_2 , NO_3 , SO_4) y es realizado por microorganismos provenientes del estiércol, pajas, cenizas, melaza, etc., los cuales obtienen nutrientes y energía a partir de aquellas fuentes nutricionales (Soria et al., 2001). Como productos de esta degradación se producen vitaminas, ácidos y minerales, y gases que quedan como remanente una forma de materia orgánica estabilizada (Frioni, 1999). Las sustancias nutritivas que requieren las bacterias pueden clasificarse en cuatro grupos: Carbonadas, nitrogenadas, minerales y, con frecuencia, sustancias accesorias del crecimiento como vitaminas del grupo B y las bases nitrogenadas purina y pirimidina (Sanz, 1976).

Mediante la fermentación anaerobia, la materia orgánica produce un residuo orgánico de excelentes propiedades agronómica, siendo la composición del bioabono en promedio de 8,5% de materia orgánica, 2,6% de nitrógeno, 1,5% de fósforo, 1% de potasio a un pH de 7.5 (Botero y Preston, 1987).

2.3. NORMATIVIDAD

2.3.1. Legislación Nacional

Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos (D.L. N° 1278) y su reglamento aprobado por D.S. N° 014-2017-MINAM: Cuya primera finalidad la prevención o minimización de la generación de residuos sólidos en origen, frente a cualquier otra alternativa. En segundo lugar, respecto de los residuos generados, se prefiere la recuperación y la valorización material y energética de los residuos, entre las cuales se cuenta la reutilización, reciclaje, compostaje, coprocesamiento, entre otras alternativas siempre que se

garantice la protección de la salud y del medio ambiente. La disposición final de los residuos sólidos en la infraestructura respectiva constituye la última alternativa de manejo y deberá realizarse en condiciones ambientalmente adecuadas, las cuales se definirán en el reglamento del presente Decreto Legislativo.

D.S. N° 044-2006 AG. El art. 23 menciona que el manejo de las excretas de los animales debe complementar un proceso de fermentación para prevenir focos infecciosos; mientras que el art. 11 señala que el uso de abonamiento del suelo con estiércol animal preferentemente debe ser antes de un tratamiento como el compost (fermentación aerobia).

Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua (D.S. N° 004-2017-MINAM): Esta ley aprueba los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para el agua, con el objetivo de establecer el nivel de concentración de elementos, sustancias o parámetros físicos y biológicos presentes en el agua que no presenta riesgo significativo para la salud de las personas, ni para el ambiente. Teniendo en consideración la Categoría 3: Riego de vegetales y Bebida de animales, los parámetros para Coliformes termotolerantes establecidos son de 1,000 NMP/100 ml.

D. S. que aprueba el Reglamento de Valores Máximos Admisibles (VMA) para las descargas de aguas residuales no domesticas en el sistema de alcantarillado sanitario (D.S. N° 010-2019-VIVIENDA): Tiene por objeto establecer los parámetros de los valores máximos admisibles (VMA) y regular el procedimiento para controlar las descargas de aguas residuales no domesticas en el sistema de alcantarillado sanitario. Teniendo en consideración los parámetros establecidos de DBO₅ y DQO son 500 mg/L y 1000 mg/L respectivamente.

2.3.2. Legislación Internacional

Los principales riesgos de los abonos orgánicos son la presencia de microorganismos patógenos y el contenido de metales pesados. Ante ello, la

agricultura orgánica está regulada por decretos supremos y normas internacionales de certificación.

Límites Máximos Permisibles de microorganismo en abonos orgánicos (EPA-2003). Los abonos que presentan una mayor concentración de patógenos microbianos, tendrían un mayor riesgo en la salud pública y su utilización directa al suelo traería como consecuencia la contaminación biológica de los cultivos, el suelo y el ambiente (De La Rosa, 2012).

Tabla 4. Límites máximos permisibles de microorganismos en abonos orgánicos.

	Parámetros	EPA (USA)
Coliformes	Clase A (Cultivos de consumo directo)	<10 ³
	Clase B (Cultivos de consumo no directo)	<2x10 ⁶
Salmonella sp. (NMP/g)		<3
Virus entéricos (UPF/g)		<1
Shigella (NMP/g)		<103
Huevos viables de helmintos		<1

*NMP: Número más probable; UFC y UPF: Unidad formadora de colonias, y de placas, respectivamente

Fuente: Agencia de Protección del medio ambiente

2.4. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

Biofertilizantes

Los biofertilizantes, también conocidos como fertilizantes orgánicos, abonos orgánicos y abonos verdes, son un producto natural resultante de la descomposición de materiales de origen vegetal, animal o mixto que tiene la capacidad de mejorar la fertilidad del suelo agregando importantes cantidades de nutrientes, mejorando sus características físicas, químicas y biológicas y aumentar productividad de los cultivos sin necesidad de utilizar fertilizantes químicos. (Xelhuantzi et al., 2012)

Biofermentos

Los biofermentos, bioles, lactofermentos o abonos foliares orgánicos son sustancias líquidas que se fermentan con pasto fermentado (microorganismos benéficos), alguna fuente láctica (leche o suero) y sales minerales (sulfato de

zinc, magnesio, potasio, carbonato de calcio) o harinas de roca (como sustituto de sales minerales) por al menos treinta días. Favorecen la reproducción de microorganismos benéficos (especialmente lactobacillus, bacillus y levaduras), que ayudan en el control biológico de algunas plagas y enfermedades de los cultivos (Fundación para el Desarrollo Socioeconómico y Restauración Ambiental [FUNDESYRAM], s.f.)

Biol

Se define como la fracción líquida resultante del fango proveniente del biodigestor o fermentador (Aparcana, 2008).

Biosol

Es el residuo sólido que queda al prensar y extraer la parte líquida del biofertilizante (Buchelli, 2014).

Coliformes Termotolerantes

En el grupo de bacterias termotolerantes está incluida la *Escherichia coli*, considerada como un organismo indicador de contaminación fecal. Se ha demostrado que esta bacteria siempre está presente en un número elevado en las heces de humanos y animales de sangre caliente y comprende casi 95% de los coliformes en las heces. (Ancco Oliva, 2015)

Coliformes Totales

Los coliformes totales incluyen una amplia variedad de bacilos aerobios y anaerobios facultativos, gramnegativos y no esporulantes capaces de proliferar en presencia de concentraciones relativamente altas de sales biliares fermentando la lactosa y produciendo ácido o aldehído en 24 h a 35–37 °C. (Biblioteca Virtual de Desarrollo Sostenible y Salud Ambiental [BVSDE], s.f.)

Fósforo Total

El fósforo es constituyente de numerosos compuestos fundamentales en la vida de las plantas, forma parte de los ácidos nucleicos, de los fosfolípidos, de las coenzimas NAD y NADP y del ATP. En tejidos meristemáticos de las regiones de la planta que son sede de un activo crecimiento, se encuentran fuertes concentraciones de fósforo. (Román, 2012)

Ganado vacuno

El ganado vacuno o bovino es aquel perteneciente a los mamíferos conocidos como vacas y bueyes de las especies *Bos Taurus* (europeo) y *Bos Indicus* (asiático). De esta derivan la mayoría de las razas y variedades criadas en la (Enciclopedia Colaborativa Cubana [EcuRed], s.f.).

Melaza

La melaza de caña es un efluente de la industria azucarera mediante cristalización repetida final, de la cual no se puede extraer más azúcar por métodos físicos (Garassini, 1958). Resulta ser la materia prima más barata y adecuada en los países productores de azúcar (Crueger y Crueger, 1993). Por otro lado, se caracteriza por tener entre 68 – 75% sólidos disueltos y un pH de 5 a 6 (Fajardo y Sarmiento, 2007).

Nitrógeno

El nitrógeno es esencial para la vida de las plantas porque estimula el crecimiento por encima del suelo, se encuentra bajo tres formas químicas: orgánica, amoniacal y nítrica. El nitrógeno orgánico procede de la descomposición de materias vegetales (restos de cosechas, estiércol, abonos verdes, etc.). Por acción de algunos microorganismos del suelo, el nitrógeno orgánico se transforma en nitrógeno mineral, es de esa forma en la que el nitrógeno puede ser absorbido por las plantas. La forma nítrica se asimila directamente, en cambio la forma amoniacal tiene que pasar a la forma nítrica,

pero una parte de esta también se puede asimilar, sobre todo en la primera fase de las plantas. (Ricse, 2013)

Potencial de Hidrógeno

La fabricación de abono orgánico líquido acelerado requiere que el pH oscile entre 3 y 5, los valores inhiben la actividad microbiológica durante el proceso de la degradación de los materiales. El pH desciende en los primeros días hasta 5 por la producción de ácidos orgánicos.

Potasio

El potasio se encuentra en el suelo en pequeñas cantidades y es absorbida por las plantas bajo la forma del ión K^+ ; según Román (2012), la importancia del potasio en el desarrollo de las plantas es diversa: influye en el intercambio de carbohidratos, en la síntesis de proteínas, regula la actividad de otros elementos minerales, participa en la activación de múltiples enzimas y coordina los movimientos de apertura y cierre de las estomas, regulando así el régimen hídrico de las plantas.

Temperatura

Representa el incremento de la actividad microbiológica del abono, que comienza después de la mezcla de todos los ingredientes. Aproximadamente, después de 12 horas de haberlo preparado, el abono debe presentar temperatura que puede superar fácilmente los $50^{\circ}C$, lo que es buena señal para continuar con las demás etapas del proceso. (Huyata, 2006).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación del proyecto: por su finalidad, es aplicada, debido a que los resultados obtenidos están dirigidos a solucionar una problemática ambiental, que es la inadecuada disposición final de las excretas del ganado vacuno y el uso excesivo de fertilizantes sintéticos en la agricultura; por su objeto es experimental, debido a que se evaluó las diferentes dosis de microorganismos eficientes (EM), en la elaboración de biol, para ello se utilizó un Diseño Completamente Randomizado (DCR) unifactorial; y por su tratamiento de datos es cuantitativa, debido a que se analizaron muestras y se obtuvo datos numéricos representativos para su posterior análisis estadísticos.

3.2. UBICACIÓN POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. Ubicación

El área de estudio está ubicada en la Ganadería de la Universidad Nacional de Ucayali situado en el Km 6 de la Av. Túpac Amaru en la ciudad de Pucallpa, Distrito de Callería, Provincia de Coronel Portillo, Departamento Ucayali. Geográficamente se ubica a 8 24'47.62'' de latitud sur y 74 34'18.67'' de longitud oeste y a una altitud de 162 m. (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú [SENAMHI], 2019).

La investigación, desarrolló la preparación, el análisis y proceso de las muestras en las instalaciones del Laboratorio de Microbiología y Parasitología de la Facultad de Ciencias de la Salud, dentro de la Universidad Nacional de Ucayali.

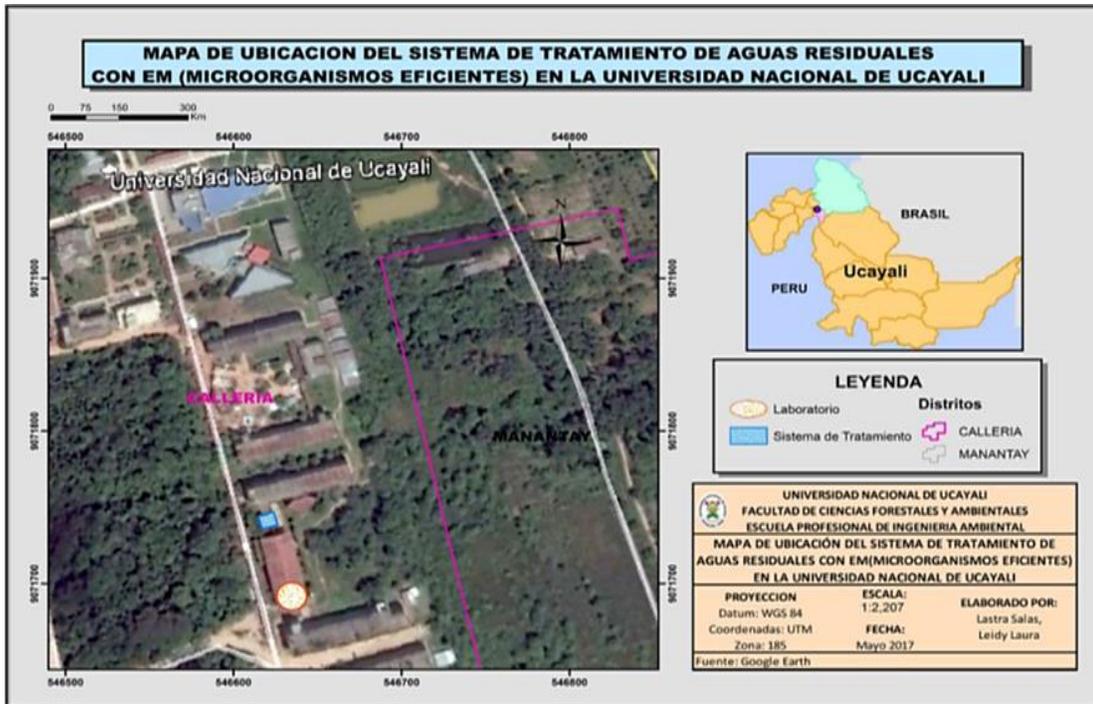


Figura 1. Mapa de ubicación del desarrollo de la investigación.

3.2.2. Características generales del habitat del ganado vacuno

Características generales del habitat del ganado vacuno

El distrito de Callería tiene una temperatura máxima anual promedio de 31,15°C y mínima de 22,24°C con media anual de 26,69°C, la precipitación pluvial promedio total anual es de 4.84 mm, con zona de vida de bosque húmedo y clima tropical.

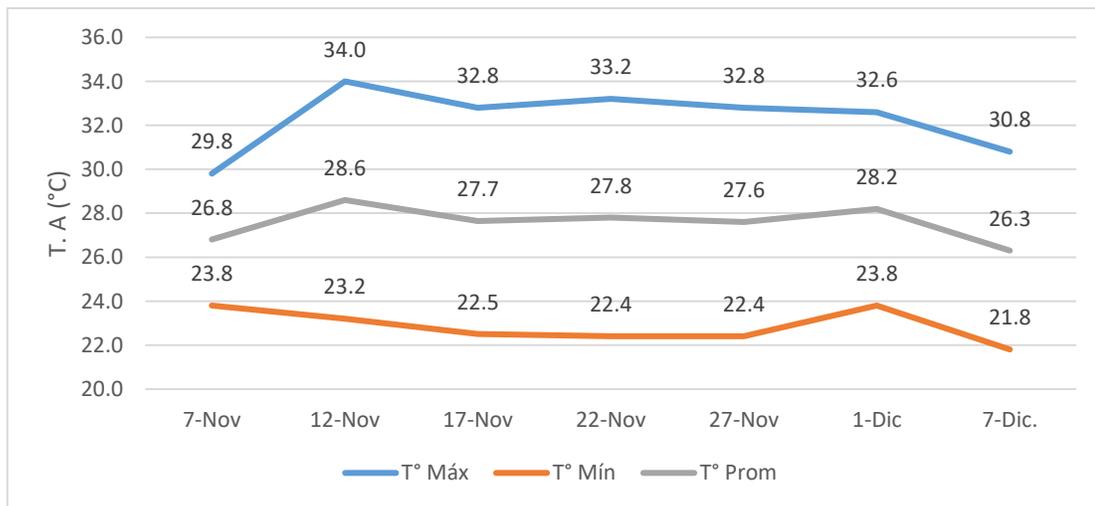


Figura 2. Temperaturas promedio registradas en el Distrito de Callería.

La crianza en la ganadería de la Universidad Nacional de Ucayali es un sistema semi intensivo. La alimentación se basa en suplementación con alimentos como concentrado de polvillo de arroz con palmiste y sal, orujo y afrecho de cebada; y pastoreo generalmente de *Brachiaria*.

3.2.3. Población

La población de la presente investigación es de 124,32 kg de excretas producidos al día por los 28 ganados adultos que posee la Universidad Nacional de Ucayali. Así mismo la planta lechera “La Moshita” genera 63 kg de lactosuero al día, residuo de los 70 litros de leche de vaca.

3.2.4. Muestra

El tipo de muestreo utilizado en el estudio de investigación es el de muestreo no probabilístico por conveniencia. Este tipo de muestra exige un cierto conocimiento del universo, su técnica consiste en que es el investigador el que escoge intencionalmente sus unidades de estudio. Para la preparación del abono líquido se tomaron 6 kg de excretas de ganado vacuno adulto y 6 litros de lactosuero.

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Las técnicas utilizadas fueron la entrevista, que permitió obtener datos de los encargados de la ganadería y la planta lechera de la universidad, sobre las condiciones de manejo del ganado; y análisis de laboratorio, que permitieron recolectar datos directos de las características iniciales y finales de los parámetros del abono líquido, haciendo uso de instrumentos de medición y formato de registro de medición.

3.3.1. Instrumentos, materiales, equipos y herramientas

Insumos y/o reactivos

- Microorganismos eficientes
- Excretas de ganado vacuno

- Lactosuero de ganado vacuno
- Melaza de caña
- Agua destilada
- Alcohol 95°
- Buffer (pH: 4,7 y 10)
- Medios de cultivo (Lactosa Broth, Lauryl sulfate y Verde brila)

Materiales

- Balde de 20 lt.
- Baldes de 2 lt.
- Bolsas plásticas (10 x 15 cm)
- Botellas de plástico de 1 lt.
- Manguera de 2 cm.
- Organza
- Probetas
- Tubos de ensayo
- Pipetas
- Mechero de alcohol
- Gradillas
- Frascos de vidrio
- Guantes de látex
- Mascarillas

Equipos

- Multiparámetro
- Termómetro
- Higrómetro
- Balanza analítica

- Autoclave
- Horno Incubadora
- Refrigeradora
- Prensa manual
- Taladro
- Cámara fotográfica

Herramientas

- Libreta de campo
- Formatos para parámetros
- Software de base de datos y procesamiento de texto (MS Word, MS Excel, SPS)

3.4. PROCEDIMIENTO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

3.4.1. Descripción de los diferentes tratamientos

Se preparó 12 biofermentos (4 tratamientos con 3 repeticiones cada uno) compuestos por 1 kg de la mezcla de excretas de ganado vacuno y lactosuero como base, es decir 500 gr de excretas con 500 ml de lactosuero, en proporción de 1:1; añadidos con diferentes proporciones de microorganismos eficientes. En los tratamientos se generaron 4 niveles de microorganismos eficientes; T1: 0ml, T2: 100ml, T3: 200ml y T4: 300ml.

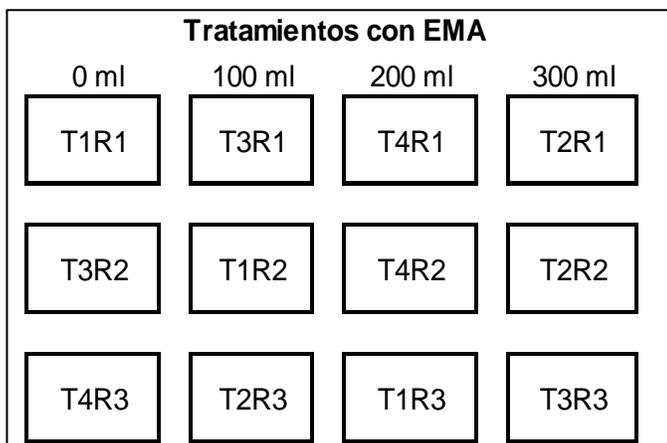


Figura 3. Esquema de los diferentes tratamientos.

3.4.2. Activación de los microorganismos eficaces (EMA)

Previo a la preparación de los diferentes tratamientos, se realizó la activación de los microorganismos eficientes, ya que vienen en estado latente. Necesitando un total de 1,8 lt de EMA.

Se mezcla los 90 ml de microorganismos eficientes con los 90 ml de melaza y se añade 1,62 lt de agua sin cloro, removiendo para que esta quede de manera uniforme. Posteriormente, se guardó en un recipiente herméticamente cerrado, durante una semana.

Al cabo de los 7 días, se evaluó el pH dando un valor de 3,5, obteniendo un olor agradable a chicha, indicador de que está listo para ser utilizado.

3.4.3. Recolección de las excretas y el lactosuero de ganado vacuno.

Para ello, se reafirmó un día antes los acuerdos previamente coordinados con las personas encargadas tanto de la ganadería como de la planta lechera “La Moshita” de la Universidad Nacional de Ucayali.

A primera hora de la mañana, se desplazó hacia el establo de la ganadería, donde se procedió a recolectar las excretas recién depositadas del ganado vacuno, haciendo uso de guantes de látex se recogió y almacenó 6 kg de excretas en un recipiente de plástico de 20 lt. Posteriormente se dio el recojo del lactosuero de “La Moshita”.

Se trasladaron inmediatamente al laboratorio de Microbiología y Parasitología de la Facultad de Ciencias de la Salud de la U.N.U. Cabe recalcar que el recojo fue de solo un día, contemplando un solo sistema con las mismas características.

3.4.4. Preparación del biol

En un balde de 20 lt se agregó 6 kg de excretas, 6 lt de lactosuero y 1,8 lt de microorganismos eficientes activados, con la ayuda de un batidor mecánico se mezcló hasta que quede completamente homogenizado.

Posteriormente se colocó 1 lt de la mezcla en 12 recipientes de 2 lt, luego se agregó los diferentes tratamientos; estos fueron cubiertos con fill y finalmente se taparon para generar un ambiente anaerobio. Todos los tratamientos fueron incubados en una estufa a 40°C por 5 días, luego se almacenaron a temperatura ambiente hasta cumplir los 30 días.

La cosecha del biofermento (posterior al treintavo día) consistió en la extracción del efluente líquido (abono líquido), quedando un residuo sólido (biosol). El proceso de extracción consistió en verter las repeticiones de los tratamientos en una tela, para filtrar el componente líquido utilizando una prensa manual.

3.4.5. Evaluación de las características físicas, químicas y microbiológicas

Seguidamente, se procedió a evaluar las muestras iniciales (6 kg de excretas, 6 lt de Lactosuero y la mezcla de ambos) y después de añadirles las diferentes dosis de EM.

A. Medición del pH y la temperatura

La medición de la temperatura, se realizó haciendo uso del termómetro marca Boeco modelo TP3001 de manera directa. Primero el potenciómetro fue debidamente calibrado. Luego se introducía el electrodo del termómetro en cada tratamiento, el cual previamente se homogenizó con una bagueta, hasta que la lectura del equipo se estabilice en un valor durante unos 20 segundos, este valor es tomado como el valor de temperatura. El electrodo fue enjuagado con agua destilada entre cada medición.

La medición de la temperatura de los diferentes tratamientos, se realizó de la misma manera que para las muestras iniciales. Esta se dio diariamente los 5 primeros días, de ahí se realizó cada 5 días.

B. Análisis químico

Se evaluó el contenido de macronutrientes, considerando los siguientes parámetros: N (%), P (mg/l), K (mg/l), Ca (mg/l), Mg (mg/l). Así mismo se evaluó el pH.

Este análisis se realizó a las muestras iniciales (6 kg de excretas, 6 lt de lactosuero y la mezcla de ambos) y a los diferentes tratamientos, en dos ocasiones, la primera a los 5 días y la última en el día 30.

Los análisis se llevaron a cabo en el Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas y Abono de la Estación Experimental Agraria Pucallpa – Ucayali (Instituto Nacional de Innovación Agraria).

C. Análisis microbiológico

Se realizó el análisis microbiológico, para la determinación de Coliformes totales y Coliformes termotolerantes con la metodología del NMP (Número Más Probable). La metodología utilizada se muestra en el anexo 1.

Este análisis microbiológico como el fisicoquímico, se realizó en el Laboratorio de Microbiología y Parasitología de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad.

Tabla 5. Métodos de análisis de los parámetros.

	Parámetros	Método
Físico-químicos	pH	Muestra/agua 1;2.5
	Temperatura	Termometría
	DQO	SM 5220 D
	DBO ₅	SM 5210 B
Macro elementos	K, Ca, Mg	Digestión Vía Húmeda
	K, Ca, Mg	Método del EAA
	N	Método Micro Keldahl
Bacterias	pH	Muestra/agua 1:2.5
	Coliformes	SMWW-9221MULTIPLE-Tube Fermentation
	Termotolerantes	Technique For Members Of The Coliform Group – E. Fecal Coliform Procedure. SMWW-9221MULTIPLE-Tube Fermentation
	Coliformes	Technique For Members Of The Coliform
	Totales	Group – B. Total Coliform Procedure.

3.4.6. Cálculo de la reducción de metano, DBO₅ y DQO

A. Reducción de metano

En un recipiente de 2 lt de volumen se colocó 1 kg de excretas de ganado vacuno, se acondicionó a la tapa del recipiente el sensor de medición de concentración de CH₄, conectado a un sistema Arduino que mostró resultados en mg/L.

B. Reducción de DBO₅ y DQO

Se tomó dos muestras de un litro de lactosuero; uno para la DBO₅ y otra para la DQO, y así estas se llevaron a analizar al Laboratorio Natura Analítica S.A.C.

3.5. PROCESAMIENTO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

El procesamiento de datos fue informático, para ello se siguieron los siguientes procedimientos:

- Trabajo de campo
Ordenamiento y codificación de datos
- Trabajo de laboratorio
Ordenamiento y codificación de datos
- Matriz de resultados
Tablas estadísticas
Análisis de datos
Interpretación de datos

3.6. TRATAMIENTOS DE DATOS

Para la evaluación de los promedios los resultados fueron sometidos a una prueba de Tukey al 0,05 de significancia para cada variable en estudio, siendo el modelo matemático adoptado para la investigación el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu_i + \varepsilon_{ij}$$

Y_{ij} = es la observación de la j-esima u.e. del i-esimo tratamiento,

μ_i = es la media del i-esimo tratamiento,

ε_{ij} = es el error experimental de la unidad ij.

Esquema del ANVA

	F. V.	G. L
Tratamientos	t – 1	3
Error experimental	t(r-1)	8
Total	n – 1	11

Los datos de análisis del biol, obtenidos en laboratorio para dar respuesta a las interrogantes planteadas, fueron procesados en el programa Microsoft Excel y el software SPSS Statistics 24,0 con la finalidad de conocer la

diferencia estadística entre los tratamientos estudiados, los cuales se presentan expresados en tablas y figuras.

Se aplicó el Diseño Completamente Randomizado (DCR) con cuatro tratamientos y tres repeticiones, las distribuciones de los biofermentos fueron al azar, siguiendo la metodología estadística determinada por el Diseño experimental.

Tabla 6. Distribución de tratamiento según le Diseño Completamente al Azar

REPETICIONES		TRATAMIENTOS		
R1	T1R1	T3R1	T4R1	T2R1
R2	T3R2	T1R2	T4R2	T2R2
R3	T4R3	T2R3	T1R3	T3R3

Siendo los tratamientos, los siguientes:

T1: (500 gr de excretas + 500 ml de lactosuero) + 0 ml de EMA

T2: (500 gr de excretas + 500 ml de lactosuero) + 100 ml de EMA

T3: (500 gr de excretas + 500 ml de lactosuero) + 200 ml de EMA

T4: (500 gr de excretas + 500 ml de lactosuero) + 300 ml de EMA

Estudiados en tres repeticiones R1, R2 y R3 que representan los biofermentos. Los parámetros para calidad de abono fueron a analizados a los 5 días y al día 30, tales como pH, temperatura del biofermento, temperatura ambiental, nitrógeno, fosforo, potasio, calcio y magnesio, estos fueron analizados de acuerdo a los resultados de otras tesis con las mismas referencias; así mismo, los parámetros de Coliformes Totales y Termotolerantes fueron analizados con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua (ECA), teniendo en consideración la Categoría 3: Riego de vegetales y Bebida de animales con su Subcategoría D1: Vegetales de tallo bajo y alto.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DE LAS EXCRETAS, EL LACTOSUERO Y MEZCLA INICIAL

Según la tabla 7, la excreta muestra una temperatura de 30,30°C, mientras que el lactosuero llega a 35,40°C y la mezcla muestra un resultado de 33,60°C, se puede observar un alto contenido de Calcio con 3 167,00 mg/L, así como de potasio y fosforo con 1 471,00 y 1 352,00 respectivamente; mientras que para el lactosuero el contenido de Magnesio es el más escaso con 0,10 mg/L al igual que el fosforo con 419,00.

Tabla 7. Caracterización físico-química de las muestras iniciales.

Parámetro	Unidad	Excretas	Lactosuero	Mezcla
Temperatura	°C	30,30	35,40	33,60
pH	pH	6,10	4,98	5,84
Calcio (Ca)	mg/L	3 167,00	589,00	2845,00
Magnesio (Mg)	mg/L	688,00	0,10	866,00
Nitrógeno (N)	%	1,51	0,67	1,16
Fósforo (P)	mg/L	1 352,00	419,00	1 038,00
Potasio (K)	mg/L	1 471,00	1 366,00	2 022,00

Como se muestra en la tabla 7, el pH de las excretas es ligeramente ácido con un valor de 6,10, además la mezcla (excretas con lactosuero) presentan un pH bajo de 5,84, considerándose como medianamente ácido (Villar, 2016). Los valores de Macronutrientes obtenidos en la caracterización, dan como resultado que la mezcla entre excretas y Lactosuero tuvieron los valores relativamente altos, con respecto al análisis individual de las excretas.

El estudio realizado en la ciudad de Lima por Buchelli (2014), donde utilizo residuos orgánicos de la industria cervecera como la cebada, las excretas de ganado vacuno y el lactosuero, tuvo como resultado 5,12 de pH en la caracterización inicial de su mezcla (cebada, excretas y lactosuero), un

valor cercano a lo obtenido en nuestra muestra inicial que fue de 5,84, sin embargo la diferencia de pH, se debe a la localización geográfica, y ciertas diferencias de los insumos para la elaboración del biol. El estudio de Meza (2014) que se llevó a cabo en la ciudad de Lima, utilizo papas de descarte para elaboración de abono líquido, donde lo mezcló con melaza y un consorcio microbiano llamado Biolac, dando como resultado un pH inicial de 6,05, siendo una resultado mayor a lo obtenido en nuestra mezcla inicial de 5,84. La diferencia del pH con nuestra investigación se debe al uso mismo de la papa como insumo para elaborar biol, además del contenido nutritivo que esta tiene sobre las excretas. Carhuancho (2012), en su estudio realizado en Lima, donde evaluó la calidad de biol obtenido de estiércol de gallina de dos tipos de crianza; de piso y de jaula, en un biodigestor de tipo Batch, obteniendo un pH inicial de 6,21 en la mezcla, siendo superior a lo obtenido en nuestra investigación con 5,84 unidades de pH, la Variación de pH se debe en gran medida a la especie de ave, el tipo de alimentación que esta recibe y las condiciones climáticas (Estrada, 2005).

Montes (2012), en su estudio de asistencia técnica sobre crianza de cuyes en la ciudad de Cajabamba, obtuvo en su caracterización de excretas de bovino los siguientes valores, 0,73% de Nitrógeno, 0,23% de Fosforo y 0,62% potasio, los valores obtenidos en nuestra investigación difieren debido al lugar donde se desarrollan y el clima, además del tipo de alimentación recibida, en este caso el sistema de crianza es semi intensivo, por ello la alimentación es por pastoreo y suplementación, siendo para el primer caso el consumo de Brachiaria, que es un pasto ampliamente aceptado por los ganaderos (Riesco et al., 1985); y se recomienda debido a su mayor contenido nutricional, mejor consumo y mayor productividad animal (Echevarría, 1994), y el segundo caso la alimentación con suplementos de polvillo de arroz y/o residuos de cervecería, estos indican un efecto positivo en la producción de leche (Sheen R. & Riesco D., 2002). El residuo de cervecería se utiliza en la zona de Pucallpa con excelentes resultados (De la Torre, 1986), y que permite alcanzar producciones de 8.4 kg/vaca/día (Sanchez, 1981).

Tabla 8. Caracterización microbiológica de las muestras iniciales.

Parámetro	Unidad	Excretas	Lactosuero	Mezcla
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	63 x 10 ⁶	0	58 x 10 ⁶
Coliformes Totales	NMP/100 mL	61 x 10 ⁶	0	51 x 10 ⁶

Se observa en la tabla 8 que la concentración de Coliformes Termotolerantes y Totales sobrepasan considerablemente el límite establecido ECA- agua Categoría 3: riego de vegetales y bebidas de animales, llegando a obtener en las excretas a un valor de 63 x 10⁶ NMP/100 ml y 61 x 10³ NMP/100 ml respectivamente. Sin embargo en el lactosuero no existe presencia de estas bacterias patógenas, ya que como resultado del proceso de obtención de queso, pasa por un proceso de cocción, inhibiéndole de contaminación por bacterias. Mientras que para la mezcla (lactosuero con excretas) se observa que debido a la adición del lactosuero esta reduce la carga de bacterias, siendo 58 x 10⁶ NMP/100 ml en Coliformes Termotolerantes y 51 x 10⁶ en Coliformes Totales, mostrando que estas concentraciones provienen principalmente de las excretas del ganado vacuno (Buchelli, 2014), sobrepasando también el límite de establecido del ECA.

Las excretas contienen nutrimentos que pueden servir como fertilizantes por sí solo, sin embargo, presentan también una concentración alta de Coliformes Termotolerantes que pueden producir enfermedades e incluso la muerte. Por esto para ser utilizadas para fertilizar el suelo primero se debe eliminar cualquier microorganismo patógeno (Peralta, 2010).

4.2. DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DEL ABONO LÍQUIDO CON DIFERENTES DÓISIS DE MICROORGANISMOS EFICIENTES

4.2.1. Características físicas

Temperatura

En la figura 4 se observa el comportamiento de la temperatura con respecto al tiempo y los tratamientos, para los 4 tratamientos inició con una temperatura de 34,00°C; 33,63°C; 33,40°C y 33,20°C respectivamente, luego la temperatura se mantuvo constante hasta el día 5 variando entre 40,00°C hasta 43,63°C, a partir del día 10 se observa un descenso brusco para los 4 tratamientos, siendo el T2 el que obtuvo menor temperatura con 31,87°C, continuando este descenso hasta el día 15 hasta 27,00°C, el día 30 de medición la temperatura para los 4 tratamientos fluctuó entre 32,07°C a 32,45°C.

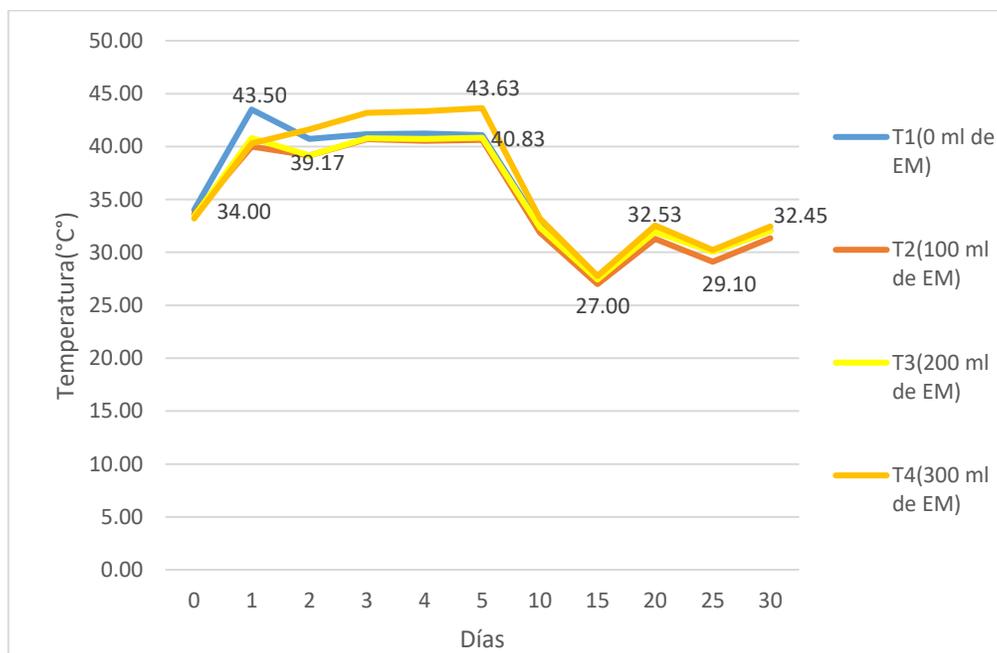


Figura 4. Comportamiento de la temperatura con respecto al tiempo.

En la figura 4 se observa que la temperatura por la que pasaron los tratamientos los 5 primeros días de iniciada la elaboración del abono líquido,

mostrando una temperatura constante de 40,00° C, favoreciendo el desarrollo de la flora bacteriana autóctona (García, 2008), este aumento paulatino se debe a que los tratamientos de laboratorio fueron incubados a una temperatura de 40°C durante los primeros 5 días, la cual es óptima para el crecimiento de las bacterias ácido lácticas (Buchelli, 2014). La temperatura ideal de los termófilos está entre 40,50°C (Blanco, Delahaye, y Fragenas, 2006) y las especies que representan son: *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Lactobacillus lactis*, *Lactobacillus helveticus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus plantarum*, *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* (Garassini, 1958).

4.2.2. Características Químicas

pH

En la figura 5, se muestra los valores de pH que se registró en los 4 tratamientos del día 5 y 30, siendo para el día 5 el T1 el que obtuvo un mayor rango de pH acercándose a la categoría de neutro con 5,15, y el T4 (300 ml de EM) tuvo un rango menor llegando hasta 4,02 en la escala del pH considerándolo como ácido. Para el día 30 el T1 tuvo el valor más alto con 6,68 de pH cercano a neutro, y el menor valor fue de 5,54 del T4. Así mismo, en la tabla 8, se muestra los resultados del análisis de varianza de un factor (ANOVA) entre los valores de pH registrados en los tratamientos del día 5, indicando que existen diferencias significativas entre los tratamientos con respecto a los valores de pH, también se muestran el pH del día 30.

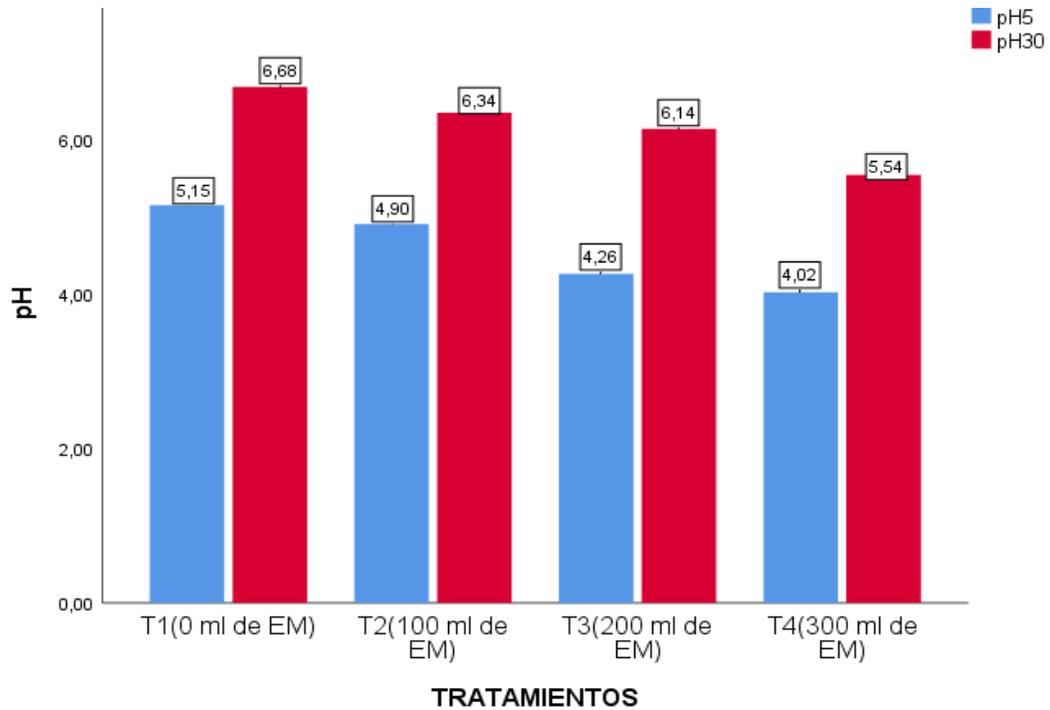


Figura 5. Variación de pH a los días 5 y 30.

Tabla 9. Análisis de varianza de pH.

		ANOVA				
		Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
pH 5 días	Tratamientos	2,536	3	0,845	102,680	*
	Error	0,066	8	0,008		
	Total	2,602	11			
pH 30 días	Tratamientos	2,064	3	0,688	25,948	*
	Error	0,212	8	0,027		
	Total	2,276	11			

Se utilizó la prueba de Tukey con nivel de confianza del 0,05; para determinar si entre los tratamientos existen diferencias estadísticas significativas, de los días 5 y 30 respectivamente.

Como se observa en la tabla 9, todos los tratamientos están por debajo del nivel de confianza de 0,05; esto nos indica que entre todos los tratamientos existen diferencias significativas.

El estudio realizado por Quiñones (2016) llevado a cabo en la sierra central de Lima en los meses de setiembre a diciembre del 2014 donde se elaboró un biofertilizante líquido con las heces de alpaca mediante fermentación homoláctica, utilizando similar metodología, así como un diseño completo al azar con arreglo factorial 5 x 5 (Biolac x melaza), el mejor tratamiento con 5% de Biolac y 15% Melaza, mostró un pH de 3,33 al día 5 y 4,18 al día 30. Con respecto al estudio la diferencia radica en las épocas que se llevó a cabo, además del origen de las excretas pues en el proyecto se utilizó excretas frescas de ganado vacuno, una sola concentración de melaza, como un número menor de muestras.

El T1 presentó los mayores valores de pH (menor acidez) al día 5 y 30 con valores de 5,15 y 6,68 respectivamente, además de presentar olor desagradable, lo cual se explica por la predominancia de las bacterias indeseables como *E. coli* y los *Staphylococcus* que se caracterizan por la producción de aminas biogénicas como histaminas, putrescinas, cadaverinas, etc. (Serna y Rodríguez, 2005) Así mismo, la ausencia de bacterias ácido lácticas, además de un pH inicial mayor a 5 y temperatura de incubación de 40,00°C, el desarrollo de flora microbiana no deseada se ve favorecido, debido a que no hay producción de ácido láctico (García, 2008). En consecuencia, las bacterias enteropatógenas (características de los mamíferos) prevalecen hasta colonizar completamente el sistema anaeróbico provocando olor fétido y el mayor valor de pH (Quiñones, 2016).

En la figura 5, se puede observar que existe una relación inversamente proporcional, donde a mayor dosis de microorganismos eficientes, menor pH; desde un valor inicial de 5,84 hasta 4,02 (T4). Resultados parejos muestran a Buchelli (2014) en su estudio llevado a cabo en el departamento de Lima durante un mes, elaborando un biofertilizante de bagazo de cebada, excretas

de vacuno y suero de quesería mediante fermentación homoláctica,, el mejor tratamiento con 5% de Biolac y 15% de Melaza, mostró un pH de 6,35 desde el día 0 y 3,52 al día 5; y Medina (2013) en su proyecto llevado a cabo en el departamento de Lima durante los meses de agosto y diciembre del 2012, elaboró dos abonos orgánicos líquidos producidos a partir de estiércol de ovino, mediante dos procesos consecutivos – la digestión anaerobia en biodigestores “Biol I-G” (4.5 kg de estiércol de ovino, 4.5 litros de purín de cerdo y agua destilada) y la fermentación homoláctica sobre el biol obtenido “Biol II-G” (Biol I-G (70%) con 10% de B-Lac y 20 % de melaza), esta última mostró un pH inicial de 5,83 y alrededor de 3,5 día 5; ambos estudios reportaron un descenso drástico de los valores de pH durante los primeros días. Al respecto, García (2008) menciona que se debe al adecuado crecimiento de las bacterias ácido lácticas, como también Cornejo (2011) a un medio anaeróbico y un sustrato adecuado (melaza).

Durante el quinto día se observó la presencia de una capa blanca, que según Frioni (1999), son levaduras que abundan en medios ricos de materia orgánica poco descompuesta y son capaces de desarrollarse en medios anaerobios cuando realizan fermentación. Sin embargo, los 4 tratamientos empezaron a reducir su grado de acidez con la elevación de la curva de pH Figura 5 alcanzando valores de pH comprendidos entre 5,54 (T4) a 6,68 (T1) al día 30, es decir que para ese tiempo el pH aumento hasta el punto de ser neutro. El aumento de la concentración del pH se debe a que las bacterias *Lactobacillus* que están presentes en las excretas del ganado vacuno, y los microorganismos eficientes consumieron toda la fuente de carbono inicial, como consecuencia ya no hubo un medio o sustrato necesario para producir más ácido láctico (Colque, Rodriguez, y Mujica, 2005).

El T4 presento la mayor acidez además de un olor agradable. Por ello se lo consideró como el mejor tratamiento en esta primera fase de evaluación, ya que el pH bajo es un factor físico-químico muy importante en cuanto al combate de microorganismos patógenos, en el sentido de que su disminución

favorece la eliminación de estos (Atlas y Bartha, 2002), y está ligado a caracteres físico-químicos y organolépticos deseables (Parra, 2009)

Calcio

En la figura 6 se muestra los valores obtenidos de Calcio en la muestra de biol a los 5 y 30 días, para el día 5 se observa que entre el T1 y T2 presentan mayores valores de 9,16 mg/L para ambos y el T3 presenta el menor valor con 6,57 mg/L. El resultado del día 30 nos muestra que la concentración de Calcio disminuye, siendo el T1 de menor concentración con 2,24 mg/L y el de mayor concentración para el T4 con 4,60 mg/L.

En la tabla 10, se muestra el análisis de varianza (ANOVA) que se realizaron a los tratamientos para el parámetro de Calcio, encontrando que no existe diferencia significativa entre los tratamientos para el día 5, sin embargo, para el día 30 se observa que si existe diferencia significativa.

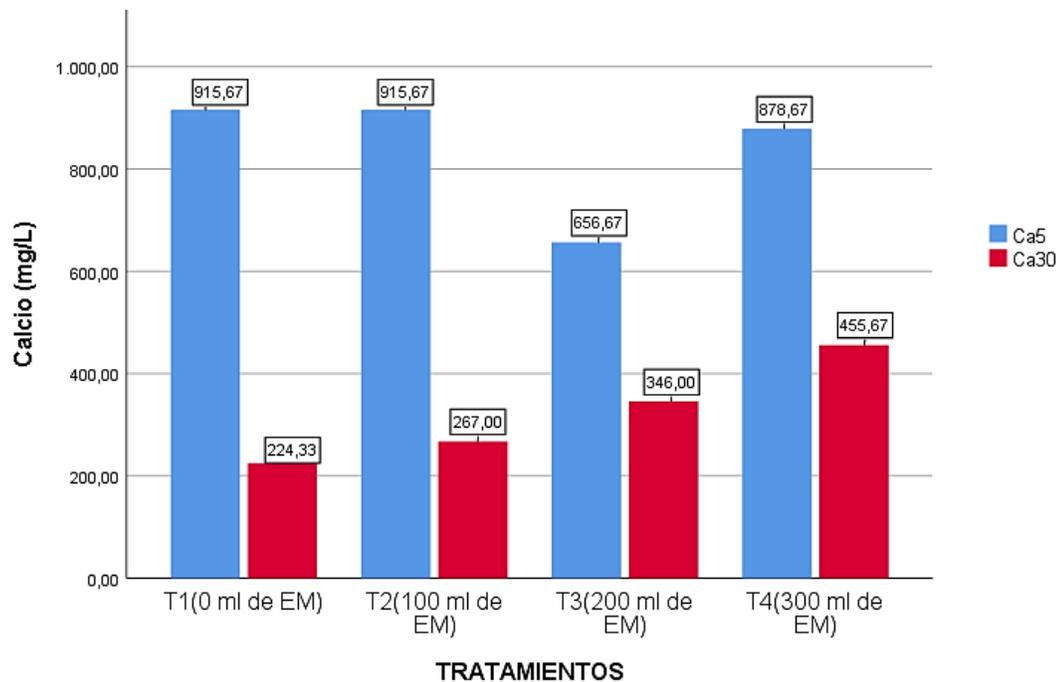


Figura 6. Contenido de Calcio a los días 5 y 30.

Tabla 10.Análisis de varianza de Calcio.

		ANOVA				
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Ca 5 días	Tratamientos	139 638,000	3	46 546,000	2,942	NS
	Error	126 558,667	8	15 819,833		
	Total	266 196,667	11			
Ca 30 días	Tratamientos	93 000,917	3	31 000,306	22,999	*
	Error	10 783,333	8	1 347,917		
	Total	103 784,250	11			

En la figura 6, se observa que no existe diferencia significativa entre los tratamientos para el día 5, debido a que el análisis estadístico ANOVA el nivel de significancia (0,99) es mayor a lo establecido (0,05); por lo tanto, la dosis de EM no tiene una incidencia directa en el aumento de concentración de Calcio. Sin embargo, para el día 30 además de haber diferencia significativa entre los tratamientos, existe una disminución del contenido de Calcio con respecto al día 5. La explicación a la disminución del calcio al día 30 debido a que este micronutriente precipito o pasó a formar complejos, dando origen a fosfatos de calcio y carbonatos de calcio (Marti, 2006).

Mientras tanto Medina (2013) en su estudio de Biol I-G (70%), con Biolac (10%) y melaza (20%) obtuvo un contenido de 1 523 mg/L de., Calcio. El estudio de Diaz (2017) llevado a cabo durante los meses de diciembre 2009 hasta abril 2010 por 121 días en el Departamento de Lima, cuyo objetivo fue caracterizar el proceso de elaboración de biol y evaluar la variación de las propiedades físicas, químicas y microbiológicas, durante el proceso de digestión anaerobia de 4 formulaciones de biol con diferentes insumos cada una, siendo el estiércol de vacuno y la leche los insumos comunes, el tratamiento B2 (72 L de agua, 18 kg de estiércol vacuno seco, 3 kg de hierbas verdes picadas, 1,2 L de leche, 0,6 kg de azúcar rubia, 0,6 kg de cascara de huevo, 1,2 L de biol viejo y 0,3 kg ceniza) mostró 1 757 mg/L de Calcio a 16 días después de la instalación y ascendió a 2 071 mg/L a los 46 días, este un

mayor contenido de calcio estaría relacionado con cáscara de huevo molido, ceniza, como también la leche.

Sin embargo, Peralta, Juscamaita y Meza (2016) en su investigación llevada a cabo en un periodo de 30 días en el departamento de Lima propusieron un sistema biológico acelerado (5 días) para la obtención de abonos orgánicos, así pretrataron excretas frescas de ganado vacuno, mediante 25 tratamientos, cuyo mejor tratamiento fue el T20 con 20% de melaza, 15% de B-lac y 65% de excretas, alcanzaron 5 200 mg/L de Calcio.

El calcio es un componente estructural de las paredes y tejidos de células y una deficiencia genera un colapso de la estructura del tejido y la pared de la célula, y la fuga resultante concluye con necrosis en las áreas afectadas, una de las manifestaciones más obvias de deficiencia de calcio en las plantas es la quemadura de la punta, especialmente de las hojas nuevas y jóvenes, la infección de microbios resulta por haber tejidos rotos y muertos en estas áreas, pero es un efecto secundario (Díaz, Cayón y Mira, 2007), además el calcio se encuentra involucrado en procesos de desarrollo y de respuesta a factores bióticos y abióticos. Numerosas señales modifican la concentración de calcio en el citoplasma, núcleo, retículo endoplásmico o plastidios. El incremento del calcio en el citosol es rápidamente disminuido, pero en el lapso de incremento, se forman innumerables y complejas cascadas de señalización que conllevan a la respuesta celular. Esta nota expone los mecanismos implicaciones de la entrada del calcio en las células vegetales (Geydan y Spinel, 2007).

Magnesio

En la figura 7 se observa que la concentración de Magnesio a los 5 y 30 días está en el rango de 175 mg/L a 191 mg/L, habiendo para el día 30 diferencias significativas entre los tratamientos. La concentración de Magnesio para el día 5, dio como resultado que el T3 (200 ml de EM) tuvo la mayor concentración con 187 mg/L de Magnesio, y que el T2 (100 ml de EM) tuvo la

menor concentración con 176 mg/L. Para el día 30 el T3 (200 ml de EM) tuvo la mayor concentración de Magnesio con 191 mg/L y el tratamiento que tuvo la menor concentración de Magnesio fue el T1 (0 ml de EM) con 175 mg/L.

En la tabla 11, se muestra el análisis estadístico entre los tratamientos de los días 5 y 30, como resultado se aprecia que no existe diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos (dosis de EM) para el día 5 en concentraciones de Magnesio, sin embargo, para el día 30 se observa que el nivel de confianza estadístico es mayor a 0,05, indicando que para el día 30 no existe diferencia estadísticamente significativa entre los grupos o tratamientos en concentraciones de Magnesio.

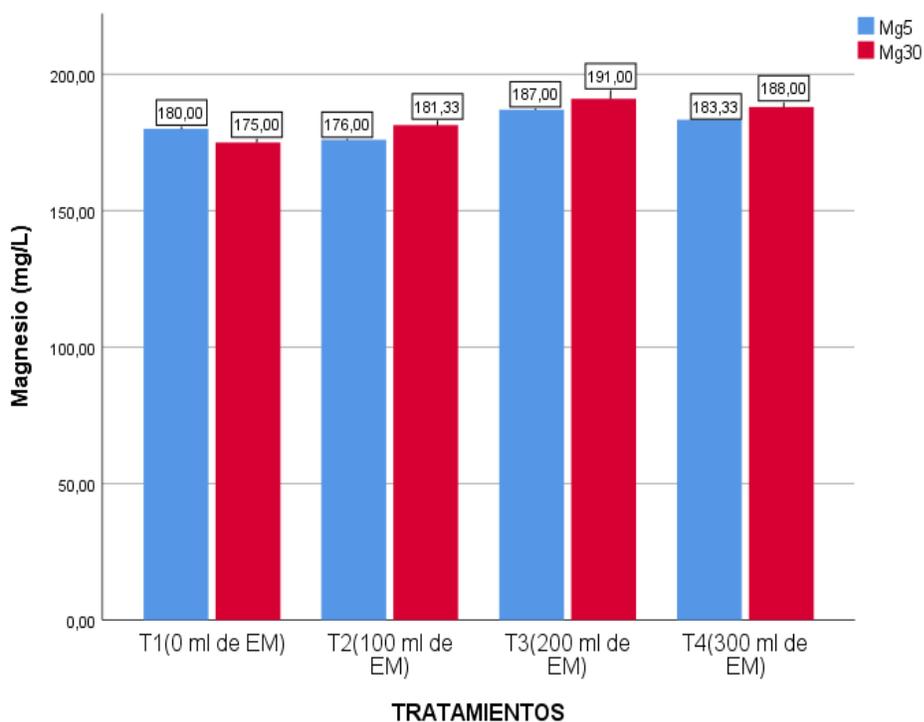


Figura 7. Contenido de Magnesio a los días 5 y 30.

Tabla 11. Análisis de varianza de Magnesio.

		ANOVA				
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Mg 5 días	Tratamientos	198,250	3	66,083	1,794	NS
	Error	294,667	8	36,833		
	Total	492,917	11			
Mg 30 días	Tratamientos	459,000	3	153,000	5,353	NS
	Error	228,667	8	28,583		
	Total	687,667	11			

El mejor resultado mostró el T3 (200 ml de EM), donde la concentración máxima de Magnesio fue de 187 mg/L (T3) ascendiendo solo a 191 mg/L (T3) al día 30. Sin embargo, los estudios de Peralta, Juscamaita y Meza (2016), Medina (2013) así como de Diaz (2017) muestran altos contenidos de Magnesio al día 30 como son 1 740 mg/L, 1 044 mg/L y 1 200 mg/L respectivamente el motivo del alto valor de magnesio lo justifica a partir de la alimentación del ganado vacuno.

Sin embargo (Meza, 2014) utilizó papas de descarte para obtener biol, la concentración de magnesio obtenido fue de 750 mg/L, (Carhuancho, 2012) en su estudio obtuvo 460 mg/L de magnesio, a partir de estiércol de gallina de piso.

La tabla 11, nos muestra que el T1 (0 ml de EM), tiene un valor similar a los otros tratamientos, tanto a los 5 y 30 días, por lo tanto, deducimos que para esta investigación los EM (microorganismos eficientes), no tienen una incidencia en el aumento o mejora de la calidad del biol con respecto a la concentración de Magnesio.

El magnesio es un elemento relativamente abundante en la corteza terrestre, y se estudia asociado al calcio, potasio y sodio. En la planta es significativo su papel como constituyente de la molécula de clorofila, absorción mayoritariamente pasiva en forma catiónica divalente, Mg²⁺. Se comporta

como un elemento muy móvil tanto en la célula como en toda la planta. Participa en el intercambio catiónico con el resto de cationes osmóticos. En suelos es un elemento menos abundante que el calcio. (Condori, 2010)

Nitrógeno

En la figura 8, se presenta que para el día 5, el T1 (0 ml de EM) obtuvo la mayor concentración de Nitrógeno con 1,08%, el T2 (100 ml de EM) obtuvo 0,97% de Nitrógeno, el T3 (200 ml de EM) y el T4 (300 ml de EM), obtuvieron 0,96% y 0,92% respectivamente. En los resultados obtenidos para el día 30 se observa que existe una disminución drástica de la concentración de Nitrógeno para los 4 tratamientos con respecto al día 5, siendo el T1 con 0,62% de Nitrógeno, el que obtuvo el mayor valor, el T2 y T3 los tratamientos que obtuvieron el menor valor con 0,25 %.

La tabla 12 nos indica que entre los tratamientos para el día 5 y 30, existen diferencias estadísticamente significativas.

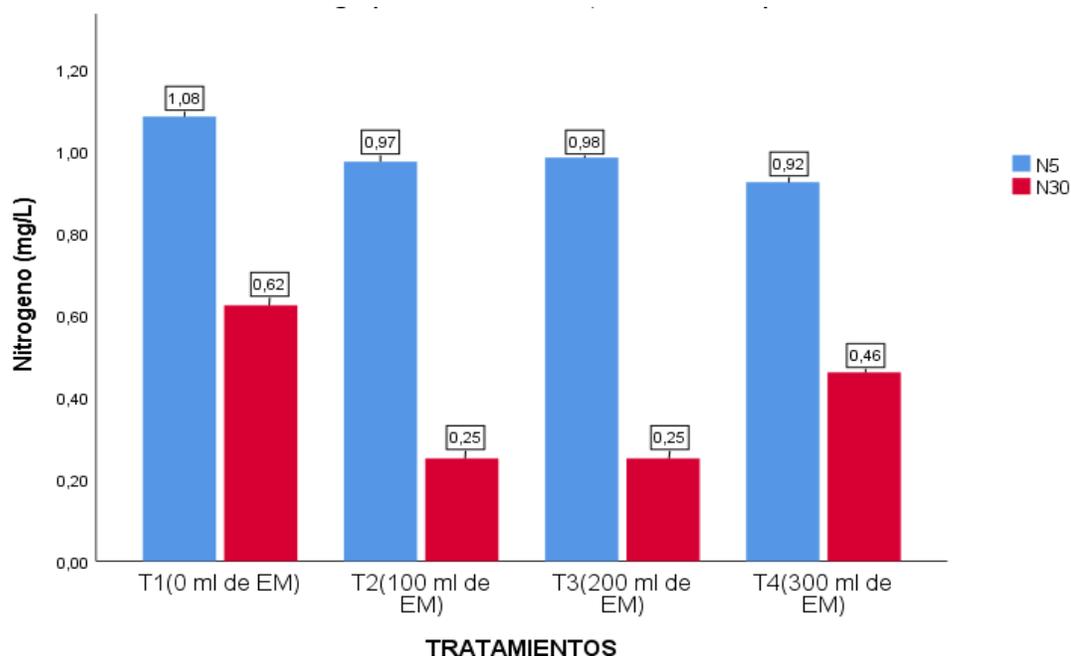


Figura 8. Contenido de Nitrógeno a los días 5 y 30.

Tabla 12. Análisis de varianza de Nitrógeno.

ANOVA						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
N 5 días	Tratamientos	0,040	3	0,013	64,680	*
	Error	0,002	8	0,000		
	Total	0,042	11			
N 30 días	Tratamientos	0,295	3	0,098	34,429	*
	Error	0,023	8	0,003		
	Total	0,318	11			

De la figura 8, se observa que el contenido de Nitrógeno para todos los tratamientos se reduce drásticamente del día 5 hasta el día 30, al igual que en la microflora del suelo, el carbono y nitrógeno son los agentes primarios para la descomposición de la materia orgánica. El factor de mayor importancia en la descomposición de materia orgánica es la cantidad de carbono en relación con el nitrógeno. Los microorganismos que realizan esta descomposición utilizan el carbono como fuente de energía, y en presencia de grandes cantidades de tales sustancias su número aumenta rápidamente; su exuberante desarrollo requiere volúmenes considerables de nitrógeno que, por no existir en cantidades suficientes en la materia en descomposición, es sustraído casi todo, pasando a un empobrecimiento temporal. (Melendez, 2004)

El T1 (con mayor contenido de nitrógeno) y el T3 tuvieron apenas solo 0.1% de diferencia, sin embargo, el T1 resulta teniendo mayor contenido de Nitrógeno ya sea al día 5 y al día 30, esto debido a que, Según Guerrero y Monsalve (2007) los estiércoles cuyo pH es alcalino tienden a perder rápidamente el nitrógeno, generando un fuerte olor amoniacal. Mientras la (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y alimentación [FAO], 1999) menciona que un suministro pobre de nitrógeno, habrá poca absorción y la pérdida transferida de nitrógeno al ambiente será alta y si aumentamos el

suministro de nitrógeno, la planta absorberá mayores cantidades por lo cual el biol de gallinaza muestra un buen potencial de uso como abono en los cultivos agrícolas.

La disminución de Nitrógeno al cabo del día 30 se debe a que durante el proceso de digestión gran parte de la materia orgánica no se ha mineralizado, por lo que normalmente disminuye el contenido de nitrógeno amoniacal y aumenta el nitrógeno orgánico (Gerardi, 2003). Además Varnero (2011) precisa que el nitrógeno orgánico es hidrolizado dando lugar a formas amoniacales. (Bonten, Zwart, Rietra, Postma, & de Haas, 2014) Indican que hasta el 50% del nitrógeno orgánico se convierte en amonio (NH_4^+), una forma de nitrógeno que está directamente disponible para la absorción por las plantas. La fracción de nitrógeno que se convierte en NH_4^+ depende del contenido de nitrógeno de la materia prima y del grado de descomposición después de la digestión.

Mientras el nitrógeno obtenido en los estudios de Peralta, Juscamaita y Meza (2016) y Quiñones (2016) con su Alpa-biol al día 30, llegan a 0,42% y 0.37% respectivamente estos no superan al contenido de Nitrógeno obtenido en el T4 de la investigación (0,46%) esta alta concentración se debe a que el nitrógeno contenido en la materia prima (excretas de las vacas en producción) no se ha perdido como amonio debido al pH bajo (5,5) por acción del ácido láctico, condición por el cual se evita que el nitrógeno se pierda rápidamente.

Fósforo

En la figura 9, se observa que para el día 5, los valores de fósforo son menores con respecto al día 30, siendo el T1 (0 ml de EM) con mayor concentración, llegando a 373 mg/l de Fósforo, mientras que los de menor concentración fueron el T3 y T4, con 323,33 mg/L de fosforo respectivamente. Ya mencionado que para el día 30, hubo un incremento significativo del fosforo, el T4 (300 ml de EM) obtuvo 1 156 mg/L de Fósforo, siendo este el de mayor contenido, y el T2 (100 ml de EM) de menor concentración, con 1 043 mg/L de Fósforo. En la tabla 12, se muestra que para el día 5, existe diferencia

estadísticamente significativa entre los tratamientos, caso contrario sucede para el día 30, donde no existe diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos, por lo tanto, nos muestra que la aplicación de distintas dosis de EM, no mejora o aumenta la concentración de Fosforo en el biol.

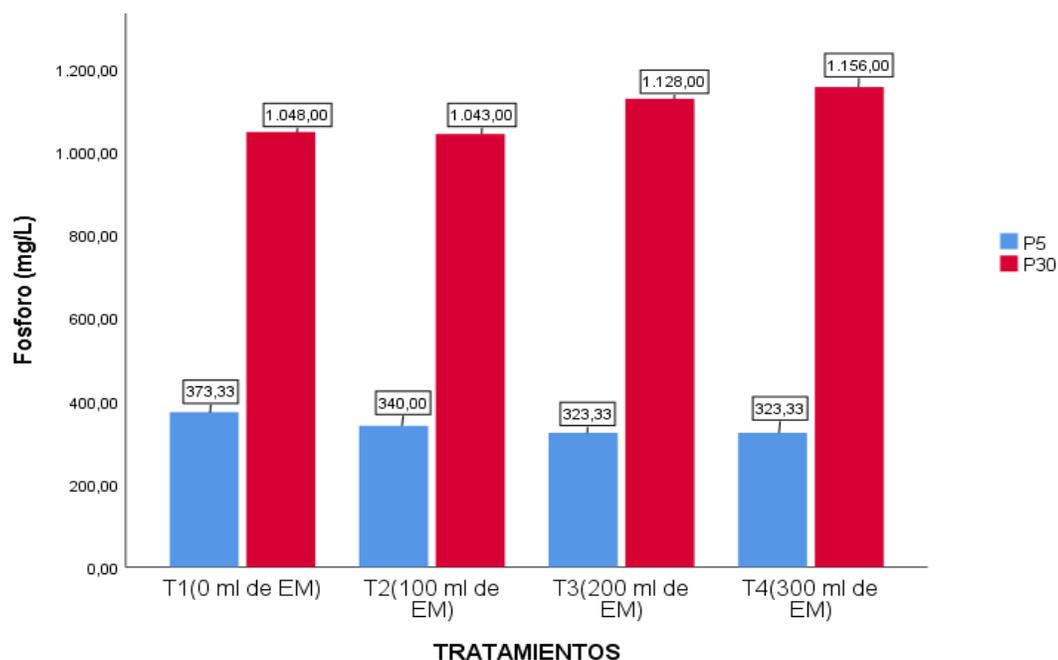


Figura 8. Contenido de Fósforo a los 5 y 30 días.

Tabla 13. Análisis de varianza de Fósforo.

		ANOVA				
		Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
P5	Tratamientos	5 000,000	3	1 666,667	6,061	*
	Error	2 200,000	8	275,000		
	Total	7 200,000	11			
P30	Tratamientos	29 150,250	3	9 716,750	1,197	NS
	Error	64 962,000	8	8 120,250		
	Total	94 112,250	11			

Se observa que al realizar el análisis del día 30 los valores del fósforo aumentan para todos los tratamientos con respecto al análisis del día 5, donde

el máximo valor alcanzado de fósforo fue del T4 (300 ml de EM) con 1 156 mg/L de Fósforo.

El estudio realizado por Meléndez (2004) en Guatemala busco evaluar el efecto de los microorganismos efectivos en combinación con varias frecuencias de volteo (aireación), como degradador de la pulpa de café, utilizando 4 diluciones de microorganismos efectivos; dilución 1:1, 1:10, 1:50, 1:100 y un testigo relativo, con el mejor tratamiento la dilución 1:50, donde obtuvo que a mayor concentración de EM mayor es la disponibilidad de Fosforo de hasta un 54% de lo iniciado. Es decir a mayor dosis de EM se provocó mayor mineralización y disponibilidad de Fosforo, ya que el fosforo liberado de la materia orgánica como consecuencia de procesos biológicos, en la descomposición se libera por hidrólisis como fosfato inorgánico, los microorganismo eficientes son aceleradores del proceso de mineralización, lo cual explica el mayor porcentaje de fósforo obtenido con las dosis de 200 y 300 ml de EM (Suaña, 2013).

Mientras el T2 (con menor contenido de P) para el día 30, muestra un contenido de 1 043 mg/L de Fosforo, este resultado difiere con lo obtenido por Díaz (2017), donde el tratamiento B2 alcanzó 516 mg/L de Fósforo al día 16 y 495 mg/L al día 46, y, indicando que al pasar el tiempo los valores de fosforo disminuyeron, contario a nuestra investigación. Así mismo Peralta, Juscamaita y Meza (2016) obtuvieron 744,2 mg/L de Fosforo y Medina (2013) solo consiguió 203 mg/L de Fosforo.

Marti (2006) señala que, de todas las formas de fósforo, sólo el ortofosfato es susceptible de formar precipitados químicos, siendo los posibles precipitados que pueden formarse los fosfatos de magnesio, fosfatos de calcio, fosfatos de hierro y aluminio y carbonatos de calcio.

Si bien, interesa que bioles contengan un alto contenido de fósforo para su aplicación, es importante considerar que este elemento es fundamental para el proceso de elaboración. En este sentido, (Gerardi, 2003) precisa que este

macro nutriente es de interés para todo proceso de tratamiento biológico; estando disponibles para las bacterias anaeróbicas, incluyendo a las bacterias formadoras de metano, como nitrógeno amoniacal (NH₄⁺) y ortofosfato (HPO₄²⁻). Este nutriente, como todos los nutrientes, estará a disposición de las bacterias sólo en su forma soluble.

Potasio

Se muestra en la Figura 10, los resultados de los tratamientos, donde el día 5 presenta valores mayores con respecto al día 30, siendo los tratamientos T1 (0 ml de EM) y T2 (100 ml de EM) los que poseen los mayores valores con 1 213 mg/L para cada uno respectivamente, y los tratamientos T3 y T4, poseen los valores con 1 180 mg/L de potasio respectivamente. El análisis realizado el día 30 nos muestra que existió una disminución en la concentración de Potasio, siendo los tratamientos T4 y T3, los que obtuvieron mayor valor con 577,33 y 574 mg/L de Potasio, y el T1, obtuvo el menor valor con 552,33 mg/L. en la tabla 13, se muestra la tabla de resumen del análisis de varianza realizado a los tratamientos de los días 5 y 30, obteniendo como resultado de que ambos sobrepasan el nivel de confianza(0,05), por lo tanto no existe diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos de los días 5 y 30.

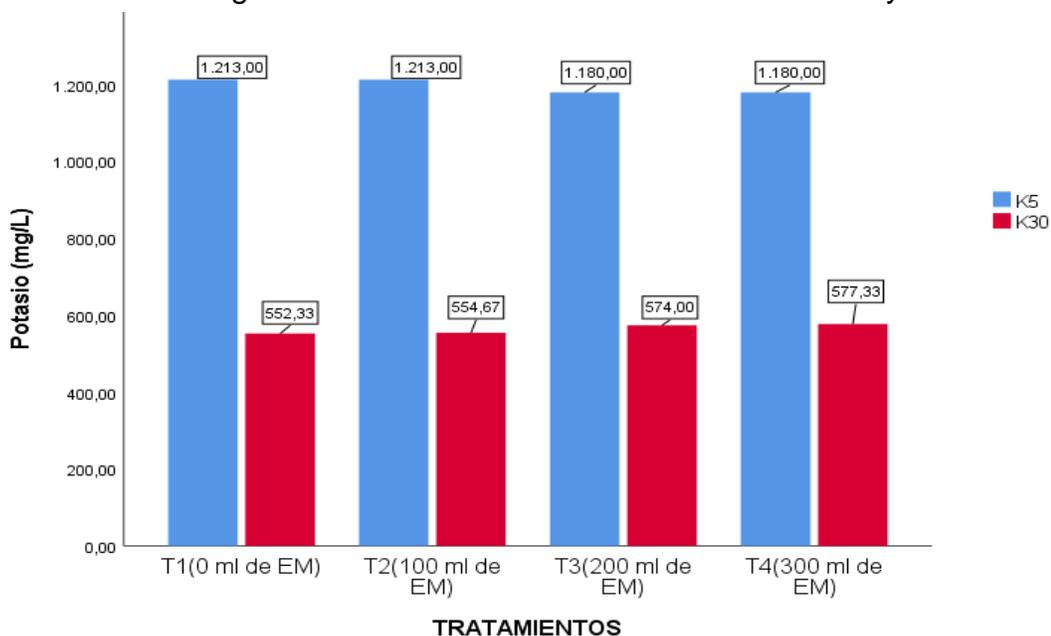


Figura 9. Contenido de Potasio a los días 5 y 30.

Tabla 14. Análisis de Varianza de Potasio.

ANOVA						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
K 5 días	Tratamientos	3 267,000	3	1 089,000	0,667	NS
	Error	13 068,000	8	1 633,500		
	Total	16 335,000	11			
K 30 días	Tratamientos	1 498,917	3	499,639	4,216	NS
	Error	948,000	8	118,500		
	Total	2 446,917	11			

Se observó que al realizar el análisis del día 30 la concentración de Potasio disminuye considerablemente con respecto al análisis del día 5, donde el máximo valor alcanzado para el Potasio fue del T1 y T2 con 1 213 mg/L de Potasio respectivamente, mostrando una curva de nivel descendiente; semejante con lo obtenido por Díaz (2017), donde el tratamiento B2 paso de 4800 mg/L de potasio del día 16 hasta 3 920 mg/L de Potasio al día 46. Por lo contrario, Buchelli (2014) en su estudio, obtuvo como resultado que la concentración de potasio al día 5 fue de 4 440 mg/L y para el día 30 obtuvo 5 190 mg/L de Potasio, mostrando así una tendencia contraria a nuestro resultado, indicando que para ella la concentración de potasio aumenta conforme pasa el tiempo. La explicación a la disminución de potasio se debe a cuando el pH disminuye las concentraciones de Potasio también lo hacen Sanzano (2008).

Estudios como los de Medina (2013) y Peralta, Juscamaita y Meza (2016); también muestran contenidos altos al día 30 como 9 006 mg/L y 17 200 mg/L de Potasio respectivamente. Comparado al T4 (mayor contenido de Potasio) con solo 577,33 mg/L. Aldon (2008) nos menciona que el poco contenido de Potasio en las plantas las hacen débiles frente a los patógenos radiculares, cuyos efectos la vuelven frágiles a los tallos haciéndolas más vulnerables ante los vientos y lluvias. El potasio es indispensable para la

regulación hídrica y movimientos de los nutrientes además contribuye al aumento en la resistencia de enfermedades (Asociación Especializada para el Desarrollo Sostenible, 2006)

4.2.3. Características Microbiológicas

Coliformes Termotolerantes y Coliformes Totales

En la figura 11 y 12 se observa que, para el día 5 en el T1 (0 ml de EM) la carga de Coliformes Termotolerantes sube a $12,67 \times 10^3$ NMP/100 ml al igual que los Coliformes Totales en $15,67 \times 10^3$, estas cargas bacterianas se elevan aún más para el día 30 con $157,67 \times 10^3$ NMP/100 ml en Coliformes Termotolerantes y $223,00 \times 10^3$ NMP/100 ml en Coliformes Totales. Sin embargo para los demás tratamientos se reduce drásticamente para los días 5 y 30, variando desde el T2 hasta el T3 con 311,00 a $4,23 \times 10^2$ NMP/100 ml en Coliformes Termotolerantes y desde el T2 al T3 con 380,00 a 5,25 NMP/100 ml en Coliformes Totales.

En la tabla 15 y 16 se muestra el análisis de varianza que se realizaron a los tratamientos de los días 5 y 30, nos indica que, para ambos días muestreados, existe diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos.

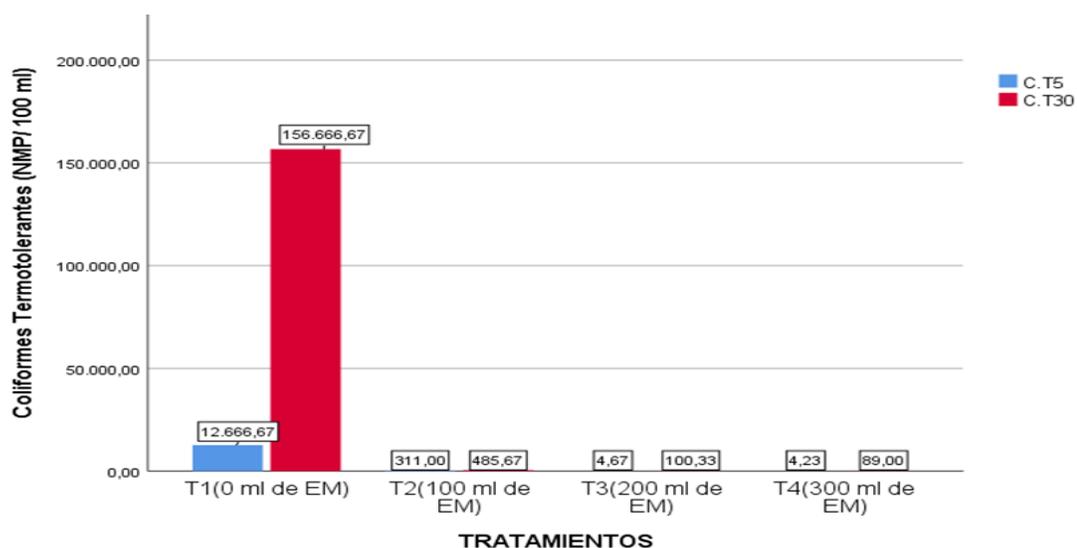


Figura 10. Presencia de Coliformes Termotolerantes a los 5 y 30 días.

Tabla 15. Análisis de Varianza de Coliformes Termotolerantes.

ANOVA						
		Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
C.Ter 5 días	Tratamientos	394 857 362,250	3	131 619 120,750	452,769	**
	Error	2 325 586,000	8	290 698,250		
	Total	397 182 948,250	11			
C.Ter 30 días	Tratamientos	1 295 556 040,917	3	431 852 013,639	1 727,406	**
	Error	2 000 002,000	8	250 000,250		
	Total	1 297 556 042,917	11			

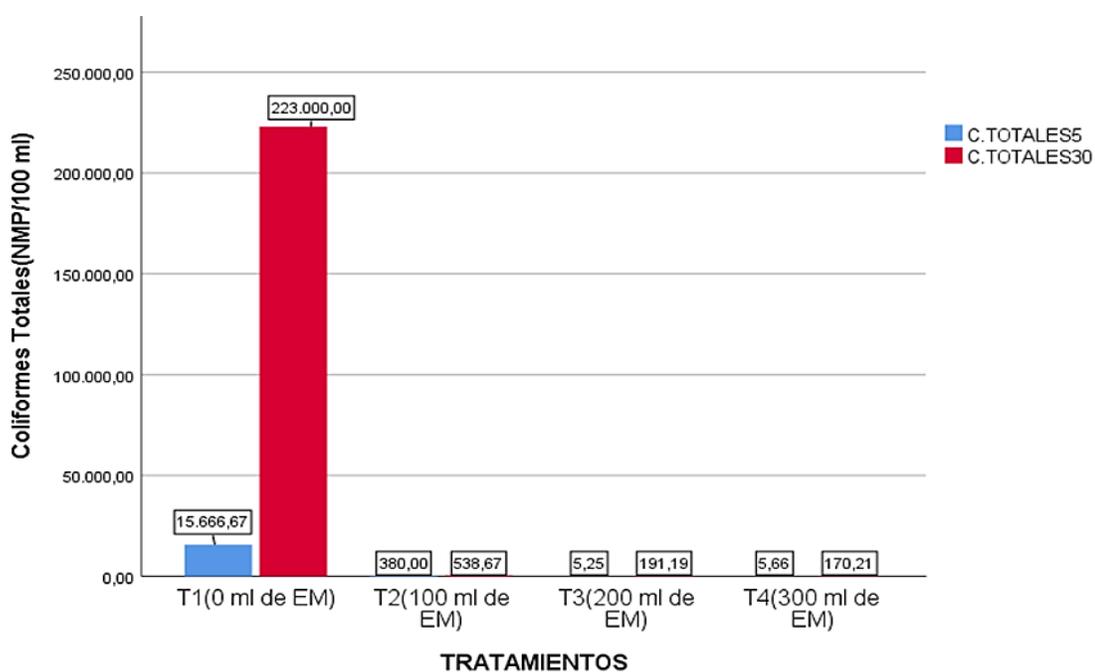


Figura 11. Presencia de Coliformes Totales a los 5 y 30 días.

Tabla 16. Análisis de varianza de Coliformes Totales.

ANOVA						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
C.To 5 días	Tratamientos	542 424 610,667	3	180 808 203,556	2 168,824	**
	Error	666 935,333	8	83 366,917		
	Total	543 091 546,000	11			
C.To 30 días	Tratamientos	323 908 206,763	3	107 969 402,254	431,878	**
	Error	2 000 000,120	8	250 000,015		
	Total	325 908 206,883	11			

Con respecto al T1 (0 ml de EM), en el que se observa un alza de microorganismos patógenos al día 5 y aún más al día 30, influyendo aquí la elevación del pH. García, Elías y Herrera (2005) reportaron que las bacterias totales presentes en las excretas tienden a incrementarse con el ascenso del pH presente en las excretas.

Los resultados se mantuvieron dentro del Estándar Nacional de Calidad Ambiental para Agua, Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (1 000 NMP/100 ml) y no se superó los límites máximos permisibles en abonos orgánicos de la Agencia de Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos (1 000 NMP/100 ml) para Coliformes Termotolerantes y Coliformes Totales

La figura 11 y 12 expresan la carga de 4,23 NMP/100 ml de Coliformes Termotolerantes y 5,25 NMP/100 ml de Coliformes Totales presentes en el abono líquido para el día 5, con un resultado similar se reporta Buchelli (2014) reduciendo 10 veces los Coliformes Termotolerantes y ausencia de Coliformes Totales al día 5. Para Mata (1999), esta ausencia de Coliformes Termotolerantes y totales es debido a la acción bactericida, especialmente de las bacterias Gram negativas como los Coliformes, que producen las bacterias lácticas.

Se redujo totalmente con respecto al de las excretas frescas de ganado vacuno, por efecto del tratamiento biológico anaeróbico. La capacidad de producir grandes cantidades de ácidos orgánicos (láctico, acético, propiónico) por fermentación de los carbohidratos presentes en el abono líquido y la consecuente caída del pH son los factores primarios en los que se basa la actividad antimicrobiana de las bacterias lácticas (Román, 2012). Como en el proceso de fermentación se observó un descenso elevado del pH, se asume teóricamente que no existe riesgo de estos patógenos en los bioabonos (Quiñonez, 2016).

Resultados similares fueron obtenidos por Buchelli (2015), Román (2012), Peralta (2010) y Noa (2013), quienes obtuvieron enumeraciones de

Coliformes totales y Termotolerantes inferiores a 3 NMP/ml, producto de la fermentación homoláctica. Sin embargo, no se puede asegurar que el proceso aplicado sea capaz de eliminar e inhibir la aparición de E. Coli, ya que estos se desarrollan mejor en un pH ligeramente ácido o cercano a la neutralidad (Román, 2012).

Scotil (2007) Peralta (2010) reportó que luego de la biodegradación de los bioabonos durante un periodo de 61 días, los Coliformes totales y Coliformes Termotolerantes se reducen de 10^7 NMP/100 ml hasta 10^3 NMP/100 ml y luego de un año se generaron valores inferiores a 3 NMP/ml.

Lo cual nos muestra que el riesgo de estar expuestos a microorganismos patógenos presentes en estos bioles es relativamente insignificante.

4.3. DETERMINACIÓN DE LA REDUCCIÓN DE METANO, DBO₅ Y DQO AL EMPLEAR LAS EXCRETAS Y EL LACTOSUERO DE GANADO VACUNO.

4.3.1. Reducción de la concentración de Metano al emplear excretas de ganado vacuno

En la figura 13, se observa el comportamiento de la concentración de metano durante 24 horas, medido en tres días para poder observar si existe un comportamiento distinto entre ellos, en las cuales se puede observar que, en las 4 primeras horas de retención, las concentraciones de metano no superan las 200 ppm, sin embargo a partir de las quinta y sexta hora existe un aumento drástico de la concentración de metano hasta alcanzar las 900 ppm, a partir de ese momento se establece una continuidad en la concentración hasta las próximas 18 horas.

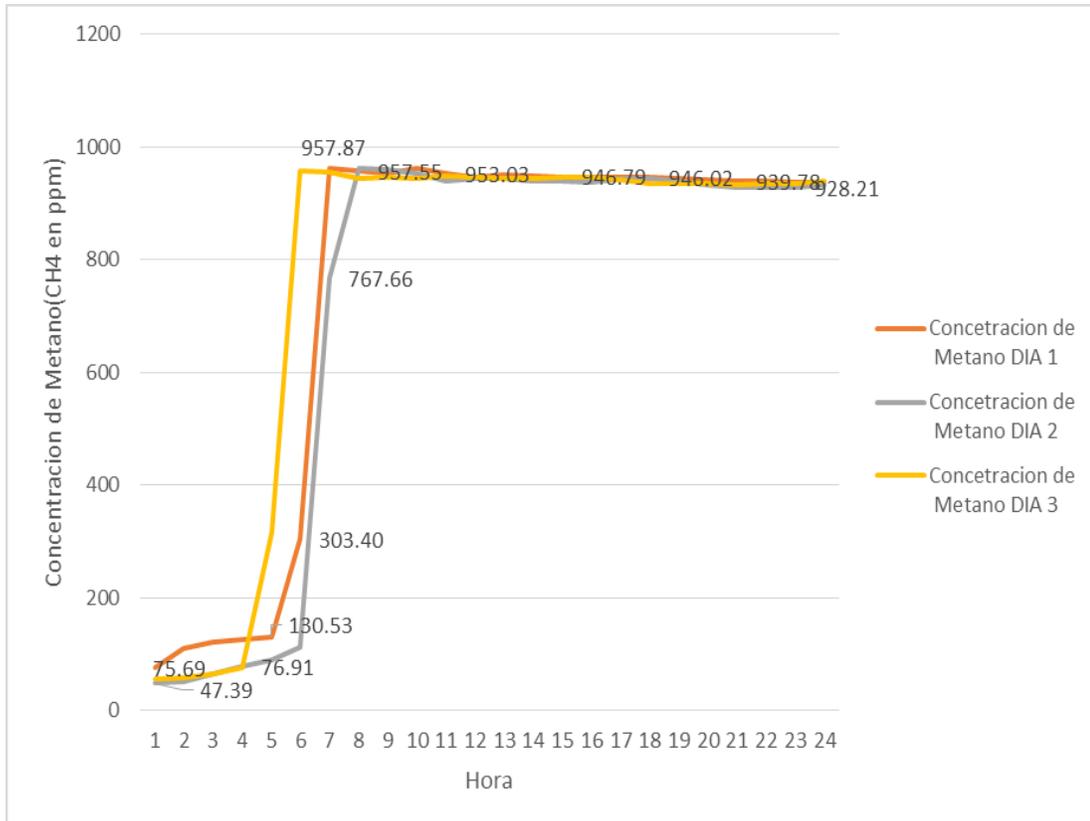


Figura 12. Concentración de Metano en 24 Horas.

Estos resultados muestran que las excretas al no ser manejadas adecuadamente emiten gases contaminantes a la atmosfera que en corto tiempo va a aportar al calentamiento de la tierra, se puede observar que, al utilizar los 6 kg de excretas para la preparación de los tratamientos de abono, se evita la emisión de una concentración de 900 ppm de metano al día que equivale a 588.59 mg/m³.

4.3.2. Reducción de la concentración de DBO₅ y DQO al emplear el lactosuero de ganado vacuno

En la tabla 17, se muestra los valores de DQO y DBO₅ que se encuentran en el lactosuero, se obtuvo que el DQO, alcanza un valor de 185 000 mg/L y el DBO₅ tuvo un valor de 107 000 mg/L, estos representan un gran riesgo en la composición física del agua o suelo, debido a la gran concentración de DQO y DBO₅ que posee.

Tabla 17. DBO y DQO del lactosuero de ganado vacuno.

	Unidad	Lactosuero
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	185 000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	107 500

El lactosuero que se libera representa el 83% del volumen de leche utilizada como materia prima. Este residuo corresponde al efluente que más contaminación provoca en las queserías si no se tiene un aprovechamiento posterior, ya que contiene gran cantidad de lactosa y proteínas. Por ello es aconsejable que estos sueros no sean vertidos de forma directa al cauce o a la depuradora, pues provocarían un enorme incremento de la DBO₅ y la DQO. Algunas posibilidades de la utilización de este residuo han sido propuestas, pero las estadísticas indican que una importante porción de este residuo es descartada como efluente, el cual crea un serio problema ambiental (Aider, Halleux, & Melnikova, 2009), debido a que afecta física y químicamente la estructura del suelo.

La tabla 17, nos muestra una alta capacidad contaminante para la muestra de lactosuero sobrepasando los 30 000 y 50 000 mg/l de DBO₅ (Valencia y Ramírez, 2009).

Se compara los resultados con los valores máximos admisibles (VMA) de las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario D.S. N° 010-2019-VIVIENDA, donde el valor del lactosuero sobrepasa aproximadamente 200 veces lo establecido en DBO₅ y DQO.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

El efecto de los microorganismos eficientes para la obtención de abono líquido a partir de la mezcla de excretas y lactosuero de ganado vacuno tuvo una mayor incidencia en los primeros 5 días de aplicada. Durante estos primeros días, la alta actividad microbiana aumento la temperatura de los biofermentos sobre los 40 °C; la concentración de Calcio, Nitrógeno y Potasio era mayor que al día 30, en el que se evidencia una reducción considerablemente de la concentración de estos macronutrientes, mientras que la concentración de Magnesio mantenía sus altos niveles, el Fosforo incrementó considerablemente. Además, muestra ser un producto inocuo, libre de microorganismos patógenos

La mezcla de lactosuero con excretas de ganado vacuno presento un pH de 5,84, siendo un valor adecuado para la proliferación de microorganismos patógenos, los macronutrientes (N, P, K, Mg) presentaron valores altos, debido al tipo de alimentación semi intensivo que se brinda en la ganadería.

Se determinó que el mejor tratamiento fue el T4 (300 ml EM) al día 5, en ella se obtuvo un pH promedio de 4,02, mostrando influencia en la reducción de Coliformes Termotolerantes y Totales desde $7,8 \times 10^2$ UFC/100 ml y $7,7 \times 10$ UFC/100 ml respectivamente, hasta 4 UFC/100 ml y 1,9 UFC/100 ml; sin embargo no tuvo incidencia en el aumento de macronutrientes (N, K, Mg) al día 5 y 30 con respecto al T1 (0 ml de EM), a excepción del Calcio al día 5 y Fosforo al día 30.

La utilización de excretas de ganado vacuno en la elaboración de abono liquido ayuda a reducir una emisión de 923,4 mg/L de metano al día, además se evita la generación de 185 000 mg/L de DQO y 107 000 mg/L de DBO₅ al utilizar lactosuero de ganado vacuno.

5.2. RECOMENDACIONES

Realizar una variación en la concentración de la melaza, para así determinar si esta influye o no en la mejora de la concentración de los macroelementos.

Preparar bioles con la mezcla de excretas de otras especies como gallina y cuy, para así determinar también si los microorganismos eficientes mejoran las características físicas químicas y microbiológicas.

Medir el pH de manera constante y que se encuentre de manera fija en el biodigestor, para no interrumpir el proceso de digestión anaerobia.

Evitar la manipulación deliberada del biodigestor durante el proceso de obtención del biol.

La Universidad Nacional de Ucayali, como casa de estudios debe mostrar interés en las investigaciones que se desarrollan en sus ambientes para que estos resultados sean mejorados y replicados por los profesionales de interés.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Acuña, O. (2003). El uso de biofertilizantes en la agricultura. (G. Meléndez, & G. Soto, Edits.) San José, Costa Rica: Centro de Investigaciones Agronómicas de la Universidad de Costa Rica y la Cámara de Insumos Agropecuarios no Sintéticos.
- Aider, M., Halleux, D., & Melnikova, I. (2009). Skim acidic milk whey cryoconcentration and assessment of its functional properties: Impact of processing conditions. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 334-341.
- Aldon, D. (2008). Estrategia ambiental de aprovechamiento de la macroalga *Ulva lactuca* (lechuga de mar) a través del proceso de ensilaje. (Tesis de grado). Lima: Universidad Agraria La Molina.
- Ancco Oliva, I. (2 de Abril de 2015). Coliformes totales y termotolerantes como contaminantes de agua de río. Obtenido de <https://es.slideshare.net/paolaeyzaguirreliendo/coliformes-totales-y-termotolerantes-como-contaminantes-de-agua-de-ro>
- Ansorena, J. (1995). Fertilidad del suelo: Disponibilidad y pérdidas de nutrientes. "El suelo en la agricultura y medio ambiente". España, 38-42.
- Añazco, A., & Picado, J. (2005). Preparación de abonos orgánicos sólidos y líquidos.
- Aparcana, S. (2008). Estudio sobre el Valor Fertilizante de los Productos del Proceso "Fermentación Anaeróbica" para producción de Biogás. German PROFEC (Professional Energy and Environmental Consultancy).
- Arana, S. (2011). Manual de elaboración del Biol, Soluciones Prácticas, Tecnologías desafiando la pobreza.
- Asociación de Cerveceros Artesanales de la República Argentina. (2006). Las levaduras algo sobre ellas. Buenos Aires.
- Asociación Especializada para el Desarrollo Sostenible. (2006). Manual de Elaboración de Abono Foliar Biol.
- Atlas, R., & Bartha, R. (2002). Ecología Microbiana y Micología Ambiental. Madrid: Pearson Educacion S.A.
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2009). Manual Práctico de uso de Microorganismos eficientes (EM). Obtenido de http://www.emuruguay.org/images/Manual_Practico_Uso_EM_OISCA_BID.pdf.
- Beldoménico, H., & Radzimirski, A. (1992). Desagües en la Industria Láctea. Publicación INTI.

- Biblioteca Virtual de Desarrollo Sostenible y Salud Ambiental. (s.f.). Total de bacterias coliformes. Obtenido de http://www.bvsde.paho.org/cd-gdwq/docs_microbiologicos/Indicadores%20PDF/bacterias%20coliformes.pdf
- Blanco, S., Delahaye, P., & Fragenas, N. (2006). Evaluación física y nutricional de un yogurt con frutas tropicales bajo en calorías. *Revista Facultad de Agronomía*, 131-144.
- Bonten, L., Zwart, K., Rietra, R., Postma, R., & de Haas, M. (2014). Bio-slurry as fertilizer; Is bio-slurry from household digester a better fertilizer than manure? A literature. Wageningen.
- Botero, R., & Preston, T. (1987). Biodigestor de bajo costo para la producción de combustible y fertilizante a partir de excretas. Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria, Cali.
- Buchelli, H. (2014). Producción de biofertilizante de bagazo de cebada, excretas de vacuno y suero de quesería mediante fermentación homoláctica. Tesis, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima.
- Cakmank, I., Heneler, C., & Marschner, H. (1994). Forgotten Element in crop Production. .
- Campos, A. M., Cabrera, P. R., Pérez, C. M., & Laura, C. B. (2017). Perfil de Innovación de los productos orgánicos en el Perú. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/327821966_Perfil_de_innovacion_de_los_productos_organicos_en_el_Peru
- Carhuancho, L. (2012). Aprovechamiento del estiércol de gallina para elaboración de biol en biodigestores tipo batch como propuesta al manejo de residuo avícola. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima: Biblioteca Agrícola Nacional.
- Colque, T., Rodríguez, D., & Mujica, A. (2005). Producción de abono líquido natural y Ecológico. Estación experimental Illpa.
- Condori, Y. (2010). Efecto de la Fertilización Foliar en el cultivo de dos variedades de brócoli, bajo diferentes concentraciones en el Altiplano Central. La Paz.
- Cornejo, E. (2011). Determinación de la calidad de biofertilizantes líquidos y estudio del potencial para la inhibición de *Mycosphaerella fijinensis*(Morelet) en condiciones controladas y como alternativa en el manejo de sigatoka en sistemas de producción Orgánica. Guayaquil.
- Crueger, W., & Crueger, A. (1993). *Biología: Manual de microbiología industrial* (Tercera Edición ed.). (S.A.-Royo, Ed.) Zaragoza, España: ACRIBIA.

- Cuvero, G., & Viera, M. (1999). Abonos Orgánicos y Fertilizantes químicos ¿son compatibles con la agricultura? Conferencia 70 del XI Congreso Nacional Agronómico / III Congreso Nacional de Suelos. Costa Rica.
- De la Torre, M. 1986. Copracion de dos sistemas de leche al pastoreo en la Amazonia. IX REuinion Cientifica de Produccion Animal
- De La Rosa, J. (2012). Análisis fisico-químico de fertilizante orgánico (biol) producido por biodigestores a partir de estiércol de ganado. Tesis de Ingeniero Agrónomo, Instituto tecnológico del Altiplano de Tlaxcala, Xocoyucan.
- De Vuyst, L., & Leroy, F. (2007). Bacteriocins from Lactic Acid Bacteria: Production, purification, and food applications. Bélgica: Journal of molecular microbiology and biotechnology.
- Diaz, A. (2017). Características Fisoquímicas y microbiológicas del proceso de elaboración de Biol y su efecto en germinación de Semillas. Lima.
- Diaz, A., Cayón, G., & Mira, J. (2007). Metabolismo del calcio y su relación con la «mancha de madurez» del fruto de banano. Bogota.
- Echevarría, M. (1994). Alimentación del ganado con pastos tropicales. Universidad Nacional Agraria, Departamento de Nutrición Animal, Lima - Perú.
- EM Research Organization. (s.f.). Guía de la Tecnología de EM. Publicaciones EM Producción y Tecnología S.A (EMPROTEC).
- Estrada, M. (2005). Manejo y Procesamiento de la Gallinaza. Revista Lasallista de Investigacion, 43-48.
- Fajardo, E., & Sarmiento, S. (2007). Evaluación de melaza de caña como sustrato para la producción de *Saccharomyces cerevisiae*. Bogotá.
- Federación Panamericana de Lechería. (2008). Gestión Ambiental y Aguas residuales en Industrias Lácteas.
- Foegeding, E., & Luck. (2002). Whey protein products. New York.
- Fortis, M., Leos, J., Preciado, P., Orona, I., García, J., García, J., & Orozco, J. (2009). Aplicación de abonos orgánicos en la producción de maíz forrajera con riego por goteo. México: Revista Terra Latinoamericana.
- Frioni, L. (1999). Procesos microbianos. Argentina: Editorial de la Fundación Universidad Nacional de Rio Cuarto.
- Fundación para el Desarrollo Socioeconómico y Restauración Ambiental. (s.f.). Abonos foliares orgánicos (biofermentos) elaborados con microorganismos de montaña. Obtenido de <http://www.fundesyram.info>: <http://www.fundesyram.info/biblioteca.php?id=3594>

- Gallardo, K. (2013). Obtención de compost a partir de residuos orgánicos impermeabilizados con geomembrana. Universidad Nacional de Ingeniería, Lima.
- Garassini, L. (1958). Microbiología. Universidad central de Venezuela. Editorial Sucre.
- García, L. (2008). Uso de bacterias probióticas en el ensilado de pescado. tesis de Biólogo. Lima.
- García, Y., Elías, A., & Herrera, F. R. (2005). Dinámica microbiana de la fermentación in vitro de las de gallinas ponedoras. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, 39(1), 75-79.
- Gerardi, M. (2003). The Microbiology of Anaerobic Digester (en línea). En M. Gerardi, The Microbiology of Anaerobic Digester (en línea) (pág. 188). New Jersey: US Wiley.
- Geydan, T., & Spinel, C. (2007). La onda de calcio en células vegetales. Bogota.
- González, H., & Fernando, S. (1 de Enero de 2011). Medio ambiente y desarrollo sostenible. Obtenido de contaminación por fertilizantes: "Un serio problema ambiental": <http://fgonzalesh.blogspot.com/2011/01/contaminacion-por-fertilizantes-un.html>
- Gonzales, L. (1998). Tratamientos de Residuos urbanos y purines. España.
- Gordón, V. (2013). Utilización de suero de leche para la elaboración de abono orgánico (biol). Universidad Politécnica Estatal del Carchi. Tulcán: Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales.
- Guerrero Rodríguez, W. J., Gomez Alpaca, C. A., & Castro Rojas, J. (s.f.). Lactosuero y problemática en el medio ambiente. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Monterrey.
- Guerrero, J., & Monsalve, J. (2007). Evaluación del compostaje de subproductos derivados del sacrificio y faenamiento de ganado. Mexico D.F.
- Hernandez, E. (1999). Caracterización de los sistemas de producción bovina predominantes en pequeños productores en el área de Pucallpa. Tesis para optar el título de Ingeniero Zootecnista, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima.
- Higa, T., & Chinen, N. (1998). EM treatments of odor, waste water and environmental problems. College of Agriculture, University of the Ryukyus, College of Agriculture, Okinawa.
- Huyata, R. (13 de Agosto de 2006). Manual de elaboración de abono foliar. Obtenido de <http://elagronómico.blogspot.com>

- Instituto Nacional de Innovación Agraria. (4 de Diciembre de 2013). Programa de Bovinos y Ovinos. Obtenido de <http://www.inia.gob.pe/programas/bovinos-y-ovinos>
- Jiménez, E. (2011). Aplicación de biol y fertilización química en la rehabilitación de praderas, "Aloag-Pichinha". Tesis de Ingeniero Agropecuario, Sangolquí.
- Joint Genome Institute. (2005). Rhodopseudomonas palustris. Obtenido de http://genome.jgi-psf.org/finished_microbes/rhopa/rhopa.home.html.
- Lozano, N. (2012). Diseño de biodigestores para las familias caprinocultoras de la cuenca baja del río Chillón. Facultad de ingeniería agrícola.
- Luna, A. (2014). Determinación del potencial de residuos sólidos de gallina de postura, ganado vacuno y porcino, en la Provincia de Coronel Portillo y Padre Abad, Región Ucayali. Pucallpa.
- Marti, O. (2006). Phosphorus Precipitation in Anaerobic Digestion Process (en línea). Dissertation.com. Florida.
- Mata, C. (1999). Empleos de Fermentos Lacticos en la fabricacion de productos carnicos. Tesis Doctoral. Cordova.
- Medina, A. (2013). Evaluacion de la calidad de Biol de segunda generacion de estiércol de ovino producido a traves de biodigestores, Tesis de ingeniero Ambiental . 2013: Biblioteca Agricola Nacional.
- Melendez Perez, L. M. (2004). Evaluacion del efecto de microorganismos efectivos (EM), en diferentes diluciones y frecuencias de volteo sobre la descomposicion de la pulpa de cafe, San miguel Dueñas, Sacatepequez. Tesis para Ingeniera Agronoma, Guatemala.
- Meza, L. (2014). Elaboracion de Abono Liquido Mediante Fermentación Homoláctica de papas de descarte utilizando el consorcio microbiano Ácido Láctico B-Lac. Lima.
- Ministerio de Agricultura y Riego. (2010). Plan estratégico sectorial Multianual Actualizado del Ministerio de Agricultura 2007-2011.
- Ministerio de Agricultura y Riego. (4 de Diciembre de 2013). Situación de las actividades pecuarias. Obtenido de <http://www.minag.gob.pe/portal/sector-agrario/pecuaria/situacion-de-las-actividades-decrianza-decrianza->
- Montes, T. (2012). Asistencia técnica dirigida en crianza tecnificada de cuyes. Universidad Nacional Agraria La Molina, Oficina Académica de Extensión y Proyección Social, Cajabamba - Cajamarca.
- Díaz Montoya, A. (2017). Características físicoquímicas y microbiológicas del proceso de elaboración de biol y su efecto en germinación de semillas. Lima.

- Noa, J. (2013). Uso de Complejo enzimático y bioprotector comercial en la estabilidad y transformación de excretas porcinas. Lima: Biblioteca Agrícola Nacional.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y alimentación. (1999). Guía para el manejo eficiente de la nutrición de las.
- Paredes, P., Chávez, A., Rodríguez, J., Aguilar, N., Rentería, A., & Rodríguez, G. (2014). Características fisicoquímicas y microbiológicas de suero de leche de queso Chihuahua. Investigación y ciencia, Universidad Autónoma de Aguascalientes, México.
- Parra, R. A. (2009). Lactosuero: Importancia en la industria de alimentos. Medellín: Rev. Fac. Nal. Agr.
- Peralta Veran, L., Juscamaita Morales, J., & Meza Contreras, V. (29 de Marzo de 2016). Obtención y caracterización de abono líquido a través del tratamiento de excretas del ganado vacuno de un establo lechero usando un consorcio microbiano ácido láctico. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima.
- Peralta, R. (2010). Determinación de parámetros óptimos en la producción de *fast biol* usando las excretas del ganado lechero del establo de la UNALM. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima: Biblioteca Agrícola Nacional.
- Pinos, J., García, J., L., P., Rendón, J., González, C., & Tristán, F. (2012). Impactos y Regulaciones Ambientales del Estiércol Generado por los Sistemas Ganaderos de Algunos Países de América. México.
- Quiñones Ramirez, H. R. (2016). Producción de abono líquido acelerado con heces de alpaca, lactosuero bovino y melaza de caña mediante fermentación homoláctica. Tesis magisterial, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima.
- Ramirez, M. (2005). Actividad Inhibitoria de cepas de bacterias ácido lácticas frente a bacterias patógenas y deterioradoras de alimentos. Hidalgo: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- Restrepo, J. (2007). Biofertilizantes preparados y fermentados a base de excretas de vaca (Primera ed., Vol. 2.). Cali.
- Ricse, Y. (2013). Elaboración de biofertilizante acelerada vía fermentación. Tesis, Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Riesco, A., De la Torre, M., Reyes, C., Meini, G., Huamán, M., & García, M. (1985). Análisis exploratorio de los sistemas de fundos de pequeños productores en la amazonía. Pucallpa - Perú.

- Rivas, B., Segovia, A., Morales, H., Hermosillo, J., & Magaña, J. (2008). Plan de gestión para el desarrollo sostenible de explotaciones lecheras de la cuenca de Delicias (Vol. 2). México: Tecnociencia Chihuahua.
- Robalino, H. (2013). Evaluación de la actividad biológica y nutricional del biol en diferentes formulaciones y la respuesta a su aplicación en cultivos de arroz (*Oriza sativa*) y maíz (*Zea mays*), en Guayas. Guayaquil-Ecuador: Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- Rodríguez, C. (2002). Curso de Introducción a la Producción Animal FAV, UNRC, Argentina.
- Román, C. (2012). Tratamiento biológico de la cuyinaza a través de un proceso de fermentación homoláctica. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima: Biblioteca Agrícola Nacional.
- Sanchez, M. J. 1981. Utilizacion de Diferentes niveles de residuo de cerveceria en raciones de vacas en produccion. Tesis Ing. Zoot. Unas. Tinfo Maria
- Santander, C. (2015). Desarrollo técnico de un hidrolizado líquido de gallinaza como fertilizante foliar. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima: Biblioteca Agrícola Nacional.
- Sanz, P. (1976). Microbiología general (Primera Edición Española ed.). (F. d. Sevilla, Ed.) España: ALHAMBRA S.A.
- Sanzano, S. (2008). El Potasio del suelo. Catedra de Edafologia, 1-3.
- SENAMHI. (02 de 2019). Servicio nacional de metereologia e hidrologia. Obtenido de condiciones climáticas, hidrológicas y ambientales y ambientales en la region de huanuco, ucalyali y provincia de tocach: <http://www.senamhi.gob.pe/load/file/04401SENA-27022014.pdf>
- Serna, L., & Rodriguez, A. (2005). Producción biotecnológica de ácido láctico. México.
- Sheen R., S., & Riesco D., A. (2002). Factores que afectan la producción de leche en vacas de doble propósito en trópico húmedo (Pucallpa). Universidad Nacional Agraria de la Selva, Facultad de Zootecnia, Tingo María.
- Soria, M., Ferrera, C. R., Etchevers, J., Alcantar, G., Trinidad, J., Borges, L., & Pereyra, G. (2001). Producción de biofertilizantes mediante biodigestión de excreta líquida de cerdo. Terra.
- Suaña, M. (2013). Compstaje de Residuos Organicos y de Lenteja de agua(Lemma sp.) con Aplicacion de Microorganismos Eficaces. Puno.
- Suquilanda, M. (2006). Agricultura orgánica alternativa tecnológica del futuro. Quito, Ecuador: Fundación para el desarrollo Agropecuario.

- Susquilanda, M. (1995). El Biol. Fitoestimulanteorganic. Fundeagro-Ecuador.
- Sztem, D., & Pravia, M. (2004). Manual para la elaboración de. Compost, bases conceptuales y procedimientos. Obtenido de <http://www.ops.org.uy/pdf/compost/pdf>.
- Uribe, J. F., Estrada, M., Cordoba, S., Hernandez, L. E., & Bedoya, D. M. (17 de Junio de 2001). Evaluación de los Microorganismos eficaces (E.M) en producción de abono orgánico a partir de estiércol de aves de jaula. Medellín.
- Uribe, L. (2003). Calidad microbiológica e inocuidad de abonos orgánicos. (G. Meléndez, G. Soto, & L. Uribe, Edits.) Costa Rica.
- Valencia, E., & Ramírez, M. (2009). La industria de la leche y la contaminación del agua.
- Vanderholm, D. H. (1979). Handling of manure from different livestock and management system. J. Anim. Sci., 113-120.
- Varnero, M. (2011). Manual de biogás (en línea). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), Ministerio de Energía (MINENERGIA), Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), Global Environment Facility (GEF). Santiago de Chile.
- Villar, M. (2016). Guía de fertilidad de suelos y la nutrición vegetal en producción integrada. Madrid.
- Vivanco, A. (2003). Elaboración de EM bokashi y su evaluación en el cultivar maíz, bajo riego en Zapotillo. Universidad Nacional de Loja, Área Agropecuario y de Recursos Naturales Renovables, Carrera de Ingeniería Agronómica, Loja.
- Xelhuantzi, J., Salazar, G., Dominguez, G., Arias, L., Chávez, A., & Galindo, J. (2012). Manual para la elaboración de abonos orgánicos a partir de técnicas como la composta y lombricomposta. México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias 2012.

ANEXOS

Anexo 1. Prueba de Tukey de las características químicas del abono líquido.

pH día 5

HSD Tukey^a

TRATAMIENTOS	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
T4(300 ml de EM)	3	4,0200			
T3(200 ml de EM)	3		4,2600		
T2(100 ml de EM)	3			4,9033	
T1(0 ml de EM)	3				5,1500
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

pH día 30

HSD Tukey^a

TRATAMIENTOS	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
T4(300 ml de EM)	3	5,5400		
T3(200 ml de EM)	3		6,1367	
T2(100 ml de EM)	3		6,3433	6,3433
T1(0 ml de EM)	3			6,6800
Sig.		1,000	,452	,129

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Calcio día 5

HSD Tukey^a

TRATAMIENTOS	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
T3(200 ml de EM)	3	656,6667
T4(300 ml de EM)	3	878,6667
T1(0 ml de EM)	3	915,6667
T2(100 ml de EM)	3	915,6667
Sig.		,130

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Calcio día 30

HSD Tukey^a

TRATAMIENTOS	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
T1(0 ml de EM)	3	224,3333		
T2(100 ml de EM)	3	267,0000	267,0000	
T3(200 ml de EM)	3		346,0000	
T4(300 ml de EM)	3			455,6667
Sig.		,520	,111	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Magnesio día 5

HSD Tukey^a

TRATAMIENTOS	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	
T2(100 ml de EM)	3		176,0000
T1(0 ml de EM)	3		180,0000
T4(300 ml de EM)	3		183,3333
T3(200 ml de EM)	3		187,0000
Sig.			,197

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Magnesio día 30

HSD Tukey^a

TRATAMIENTOS	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
T1(0 ml de EM)	3	175,0000	
T2(100 ml de EM)	3	181,3333	181,3333
T4(300 ml de EM)	3	188,0000	188,0000
T3(200 ml de EM)	3		191,0000
Sig.		,069	,199

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Nitrógeno día 5

HSD Tukey^a

TRATAMIENTOS	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
T4(300 ml de EM)	3	,9233		
T2(100 ml de EM)	3		,9733	
T3(200 ml de EM)	3		,9833	
T1(0 ml de EM)	3			1,0833
Sig.		1,000	,830	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Nitrógeno día 30

HSD Tukey^a

TRATAMIENTOS	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
T2(100 ml de EM)	3	,2500		
T3(200 ml de EM)	3	,2500		
T4(300 ml de EM)	3		,4600	
T1(0 ml de EM)	3			,6233
Sig.		1,000	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Fosforo día 5

HSD Tukey^a

TRATAMIENTOS	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
T3(200 ml de EM)	3	323,3333	
T4(300 ml de EM)	3	323,3333	
T2(100 ml de EM)	3	340,0000	340,0000
T1(0 ml de EM)	3		373,3333
Sig.		,626	,142

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Fosforo día 30

HSD Tukey^a

TRATAMIENTOS	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
T2(100 ml de EM)	3	1043,0000
T1(0 ml de EM)	3	1048,0000
T3(200 ml de EM)	3	1128,0000
T4(300 ml de EM)	3	1156,0000
Sig.		,462

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Potasio día 5

HSD Tukey^a

TRATAMIENTOS	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
T3(200 ml de EM)	3	1180,0000
T4(300 ml de EM)	3	1180,0000
T1(0 ml de EM)	3	1213,0000
T2(100 ml de EM)	3	1213,0000
Sig.		,754

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Potasio día 30

HSD Tukey^a

TRATAMIENTOS	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
T1(0 ml de EM)	3	552,3333
T2(100 ml de EM)	3	554,6667
T3(200 ml de EM)	3	574,0000
T4(300 ml de EM)	3	577,3333
Sig.		,087

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Anexo 2. Prueba de Tukey de las características microbiológicas del abono líquido.

Coliformes Termotolerantes día 5

HSD Tukey^a

TRATAMIENTOS	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
T3(200 ml de EM)	3	683,3333	
T4(300 ml de EM)	3	773,3333	
T2(100 ml de EM)	3	1053,3333	
T1(0 ml de EM)	3		140000,0000
Sig.		1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Coliformes Termotolerantes día 30

HSD Tukey^a

TRATAMIENTOS	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
T4(300 ml de EM)	3	3,3333	
T3(200 ml de EM)	3	4,3333	
T2(100 ml de EM)	3	4,6667	
T1(0 ml de EM)	3		2400000,0000
Sig.		1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Coliformes Totales día 5

HSD Tukey^a

TRATAMIENTOS	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
T4(300 ml de EM)	3	78,0000	
T3(200 ml de EM)	3	123,3333	
T2(100 ml de EM)	3	220,0000	
T1(0 ml de EM)	3		156666,6667
Sig.		1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Coliformes Totales día 30

HSD Tukey^a

TRATAMIENTOS	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
T4(300 ml de EM)	3	1,4667	
T3(200 ml de EM)	3	1,7667	
T2(100 ml de EM)	3	1,8667	
T1(0 ml de EM)	3		120000,0000
Sig.		1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Anexo 3. Procedimiento para el análisis microbiológico.

A. Preparación de los medios de cultivo

Día 0.

Preparación de Caldo Lauril de Sulfato:

Se recogieron tres muestras para el día 0: el lactosuero, las excretas y la mezcla de ambos. Para ello se utilizaría 35 tubos de ensayo de 16mm, 5 para el lactosuero, 15 para las excretas y otras 15 para la mezcla.

- 35 tubos x 4.5 ml de CLS por cada tubo de ensayo = 157.5 ml del CLS en total requerido.
- Para 160 ml de CLS se usó 5.7 gr de polvo del CLS (por 1 lt de agua purificada se requiere 35.6 gr de polvo del CLS).
- Se distribuyó en tubos de ensayo conteniendo campanas de Durham, para seguidamente esterilizarlos en autoclave a 121°C durante unos 45 minutos.
- Una vez listo dejarlos reposar hasta enfriar.

Preparación de Caldo Lactosa:

Para esto también se utilizó 35 tubos de ensayo de 16mm.

- 35 tubos x 4.5 ml de CL por cada tubo de ensayo = 157.5 ml del CL en total requerido
- Para 820 ml de CL se usó 2.1 gr de polvo del CL (por 1 lt de agua purificada se requiere 13 gr de polvo del CL).
- Se distribuyó en tubos de ensayo de 16mm conteniendo campanas de Durham, para seguidamente esterilizarlos en autoclave a 121°C durante unos 45 minutos.
- Una vez listo dejarlos reposar hasta enfriar.

Preparación de Caldo Lactosa Verde Brillante Bilis:

De igual manera se usaron 35 tubos de ensayo de 12 mm.

- 180 tubos x 4.5 ml de CLVBB por cada tubo de ensayo = 157.5 ml del CL en total requerido
- Para 820 ml de CLVBB se usó 6.5 gr de polvo del CLVBB (por 1 lt de agua purificada se requiere 40 gr de polvo del CLVBB).
- Se distribuyó en tubos de ensayo de 12mm conteniendo campanas de Durham, para seguidamente esterilizarlos en autoclave a 121°C durante unos 45 minutos.
- Una vez listo dejarlos reposar hasta enfriar.

Día 5 y 30.

Preparación de Caldo Lauril de Sulfato de Sodio:

Se recogieron 12 muestras una por cada repetición de los tratamientos tanto al día 5 y al día 30. Por ello se usaron 180 tubos de ensayo de 16mm por cada muestra, 15 por cada muestra.

- 180 tubos x 4.5 ml de CLS por cada tubo de ensayo = 810 ml del CLS en total requerido
- Para 820 ml de CLS se usó 29.2 gr de polvo del CLS (por 1 lt de agua purificada se requiere 35.6 gr de polvo del CLS).
- Se distribuyó en tubos de ensayo de 16mm conteniendo campanas de Durham, para seguidamente esterilizarlos en autoclave a 121°C durante unos 45 minutos.
- Una vez listo dejarlos reposar hasta enfriar.

Preparación de Caldo Lactosa:

Para esto también se utilizó 180 tubos de ensayo de 16mm.

- 180 tubos x 4.5 ml de CL por cada tubo de ensayo = 810 ml del CL en total requerido
- Para 820 ml de CL se usó 10.7 gr de polvo del CL (por 1 lt de agua purificada se requiere 13 gr de polvo del CL).

- Se distribuyó en tubos de ensayo de 16mm conteniendo campanas de Durham, para seguidamente esterilizarlos en autoclave a 121°C durante unos 45 minutos.
- Una vez listo dejarlos reposar hasta enfriar.

Preparación de Caldo Lactosa Verde Brillante Bilis:

De igual manera se usaron 180 tubos de ensayo de 12 mm.

- 180 tubos x 4.5 ml de CLVBB por cada tubo de ensayo = 810 ml del CL en total requerido
- Para 820 ml de CLVBB se usó 32.9 gr de polvo del CLVBB (por 1 lt de agua purificada se requiere 40 gr de polvo del CLVBB).
- Se distribuyó en tubos de ensayo de 12mm conteniendo campanas de Durham, para seguidamente esterilizarlos en autoclave a 121°C durante unos 45 minutos.
- Una vez listo dejarlos reposar hasta enfriar.

B. Aplicación de la muestra

Caldo Lauril de Sulfato de Sodio:

Para el día 0, el lactosuero, se usó 5 ml de este sin diluirlo, por cada tubo de ensayo con 4.5 ml de CLS. Para las excretas, se pesó 10 gr de cada una y se diluyó en 100 ml de agua, a lo cual se usó 0.5 ml de la dilución para cada uno de los primeros 5 tubos de ensayo (1×10^{-1}), se sacó 0.5 ml de cada uno de los 5 primeros tubos, a los siguientes (1×10^{-2}) y así a la final (1×10^{-3}). Se repite la misma metodología de las excretas, para la mezcla. Una vez inoculados todos los tubos, se introduce al horno de incubación por 24 – 48 horas a 35°C.

Para el día 5 y el 30, para las muestras de los tratamientos, se pesó 10 gr de cada una y se diluyó en 100 ml de agua, a lo cual se usó 0.5 ml de la dilución para cada uno de los primeros 5 tubos de ensayo (1×10^{-1}), se sacó 0.5 ml de este a la siguiente (1×10^{-2}) y así a la final (1×10^{-3}). Una vez inoculados todos los tubos, se introduce al horno de incubación por 24 – 48 horas a 35°C.

Una vez inoculados todos los tubos, se introduce al horno de incubación por 24 – 48 horas a 35°C.

Tras culminar el tiempo requerido se pasa a observar los tubos activados, es decir, el color será de amarillo con blanco lechoso, solo estos tubos activados serán usados para determinar los Coliformes.

Determinar el NMP de Coliformes

Con los resultados del paso anterior, los tubos que se encontraron activados pasarán al siguiente, la inoculación de Caldo Lactosa y Caldo Lactosa Verde Brillante Bilis será aplicado de la forma siguiente:

Con ayuda de una Asa bacteriológica y un mechero en un ambiente cerrado, se calienta el fierro hasta lograr un color rojo encendido luego agitar para enfriar y posteriormente emplearlo a la inoculación, se inoculara 2 veces cada tubo desde la muestra hacia el CLVBB y CL y para pasar al siguiente tubo se vuelve a calentar el asa, haciendo este mismo procedimiento con todos los tubos.

Este procedimiento se realizará en los tubos que fueron activados, cuya demostración en la Figura N°4, 5 tubos fueron positivos y 1 negativo, al mostrar el cambio de color desde la concentración 10-1 hasta el 10-5.

Los resultados se determinarán a través de la lectura del NMP (número más probable), cuyos valores se encuentran en el Anexo 4.

Anexo 4. Número más probable para series de diluciones en réplicas de cinco por nivel de dilución (Woomer, 1994)*

Núm. Respuestas Pos. por Nivel de Dilución	Población estimada	Núm. Respuestas Pos. por Nivel de Dilución	Población estimada
1-2-3-4-5-6		1-2-3-4-5-6	
1-0-0-0-0-0	1.9	5-5-4-2-0-0	2159
1-1-0-0-0-0	4.0	5-5-4-3-0-0	2716
2-0-0-0-0-0	4.4	5-5-5-0-0-0	2305
2-1-0-0-0-0	6.8	5-5-5-0-1-0	3126
3-0-0-0-0-0	7.7	5-5-5-1-0-0	3282
3-1-0-0-0-0	10	5-5-5-1-1-0	4532
3-2-0-0-0-0	13	5-5-5-2-0-0	4922
4-0-0-0-0-0	12	5-5-5-2-1-0	6918
4-1-0-0-0-0	16	5-5-5-3-0-0	7797
4-2-0-0-0-0	21	5-5-5-3-1-0	10702
4-3-0-0-0-0	27	5-5-5-3-2-0	13826
5-0-0-0-0-0	23	5-5-5-4-0-0	12753
5-0-1-0-0-0	31	5-5-5-4-1-0	16902
5-1-0-0-0-0	33	5-5-5-4-2-0	21589
5-1-1-0-0-0	45	5-5-5-4-3-0	27150
5-2-0-0-0-0	49	5-5-5-5-0-0	23054
5-2-1-0-0-0	69	5-5-5-5-0-1	31225
5-3-0-0-0-0	78	5-5-5-5-1-0	32720
5-3-1-0-0-0	107	5-5-5-5-1-1	45261
5-3-2-0-0-0	138	5-5-5-5-2-0	49224
5-4-0-0-0-0	127	5-5-5-5-2-1	69148
5-4-1-0-0-0	169	5-5-5-5-3-0	78127
5-4-2-0-0-0	216	5-5-5-5-3-1	107022
5-4-3-0-0-0	270	5-5-5-5-3-2	138269
5-5-0-0-0-0	230	5-5-5-5-4-0	127528
5-5-0-1-0-0	312	5-5-5-5-4-1	169028
5-5-1-0-0-0	327	5-5-5-5-4-2	215899
5-5-1-1-0-0	453	5-5-5-5-4-3	271557
5-5-2-0-0-0	488	5-5-5-5-4-4	334051
5-5-2-1-0-0	692	5-5-5-5-5-0	230546
5-5-3-0-0-0	780	5-5-5-5-5-1	328192
5-5-3-1-0-0	1070	5-5-5-5-5-2	492238
5-5-3-2-0-0	1383	5-5-5-5-5-3	781272
5-5-4-0-0-0	1275	5-5-5-5-5-4	1312535
5-5-4-1-0-0	1690		

* Esta es la densidad poblacional estimada asumiendo 1 ml de inóculo. Este valor debe ser ajustado por el factor de dilución y el volumen de inóculo (por ejemplo, si usted inoculó en cada placa un volumen de 10 µl, entonces el valor de la tabla debe ser corregido multiplicándolo por 100 [10 X 100 = 1,000 µl ó 1 ml]).

Anexo 5. Certificado de análisis de las muestras iniciales, Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas y Abono de la Estación Experimental Agraria Pucallpa–Ucayali.

	PERÚ	Ministerio de Agricultura	Instituto Nacional de Innovación Agraria	Estación Experimental Agraria Pucallpa
---	-------------	----------------------------------	---	---

Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas y Abonos

Solicitante: Leidy Laura Lastra Salas
 Tipo de Muestra: Insumos
 Dirección: U.N.U
 Fecha de Muestreo: 07/11/2018
 Fecha de Emisión de Resultados: 03/12/2018

Tipo de Análisis: Macroelementos
 Colector: El Solicitante
 Procedencia: U.N.U

RESULTADOS DE ANÁLISIS

Nº	Código	pH (H2O)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	P (%)	N (%)
1	Leche de suero	4.98	0.14	0.06	0.00	0.04	0.67
2	Leche + vacasa	5.84	0.20	0.28	0.03	0.10	1.16
3	Vacasa	6.10	0.15	0.32	0.07	0.14	1.51

La vacasa tiene un 30.2 % de MO

K,Ca, Mg : Digestión Via Húmeda
 K,Ca, Mg : Método del EAA
 N : Método Micro Kjeldahl
 pH : Muestra/agua 1:2.5



Dr. Beatriz Saies Dávila

Dra. Beatriz Saies Dávila
 RESPONSABLE
 LABORATORIO DE ANÁLISIS DE
 SUELOS Y TEJIDOS VEGETALES

Carretera Federico Basadre Km 4.00, Casilla N° 203, Pucallpa- Perú
 Teléfono: (511) 061 57-1913 / Telefax: 061 57-5009, <http://www.inia.gob.pe>, e-mail: pucallpa@inia.gob.pe

Anexo 6. Certificado de análisis de la muestra de lactosuero, Laboratorio Natura Analítica S.A.C.



Natura Analítica SAC
RUC: 20600103661

SECCIÓN II:
ANÁLISIS DE AGUAS Y ALIMENTOS

CERTIFICADO DE ANÁLISIS N° 20181108

SOLICITANTE	LEYDI LAURA LASTRA SALAS
RUC/DNI	48110513
*MUESTRA	LACTOSUERO
PROCEDENCIA	UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
CANTIDAD RECIBIDA	1000 ml/botella aprox.
NORMA TECNICA	-----
ANALISTA RESPONSABLE	Blgo. Fredi Carrasco S. Blgo Miguel Fabian F.
FECHA DE INGRESO	08/11/2018
COLECTOR	El Solicitante
ANÁLISIS SOLICITADOS	DBO₅ Y DQO
FECHA INICIO DE ENSAYO	08/11/2018
FECHA TERMINO DE ENSAYO	13/11/2018
FECHA EMISIÓN DE RESULTADOS	15/11/2018

*El laboratorio solo se hace responsable de la muestra a partir de su recepción

ANÁLISIS FISCOQUÍMICO

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO	RESULTADO
DQO	mg/L	SM 5220 D	185 000
DBO ₅	mg/L	SM 5210 B	107 500

METODO: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Ed. 22 2012



1 de 1

av. Sáenz Peña 503 PUCALLPA teléfono: 576060 E-MAIL: naturaanalitica@gmail.com

Anexo 7. Certificado de análisis de los diferentes tratamientos, al día 5, Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas y Abono de la Estación Experimental Agraria Pucallpa-Ucayali.



PERÚ

Ministerio de Agricultura

Instituto Nacional de Innovación Agraria

Estación Experimental Agraria Pucallpa

Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas y Abonos

Solicitante: Leidy Laura Lastra Salas
 Tipo de Muestra: Biol
 Dirección: U.N.U
 Fecha de Muestreo: 12/11/2018
 Fecha de Emisión de Resultados: 03/12/2018

Tipo de Análisis: Macroelementos
 Colector: El Solicitante
 Procedencia: U.N.U

RESULTADOS DE ANÁLISIS

Nº	Código	pH (H2O)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	P (%)	N (%)
1	T1R1	5.24	0.12	0.09	0.02	0.38	1.10
2	T1R2	5.13	0.12	0.08	0.02	0.37	1.09
3	T1R3	5.08	0.12	0.10	0.02	0.37	1.06
4	T2R1	4.75	0.12	0.08	0.02	0.33	0.99
5	T2R2	5.00	0.12	0.09	0.02	0.33	0.97
6	T2R3	4.96	0.12	0.10	0.02	0.36	0.96
7	T3R1	4.16	0.12	0.08	0.02	0.32	0.98
8	T3R2	4.29	0.11	0.07	0.02	0.30	0.98
9	T3R3	4.33	0.12	0.05	0.02	0.35	0.99
10	T4R1	4.00	0.12	0.09	0.02	0.33	0.93
11	T4R2	4.03	0.11	0.08	0.02	0.31	0.91
12	T4T3	4.03	0.12	0.09	0.02	0.33	0.93

K, Ca, Mg : Digestión Via Húmeda
 K, Ca, Mg : Método del EAA
 N : Método Micro Keldahl
 pH : Muestra/agua 1:2.5



ra. Beatriz Sales Dávila
 RESPONSABLE
 LABORATORIO DE ANÁLISIS DE
 SUELOS Y TEJIDOS VEGETALES



Anexo 8. Certificado de análisis de los diferentes tratamientos, al día 30, Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas y Abono de la Estación Experimental Agraria Pucallpa-Ucayali.



PERÚ Ministerio de Agricultura Instituto Nacional de Innovación Agraria Estación Experimental Agraria Pucallpa

Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas y Abonos

Solicitante: Leidy Laura Lastra Salas
 Tipo de Muestra: Biol
 Dirección: U.N.U
 Fecha de Muestreo: 07/12/2018
 Fecha de Emisión de Resultados: 17/12/2018

Tipo de Análisis: Macroelementos
 Colector: El Solicitante
 Procedencia: U.N.U

RESULTADOS DE ANÁLISIS

Nº	Código	pH (H2O)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	P (%)	N (%)
1	T1R1	6.72	0.06	0.02	0.02	1.18	0.60
2	T1R2	6.61	0.05	0.02	0.02	1.08	0.67
3	T1R3	6.71	0.06	0.02	0.02	1.03	0.60
4	T2R1	6.46	0.06	0.02	0.02	1.11	0.25
5	T2R2	6.21	0.05	0.03	0.02	1.10	0.32
6	T2R3	6.36	0.06	0.03	0.02	1.07	0.18
7	T3R1	6.33	0.06	0.03	0.02	1.06	0.25
8	T3R2	6.25	0.06	0.03	0.02	1.17	0.25
9	T3R3	5.83	0.06	0.04	0.02	1.31	0.25
10	T4R1	5.66	0.06	0.04	0.02	1.11	0.46
11	T4R2	5.42	0.06	0.05	0.02	1.34	0.53
12	T4T3	5.54	0.06	0.05	0.02	1.18	0.39

K,Ca, Mg : Digestión Via Húmeda
 K,Ca, Mg : Método del EAA
 N : Método Micro Keldahl
 pH : Muestra/agua 1:2.5

 
 Dra. Beatriz Sales Dávila
 RESPONSABLE
 LABORATORIO DE ANÁLISIS DE
 SUELOS Y TIENDOS VEGETALES

Anexo 9. Panel Fotográfico



Figura 13. Activación de los microorganismos eficientes: (1) colocación de la melaza, (2) añadiendo agua, (3) mezcla con el EM, (4) muestra de microorganismos eficientes activados.



Figura 14. Medición del pH de los microorganismos eficientes activados.



Figura 15. Recojo y pesado de las excretas de ganado vacuno.



Figura 16. Recojo de muestras de lactosuero.



Figura 17. Mezcla de las excretas con el lactosuero de ganado vacuno.



Figura 18. Colocación de un litro de la mezcla de excretas más lactosuero en cada recipiente.



Figura 19. Separación de los tratamientos.



Figura 20. Muestras de lactosuero para el análisis de DBO5 y DQO.



Figura 21. Los cuatro tratamientos con sus respectivas repeticiones.



Figura 22. Análisis de temperatura de los tratamientos.



Figura 23. Análisis microbiológico de los diferentes tratamientos.



Figura 24. Tratamiento 1 y tratamiento 4 al día 5.



Figura 25. Tratamiento 1 al día 30.



Figura 26. Separación de la parte solida de la líquida del abono.



Figura 27. Muestra del abono liquido obtenido.