



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS**

**“EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE BIOL A
PARTIR DE RUMEN BOVINO DEL CAMAL
FRIGORÍFICO MUNICIPAL DE RIOBAMBA”**

Trabajo de titulación

Tipo: Proyecto técnico

Presentado para optar por el grado académico de:

INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL

AUTOR: DIEGO MAURICIO SALAZAR ZAMBRANO

DIRECTOR: Dr. EDGAR IVÁN RAMOS SEVILLA

Riobamba- Ecuador

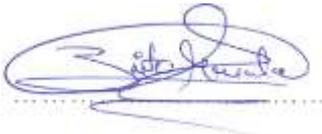
2019

©, **Diego Mauricio Salazar Zambrano**

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

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS

El Tribunal de Trabajo de Titulación certifica que: el proyecto técnico: **“EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE BIOL A PARTIR DE RUMEN BOVINO DEL CAMAL FRIGORÍFICO MUNICIPAL DE RIOBAMBA”** es de responsabilidad del señor egresado Diego Mauricio Salazar Zambrano, ha sido prolijamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, quedando autorizada su presentación.

NOMBRE	FIRMA	FECHA
Dr. Edgar Iván Ramos Sevilla DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN		2019-06-18
MSc. Marcela Yolanda Brito Mancero MIEMBRO DEL TRIBUNAL		2019-06-18

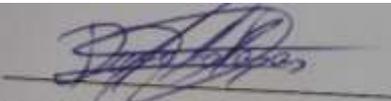
Yo, Diego Mauricio Salazar Zambrano, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente, están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de Titulación.



Diego Mauricio Salazar Zambrano
CI .2.6.04.31.862 6

Yo, Diego Mauricio Salazar Zambrano, soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en este trabajo de titulación y el patrimonio intelectual del trabajo de titulación, pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.



Diego Mauricio Salazar Zambrano

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación se lo dedico primero a Dios, quien me ha sustentado siendo mi guía y fortaleza necesaria.

A mis padres que con su apoyo incondicional y su sacrificio diario me alentaron e inspiraron a culminar mis estudios.

Diego

AGRADECIMIENTO

Mis más profundos agradecimientos a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, a la Facultad de Ciencias especialmente a la Escuela de Ciencias Químicas; por brindarme los conocimientos necesarios, formando un profesional con bases sólidas para emprender en el mundo profesional.

A todos mis docentes les extiendo mis agradecimientos, pero en especial a mi guía y mentor frente a este proyecto el Dr. Edgar Ramos; quienes con su tiempo y apoyo impulsaron el desarrollo del presente trabajo de titulación.

A mi familia y amigos gracias.

Diego

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	15
ABSTRACT.....	16
INTRODUCCIÓN	17
CAPITULO I.....	4
1. MARCO TEÓRICO.....	4
1.1. Antecedentes	4
1.2. Contaminación Ambiental.....	5
<i>1.2.1. Residuos sólidos orgánicos municipales</i>	<i>21</i>
<i>1.2.1.1. Disposición final de los residuos.....</i>	<i>6</i>
1.3 Matadero o camal frigorífico.....	7
<i>1.3.1. Rumen bovino.....</i>	<i>7</i>
1.4. Tratamiento de residuos	8
1.5. Abonos orgánicos	25
1.6. Digestión anaerobia.....	27
<i>1.6.1. Etapas de la fermentación metanogénica</i>	<i>28</i>
<i>1.6.1.1. Hidrólisis.....</i>	<i>28</i>
<i>1.6.1.2. Acidogénica.....</i>	<i>28</i>
<i>1.6.1.3. Acetogénica.....</i>	<i>29</i>
<i>1.6.1.4. Metanogénica.....</i>	<i>29</i>
<i>1.6.2. Bacterias que interviene en la digestión anaerobia</i>	<i>30</i>
1.7. Biodigestores.....	30
<i>1.7.1. Clasificación de biodigestores</i>	<i>31</i>
<i>1.7.1.1. Discontinuo</i>	<i>31</i>
<i>1.7.1.2. Semicontinuo</i>	<i>31</i>
<i>1.7.1.3. Continuo.....</i>	<i>32</i>
<i>1.7.2. Factores que influye en la producción</i>	<i>32</i>
<i>1.7.2.1. Factores Químicos</i>	<i>16</i>

1.7.2.2. Factores Físicos	17
1.7.2.3. Factores microbiológicos	18
1.8. Productos del proceso fermentativo	34
1.8.1. Biol.....	34
1.8.1.1. Calidad nutricional	20
CAPITULO II	35
2. MARCO METODOLÓGICO	38
2.1. Metodología del proyecto.....	38
2.1.1. Reconocimiento de la zona	39
2.2. Métodos y técnicas.....	24
2.2.1. Métodos.....	24
2.2.2. Técnicas	40
2.3. Determinación de la muestra.....	41
2.3.1. Muestreo	25
2.3.1.1. Procedimiento toma de muestra en el Camal Frigorífico de Riobamba	25
2.3.1.2. Procedimiento toma de muestra en el mercado La Condamine.....	42
2.3.1.3. Procedimiento toma de muestra Parque Agroambiental “Ricpamba	26
2.3.2. Factores de estudio	26
2.3.2.1. Determinación de los tratamientos.....	44
2.3.2.2. Determinación de la biodegradabilidad.....	44
2.3.2.3. Relación C/N de la mezcla	30
2.3.2.4. Volumen liquido	31
2.3.2.5. Estimacion del volumen del biogás producido	47
2.3.2.6. Tiempo de retención	48
2.3.2.7. Ph.....	49
2.3.2.8. Temperatura.....	49
2.3.2.9. Rendimiento	35
2.3.3. Análisis físico-químico y biológico de laboratorio	515
2.4. Datos requeridos para el dimensionamiento.	52

2.4.1. Producción mensual de residuos orgánicos	36
2.4.1.1. <i>Cuantificación del rumen bovino</i>	52
2.4.2. Selección del biodigestor	38
2.5. Construcción	39
2.5.1. <i>Invernadero</i>	39
2.5.2. <i>Biodigestores caseros</i>	55
2.6. Procedimiento para la obtención del biol	56
2.7. Dimensionamiento de la propuesta	56
2.7.1. <i>Carga diaria</i>	41
2.7.2. <i>Calculo de la longitud del biodigestor proyectado</i>	41
2.7.3. <i>Dimensiones de la zanja</i>	42
2.7.4. <i>Caja de entrada</i>	44
2.7.5. <i>Camara de digestión</i>	46
2.7.6. <i>Tubería que conduce la materia prima</i>	46
2.7.7. <i>Tubería que conduce el biogas</i>	46
CAPITULO III	47
3. RESULTADOS, DISCUSIÓN Y ANÁLISIS	62
3.1. Obtención del Biol	47
3.1.1. <i>Determinación del rendimiento</i>	47
3.2. Caracterización de la materia pre alimentación	48
3.2.1. <i>Materia Orgánica</i>	48
3.2.2. <i>Humedad</i>	48
3.3. Caracterización del biol	49
3.3.1. <i>pH</i>	50
3.3.2. <i>Temperatura</i>	51
3.3.3. <i>Análisis comparativo físico-químico y microbiológico</i>	52
3.3.3.1. <i>Analisi T1</i>	52

3.3.3.2. <i>Analisis T2</i>	54
3.3.3.3. <i>Analisis T3</i>	56
3.3.3.4. <i>Analisis T4</i>	58
3.4. Resultado para el diseño	74
3.4.1. Análisis de Costos	61
CONCLUSIONES	64
RECOMENDACIONES	65
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1: Métodos de tratamientos de los residuos sólidos.....	24
Tabla 2-1: Clasificación de los abonos orgánicos.....	25
Tabla 3-1: Residuos con restricciones para la producción de abonos orgánicos.	26
Tabla 4-1: Composición química del biogás	34
Tabla 5-1: Composición del Biol en ganado porcino y bovino.....	35
Tabla 1-2: Análisis Físico-Químico para obtención de biol	38
Tabla 2-2: Análisis Microbiológico para obtención de biol.....	39
Tabla 3-2: Localización del proyecto	39
Tabla 4-2: Datos de recolección de materia orgánica	41
Tabla 5-2: Factores para las formulaciones de obtención de biol	43
Tabla 6-2: Determinación de los componentes para la mezcla en kg	43
Tabla 7-2: Índice de biodegradabilidad	49
Tabla 8-2: Registro de PH.....	50
Tabla 9-2: Datos de temperatura	41
Tabla 10-2: Peso del contenido ruminal sin panza	49
Tabla 11-2: Cantidad de animales faenados	49
Tabla 12-2: Matriz de selección del modelo de biodigestor	53
Tabla 13-2: Materiales construcción biodigestor.....	55
Tabla 14-2: Dimensiones de la zanja.....	44
Tabla 1-3: Cantidad de biol.....	47
Tabla 2-3: Resultados de la caracterización	50
Tabla 3-3: Valores de temperatura	51
Tabla 4-3: Medidas para el diseño de un biodigestor	66
Tabla 5-3: Costo de un litro de biol.....	61
Tabla 6-3: Costo del diseño de un biodigestor	74
Tabla 7-3: Costo de materiales para la construcción de un biodigestor	62

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-3: Medición Materia orgánica	64
Gráfico 2-3: Medición Humedad.....	64
Gráfico 3-3: Pre y post tratamiento T1 Análisi Químico	67
Gráfico 4-3: Pre y Post tratamiento T1.....	68
Gráfico 5-3: Pre y Post tratamiento T1 Microbiológico	68
Gráfico 6-3: Pre y post tratamiento T2 Químico	69
Gráfico 7-3: Pre y Post tratamiento T2	54
Gráfico 8-3: Pre y Post tratamiento T2 Microbiológico	70
Gráfico 9-3: Pre y post tratamiento T3 Químico	71
Gráfico 10-3: Pre y Post tratamiento T3	71
Gráfico 11-3: Pre y Post tratamiento T3 Microbiológico	72
Gráfico 12-3: Pre y post tratamiento T4 Químico	72
Gráfico 13-3: Pre y Post tratamiento T4	73
Gráfico 14-3: Pre y Post tratamiento T4 Microbiológico	74

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1: Clasificación de residuos	22
Figura 2-1: Digestión Anaerobia	27
Figura 3-1: Principales Reacciones de la Etapa Acidogénica	28
Figura 4-1: Principales Reacciones de la Etapa Acetogénica	29
Figura 5-1: Principales Reacciones de la Etapa metanogénica	29
Figura 6-1: Esquema biodigestor discontinuo	31
Figura 7-1: Esquema biodigestor continuo	32
Figura 1-2: Diagrama de flujo para la elaboración de biol y biogas	56
Figura 2-2: Dimensiones de una zanja	56

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1-1: Biodigestor.....	20
Imagen 1-2: Camal Municipal del cantón Riobamba	40
Imagen 2-2: Dimensiones de una zanja.....	60
Imagen 3-2: Caja de entrada del biodigestor	60
Imagen 4-2: Cámara de digestión.....	6045

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1-2: Índices de biodegradabilidad.....	45
Ecuación 2-2: Relación C/N de la mezcla	46
Ecuación 3-2: Volumen líquido	47
Ecuación 4-2: Cálculo volumen biogás producido	47
Ecuación 5-2: Tiempo de retención en días.....	48
Ecuación 6-2: Determinación de la eficiencia de los biodigestores	50
Ecuación 7-2: Carga diaria.....	56
Ecuación 8-2: Cálculo longitud del biodigestor	57

RESUMEN

El proyecto está enfocado a la producción de biol a partir del rumen de ganado bovino a una escala de laboratorio, donde se practica 4 formulaciones identificando que el contenido de nutrientes no se diferencia. La materia fue sometida a una degradación anaerobia durante 42 días y una temperatura promedio de 18 °C, el T2 es seleccionado por su mayor eficiencia de acuerdo a su tiempo de retención, siendo esta menor por 7 días al tratamiento que lo sigue en el periodo analizado, esta mezcla contiene 50% agua, 20% Rumen tamizado, 20% poda, 4.8% suero, 3.3% melaza, 1.9% ceniza. Esta mezcla presento valores de N de 0.16%, P 0.0184%, K 0.298%, Dbo 4100mg/L, Dqo 7700 mg/L, Conductividad 2.76 mSiems/cm, Ph 6.

El biodigestor obtuvo una eficiencia aproximada del 70%, siendo la producción neta de 67,6 litros de biol líquido. Para determinar el volumen del biodigestor propuesto utilizamos la cantidad de 550 reses faenadas semanalmente, a partir del porcentaje de humedad obtenemos la cantidad de 33000 litros de agua y rumen liquido requiriendo un volumen de 44 m³ para el digestor, es así que se decide el uso de biodigestores tubulares pues en base al ancho del plástico de polietileno tubular cotizado, el que presenta 6 m de perímetro y 1,92 m de diámetro. Se determinó que el costo de un litro de biol a partir de la mezcla de rumen y la demás materia prima es de 0.30\$.

Palabras clave: <BIOTECNOLOGÍA>, <BIODIGESTOR>, <BIOGÁS>, <DESECHOS ORGÁNICOS> <GANADO BOVINO>, <RUMEN>, <FERMENTACIÓN ANAERÓBICA>



ABSTRACT

The technical project allows evaluating the biol from the rumen of cattle at laboratory scale, to determine the treatment with greater yield and benefits. This raw material was submitted to a process of anaerobic decomposition for a period close to 42 days. Four formulations were practiced where it was identified that the nutrient content between them does not differ. Taking T2 as the formulation with greater efficiency when finishing in a shorter time its production of biogas, treatment made with the mixture of 50% water, 20% sieved Rumen, 20% pruning, 4.8% serum, 3.3% molasses, 1.9% ash, being smaller by nine 7 days to the treatment that follows it in the period analyzed. The bio digester obtained an efficiency of 96% during the fermentation process, being the net production of 57 liters of liquid biol value that is close to 60% of the weight at the end of the digestion processes. To determine the liquid volume of the experimental bio digester, it is used; the retention time of 42 days calculated based on the revised bibliography, and the total amount of charge is divided for the retention time obtaining a liquid volume of 0.1 m³. . With the data obtained from the daily load, it is estimated the amount 33000 liters of water and liquid rumen requiring a volume of 44m³ for the digester, it is so decided by the use of tubular bio digesters because based on the width of the tubular polyethylene plastic selected the same that has 6m of perimeter and 1, 92m of same diameter that was available in the market. It was determined that the cost of one liter of biol from the rumen mixture and the other raw material is 0.40 \$. For this, the use of tubular bio digesters is decided.

Keywords: <BIOTECHNOLOGY>, <BIO DIGESTER>, <BIOGAS>, <ORGANIC WASTE> <BOVINE CATTLE>, <RUMEN>, <ANAEROBIC FERMENTATION>



INTRODUCCIÓN

Los mataderos o camales frigoríficos son industrias generadoras de residuos de origen animal que ocasionan un gran impacto en el ambiente, entre 15-30% del peso de un bovino es el contenido ruminal, el cual se convierte en una fuente de contaminación al ser liberada en cuerpos receptores, La recuperación y aprovechamiento de los residuos que se obtiene en este tipo de industrias requiere de métodos de tratamiento apropiados, donde se pueda obtener la mayor cantidad de beneficios para su implementación, estos poseen características apropiadas para la elaboración de abonos orgánicos utilizados en la fertilización de suelos ya que contienen microorganismos degradadores de materia como los presentes en el rumen, esta papilla cuenta con un apropiado nivel nutricional de acuerdo la relación de las cantidades de N, P, K, también está compuesta por un alto contenido de materia orgánica y humedad, datos obtenidos por (Cayetano, 2010, pág. 15).

En la actualidad la producción y utilización de abonos orgánicos tiene mayor importancia ya que permite aprovechar residuos que se generan en grandes cantidades obteniendo un ahorro económico, los mismos que sirven de insumos para la producción de abonos líquidos como biol. Según estadísticas de la IFOAM – Organics Internacional, organización mundial en el movimiento de agricultura orgánica y el Instituto de Investigación para la Agricultura Orgánica (FiBL), indica que en la actualidad existen 172 países donde se práctica la producción orgánica (de los 198 países que existen en el mundo) (Agrocalidad, 2018).

Bioabonos como el biol de acuerdo a lo expuesto por Restrepo indica que “es un abono líquido foliar, preparado en base a heces de animales especialmente de vaca, cerdo y oveja la cual se encuentra en un estado muy fresco, mediante una digestión anaerobia que tarda varios días dependiendo de la temperatura, esta mezcla es almacenada en tanques plásticos (biodigestores)” (Restrepo, 2002, pág. 104). El biol tiene diferentes aplicaciones dentro de la agricultura, pero su principal función es la de proveer elementos nutricionales, en el sustrato donde se desarrolle la vegetación. Es utilizado en forma mayoritaria con fines de producción agroindustrial.

El biol no es el único producto al dar un tratamiento anaerobio, el biosol también es utilizado como fertilizante e incluso se aprovecha el biogás. Al aplicar biol como abono asegura el equilibrio de la calidad del suelo en el cual se aplica mejor y se llega a estabilizar brindando condiciones óptimas para el desarrollo vegetativo. (Agro. Borrero, 2008, pág. 1)

JUSTIFICACIÓN

El mundo se encuentra en una situación de notable de crecimiento poblacional con lo que la demanda de alimentos aumenta a la par de la generación de residuos y la ciudad de Riobamba no se aleja de esta realidad. El presente trabajo busca una opción que permita disponer del contenido ruminal, generado durante el proceso de faenamiento en el camal frigorífico de la ciudad, este residuo se encuentra en una mezcla entre agua y rumen, dicho efluente termina en la liberación dentro del sistema de alcantarillado, sin brindar ningún tipo de tratamiento. Por lo que se evalúa una producción de biol donde la cantidad de sus residuos reduciría y obtendríamos un producto orgánico que traerá consigo muchos beneficios, ya que puede ser aplicado en áreas verdes como parques, jardines de la ciudad e instituciones o incluso puede ser comercializado a un costo bastante módico para productores de la zona. El productor agrícola pretende con la adición de fertilizantes asegurar sus cultivos de plagas o enfermedades y acelerar su tiempo cosecha. La población generalmente desconoce los procedimientos para reaprovechar y transformar los residuos en recursos útiles.

OBJETIVOS

Objetivo General

Obtener el biol a partir de rumen del ganado bovino y otros desechos orgánicos, a escala de laboratorio.

Objetivo Específico

- Caracterizar el Contenido Ruminal del ganado bovino presente en el camal frigorífico de Riobamba.
- Caracterizar el biol de cuatro formulaciones durante pre y post tratamiento.
- Realizar un análisis del tratamiento seleccionado que permita obtener una propuesta económica.

CAPITULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

El Camal Municipal del Cantón Riobamba se encuentra en una superficie de 29.515,92 m², está ubicado en la avenida Leopoldo Freire y Circunvalación en la zona sur de la ciudad. Inicia sus operaciones en marzo de 1978 con el funcionamiento de la línea de bovinos para en lo posterior otras líneas. En la actualidad mediante Resolución Administrativa No. 2014-026-SEC emitida el 23 de julio de 2014, se establece al camal municipal como un subproceso de la dirección de Servicios Municipales que presta el servicio de faenamiento a la comunidad (Barragán, 2017).

En el proceso de faenamiento existe una afectación directa a los ecosistemas, por ello la ubicación de las áreas de sacrificio es de suma importancia, aquí se generan desperdicios en grandes cantidades, estos demuestran que pueden ser tratados mediante métodos de fermentación anaerobia y permite obtener un abono líquido donde se presenta una concentración apropiada de macronutrientes. (Taipicaña, 2015, pág. 15).

Uno de los residuos que mayormente se genera en los mataderos son sus aguas negras, las que contienen restos orgánicos como sangre, pelo, estiércol y rumen, donde al tener contacto con fuentes hídricas eleva la demanda biológica de oxígeno y altera sus condiciones normales. Existen subproductos dentro de las industrias cárnicas que poseen características favorables para ser utilizados como materia prima en la elaboración de abonos orgánicos como el biol, el cual permite utilizar al rumen no dirigido por los bovinos como su alimento principal en un proceso de tratamiento anaerobio, este contiene gran cantidad de microorganismos que dragada la materia orgánica.

1.2. Contaminación ambiental

La contaminación ambiental se establece como el desequilibrio en cuanto a las cadenas tróficas que conforman elementos tanto de materia como energía presentes en un medio físico, (Jimenez Cisneros, 2001). En relación a esto se podría determinar a la contaminación ambiental como un cambio en los sistemas dentro de un medio, dicho cambio es atribuido algún tipo de agente sea físico, químico o biológico y en ocasiones podría considerarse la presencia de más de un tipo de agente, por lo tanto, el grado de contaminación de un ambiente dependerá de la concentración, tiempo y cantidad de cada tipo de contaminante dentro de un medio afectado (Cumbre pueblos, 2017).

Se identifica que al introducir aguas residuales de camales o industrias cárnicas este agente externo afecta al sistema natural, dicho equilibrio se rompe teniendo un resultado conocido como impacto ambiental, además el incremento de la materia orgánica presente impide su ciclo de regeneración hídrica. El camal de la ciudad faena un promedio de 550 cabezas de ganado semanal, las cuales contaminan el agua que es utilizada para el desposte, esta agua se convierte en un residuo que llega a cuerpos receptores como ríos.

1.2.1. Residuos sólidos orgánicos municipales

Son aquellos residuos de origen o restos de productos orgánicos, en su mayoría se descomponen naturalmente, es decir, son biodegradables ya que se pueden desintegrar muy rápido. Si se habla de porcentajes los residuos sólidos orgánicos abarca el 61,4% de la totalidad de residuos generados en el Ecuador dato obtenido según, (MAE, 2010).

Como se puede ver a continuación en la figura 1-1 se presenta una clasificación de los residuos sólidos orgánicos municipales según su fuente de generación:

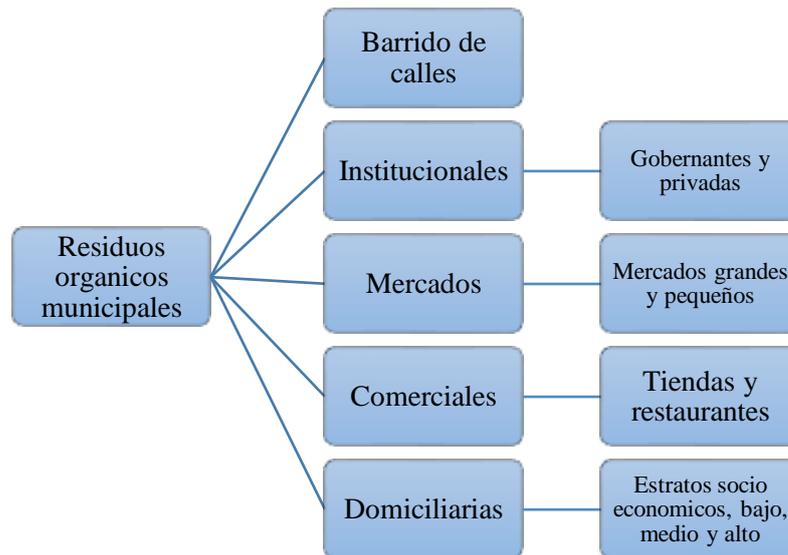


Figura 1-1: Clasificación de residuos
Fuente: (Flores, 2001)

1.2.1.1. Disposición final de los residuos

La disposición final de los residuos líquidos en los mataderos se da por sistemas de evacuación donde mediante tuberías o canales se trasporta hasta áreas de tratamiento, o simplemente es almacenada en cajas de revisión antes de ser evacuadas al sistema de alcantarillado. Los residuos sólidos llegan a los rellenos municipales, cada ciudad es propietario de uno o más de estos, los mismos que son ubicados en terrenos propios o alquilados por parte del Estado, estos generalmente se encuentran ubicados a las afueras de la ciudad y cercanos a quebradas o ríos, donde existe la posibilidad de que los lixiviados producto de la descomposición y lluvias lleguen a un cuerpo receptor, que resultara en otro problema ambiental, al contaminar el efluente con este líquido con alta carga de DBO y DQO en muchas ocasiones por 100 veces más de lo permitido según las normativas, por otro lado, existe una contaminación a la atmosfera al emanar gases que son producidos por la combustión en calderas utilizadas para la circulación de agua y al generar la quema de los residuos. (Nippon Koei, 2017).

1.3 Matadero o camal frigorífico

La actividad de los mataderos al ser centros o establecimientos de sacrificio y preparación de carnes de diferentes animales ya sea municipal o privado es muy esencial en la alimentación humana, pero de la misma manera son generadores de residuos que debería implementar sistemas de tratamiento, ya que aproximadamente entre 30% y 50% del peso del animal no suele ser apto para el consumo humano. La generación de residuos inicia en los corrales donde el principal componente en un matadero está constituido por el estiércol que posteriormente al desintegrarse tiende a ser un foco de contaminación para el ser humano dando un crecimiento de bacterias, virus y hongos. Esto se produce antes del desposte de los animales, después de la sangría, el animal suele ser descuerado, generando los siguientes residuos como restos del pelado, pezuñas, huesos y cachos. Posterior al desposte se produce residuos sólidos como las vísceras (Estómagos, corazón, pulmones, hígado e intestinos), en esta etapa es donde se genera la mayor cantidad de residuos, comúnmente estos producen fuertes olores en su putrefacción por lo que son enterrados. (Castro & Vinuesa, 2012, p. 21)

Residuos como la sangre del camal pueden ser empleados como concentrados en productos para alimento de animales, otros como el estiércol o el rumen pueden ser utilizados para lombricultura y compostaje. Pero cabe recalcar que la mayoría de los mataderos no cuentan con una infraestructura adecuada para la realización de algún tipo de tratamiento de sus residuos, esto debido a la falta de información o de iniciativa y gerenciamiento en estos establecimientos. Con una tecnología adecuada se puede aprovechar estos residuos.

1.3.1. Rumen bovino

El rumen de los bovinos es un problema de contaminación muy importante ya que este, posee una alta carga orgánica, es así que aumenta la demanda química de oxígeno (DQO) en fuentes hídricas, estudios han comprobado que este material cuenta con 54350 mg/l de una concentración de DQO, además los sólidos volátiles presentes pueden ascender hasta el 14% en el peso del material ruminal bovino. Los estudios recientes han dado la utilidad al rumen como inóculo en los biodigestores con sustratos específicos como la vinaza o la cascara de oliva. El rumen consta de una composición microbiana importante para la producción de biogás. Sus características abarcan una consistencia de papilla color verde oscuro y un olor muy intenso, además es una fuente ideal de microorganismos utilizados en el proceso de degradación anaerobia (Sarabia, Laines, & Sosa, 2017)

1.4. Tratamiento de residuos

Los tratamientos de residuos logran generar una solución para las industrias, estos vienen a formar parte de un sistema integral para el manejo de residuos, lo que ocasiona un aprovechamiento de los materiales y con ello se llega a optimizar los espacios dispuestos en rellenos sanitarios (Esquer Verdugo, 2009).

A continuación, en la tabla 1-1, se presenta métodos de tratamiento de los residuos sólidos:

Tabla 1-1: Métodos de tratamientos de los residuos sólidos

De acuerdo al tipo de proceso involucrado	Conforme a los propósitos del tratamiento
<p>Procesos Físicos:</p> <p>Separación (mecánica o manual)</p> <p>Trituración</p> <p>Separación magnética</p> <p>Compactación</p> <p>Procesos Químicos:</p> <p>Polimerización</p> <p>Hidrolisis</p> <p>Vitrificación</p> <p>Polimerización</p> <p>Procesos Biológicos:</p> <p>Compostaje</p> <p>Digestión Anaerobia</p> <p>Procesos de destrucción térmica:</p> <p>Microondas</p> <p>Pirolisis</p> <p>Incineración</p> <p>Esterilización</p>	<p>Recuperación de materiales o productos para reuso o reciclaje:</p> <p>Separación (mecánica o manual)</p> <p>Composteo</p> <p>Vitrificación</p> <p>Pirolisis</p> <p>Recuperación de energía:</p> <p>Incineración</p> <p>Pirolisis</p> <p>Digestión anaerobia</p> <p>Destrucción de agentes infecto-contagiosos:</p> <p>Esterilización</p> <p>Microondas</p> <p>Incineración</p>

Fuente: (Esquer Verdugo, 2009)

Realizado por: Salazar, D. (2019)

1.5. Abonos orgánicos

Los abonos orgánicos no requieren grandes inversiones y la materia prima utilizada en estos debe ser subproducto de algún proceso donde se genere en cantidades aprovechables, estos han reemplazado a los fertilizantes químicos tradicionales, presentando una oportunidad económica para que muchas personas incursionen en este proceso de obtención de abonos. Se consideran un elemento fundamental para la regulación de los suelos.

En la tabla 2-1 se presenta algunos tipos de abonos a partir de materia orgánica.

Tabla 2-1: Clasificación de los abonos orgánicos

Fuente de nutrientes	Grado de procesamiento	Sólido	Líquidos
Materia orgánica	Sin procesar	Residuos vegetales Residuos de cosecha Residuos de poda Residuos de postcosecha Residuos animales Estiércoles frescos Residuos de mataderos y otros. Coberturas Abonos verdes	Efluentes: Pulpa de café Desechos de origen animal- otros residuos líquidos
	Procesados	Compost Lombricompuesto Bocashi	Biofermentos (biol) Té de compost Ácidos húmicos Té de estiércol Extractos de algas

Fuente: (Ramos Agüero & Terry, 2014)

Realizado por: Salazar, D. (2019)

Un ejemplo muy claro en la producción de abonos a partir de material orgánico es el uso del estiércol de animales agrícolas e incluso domésticos, mediante la lombricultura, el compostaje con aire y sin él, todo esto desde tecnología muy básica hasta la aplicación de procesos biomecánicos sofisticados. (Ramos Agüero & Terry, 2014)

Existen residuos orgánicos que deben tener un manejo especial para su aprovechamiento, los cuales deben cumplir con especificaciones muy estrictas debido que son propensos a producir riesgos si no son tratados de la manera adecuada, son de uso restringido para la producción de abonos orgánicos.

En la tabla 3-1, se detalla que residuos tienen restricciones.

Tabla 3-1: Residuos con restricciones para la producción de abonos orgánicos.

Su transformación en abonos se debe realizar mediante tecnologías adecuadas y su manejo lo debe realizar personas expertas.	
Residuos cocinados (Lavazas)	Estos pueden contener un exceso de sal, que pueden ser generadores de enfermedades en animales, así como toxicidad en las plantas.
Residuos de mataderos (Huesos, sangre, carne)	Su procesamiento debe realizarse bajo estrictos controles, debido a que estos residuos son propensos a procesos de putrefacción y proliferación de animales que pueden transmitir enfermedades como roedores, moscas, entre otras.
Estiércoles y orines de humanos, y animales	Al igual necesitan un control muy estricto en su procesamiento, al presentar gran cantidad de microorganismos patógenos que deben ser eliminados a altas temperaturas.
Residuos de plantas de tratamiento de aguas	Estos residuos solo podrán ser utilizados si cumplen con las normativas exigidas por el ministerio del ambiente
Pelos y grasas	Generan malos olores, taren microorganismos contaminantes y su proceso de descomposición es prolongado.
Animales muertos de cría de animales domésticos	Estos deben ser incinerados en condiciones especiales

Fuente: (Sandoval, 2014)

Realizado por: Salazar, D. (2019)

1.6. Digestión anaerobia

Se conoce como un proceso biológico realizado por medio de una fermentación microbiana que se da en ausencia de oxígeno por el que se produce una mezcla de gases (principalmente metano y dióxido de carbono), también genera suspensiones acuosas como el biosol que ayudan a la degradación de materia orgánica al ser utilizado como sustrato.

La materia prima que se utiliza en la digestión anaerobia debe tener un alto contenido de humedad y puede incluir restos de hiervas, restos de comida, residuos provenientes de la ganadería, sin embargo, los sustratos utilizados deben ser previamente tratados. El producto gaseoso obtenido consta básicamente de una mezcla de metano de 50 a 70% y de dióxido de carbono de 30 a 50%, con la presencia de cantidades de diferentes gases como hidrogeno, sulfuro de hidrogeno, oxígeno y nitrógeno, esta composición puede variar de acuerdo a la materia prima utilizada para la carga del biodigestor y del proceso, generalmente se llega a obtener un contenido de metano en un 70% con un cantidad de solidos degradables de 350 l/kg (López, 2011).

A continuación, en la figura 2-1, se describe el proceso de digestión anaerobia a partir de la materia orgánica.

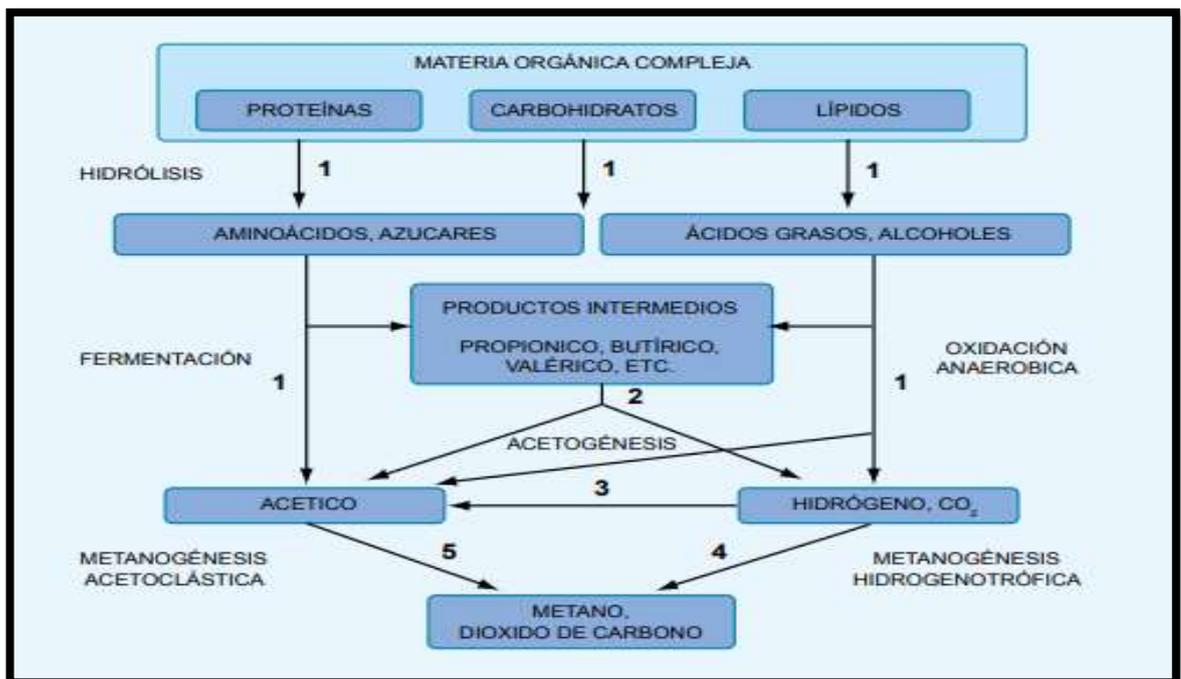


Figura 2-1: Digestión Anaerobia

Fuente: (Pavlostathis & Giraldo Gómez, 1991)

1.6.1. Etapas de la fermentación metanogénica

El proceso de la digestión anaerobia es complejo por las numerosas reacciones bioquímicas y microbiológicas que se dan, y de igual forma por la cantidad y variedad de microorganismos que se involucran en la misma, muchas de las cuales tienen reacciones simultáneas. Los estudios e investigaciones realizadas al proceso en la descomposición anaerobia de la materia, se ha definido en cuatro etapas:

1.6.1.1. Hidrólisis

Etapa donde se puede llegar a definir la velocidad global del proceso es por eso que se considera una como limitante en cuanto se trata de sustratos con altos contenidos de sólidos. Los factores que intervienen en las diferentes etapas son diversos, pero en la hidrólisis puede afectar de manera importante la temperatura en la que se da el proceso, el tiempo de retención hidráulica y la composición bioquímica de la carga (% de lignina, cantidad de carbohidratos presencia de proteínas y grasa), además de depender del pH, tamaño de partícula, cantidad del ion amonio y la concentración de los productos obtenidos de esta etapa. (FAO, 2011).

1.6.1.2. Acidogénica

En esta etapa se da lugar a la degradación de moléculas orgánicas que son solubles en compuestos que pueden llegar a ser utilizados por las bacterias metanogénicas, conjuntamente con compuestos orgánicos más pequeños como el propiónico, butírico, valérico, láctico y finalmente el etanol, mismos que, en la siguiente etapa (acetogénica), llegan a oxidarse por bacterias acetogénicas.

En la figura 3-1 se observa la reacción llevada a cabo en la etapa acidogénica.

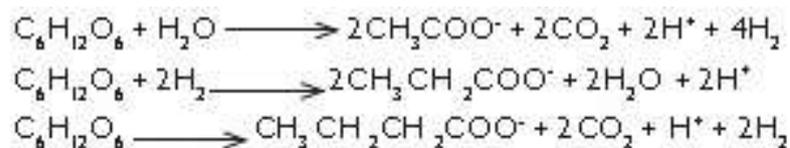


Figura 3-1: Principales Reacciones de la Etapa Acidogénica

Fuente: (Parra, 2015)

1.6.1.3. Acetogénica

Se conoce que el resultado neto del metabolismo homoacetogénico genera la conservación de bajas presiones parciales del H₂ por lo que llega a mantener la actividad de las bacterias que intervienen en las etapas acidogénica y acetogénica (Parra, 2015).

En la siguiente figura 4-1, se muestra las reacciones presentes en la etapa de acetogénesis

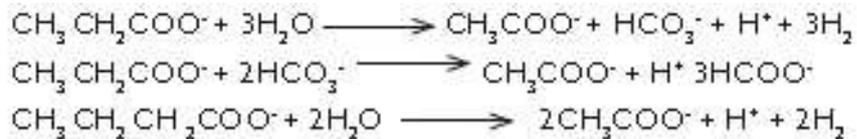


Figura 4-1: Principales Reacciones de la Etapa Acetogénica

Fuente: (Parra, 2015)

1.6.1.4. Metanogénica

Las bacterias anaeróbicas son encargadas de formar el metano completando la digestión anaerobia, a partir de sustratos monocarbonados o con 2 átomos de carbono que se encuentren enlazados de forma covalente como el acetato, la mezcla H₂/CO₂, y metanol. (Lopez, 2011), de forma general se definen dos grupos de bacterias con base a la función del sustrato metabolizado es así que se pueden clasificar entre los hidrogenotróficos que son los que consumen fórmico y H₂/CO₂. Diversas fuentes investigativas han comprobado que aproximadamente el 70% del metano producido en los reactores anaeróbicos se forma gracias a la descarboxilación del ácido acético, mientras que el metano restante se da por la degradación de los sustratos ácido carbónico, ácido fórmico y metanol (FAO, 2011).

En la figura 5-1 identifica las principales reacciones de la etapa metanogénica.

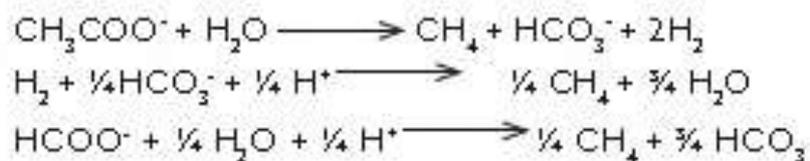


Figura 5-1: Principales Reacciones de la Etapa metanogénica

Fuente: (Parra, 2015)

1.6.2. Bacterias que interviene en la digestión anaerobia

Las diferentes bacterias o microorganismos que se encuentran en cada etapa del proceso de degradación anaerobia dependen de los sustratos utilizados en el mismo, sin embargo, se ha encontrado al menos 4 grupos distintos de bacterias en este tipo de biodigestores, definidos gracias al tipo de materiales degradados y los productos formados al final. En la etapa de hidrolisis y la etapa acidogénica, intervienen bacterias del tipo *Clostridium*, *Ruminococcus*, *Eubacterium* y *Bacteroides*. En las dos fases siguientes intervienen básicamente bacterias metanogénicas. Además de estos tipos de bacterias también existen bacterias que son exclusivamente del sistema creado por el biodigestor como por ejemplo el *Staphylococcus* que pueden causar daños. (FAO, 2011).

1.7. Biodigestores

Son considerados métodos más eficientes para el tratamiento de los desechos antes de su disposición final, ha sido tema de debate y confrontación de las diferentes partes que se relacionan tanto para su creación como su tratamiento, por lo que, se busca incluso el aprovechamiento de los productos obtenidos, para la generación de nuevas fuentes de energía (Guevara V. et al, 1996, p.18)

En la imagen 1-1 se identifica dos biodigestores de tipo bolsa.



Imagen 1-1: Biodigestor

Fuente: (Cidelsa, 2015)

El funcionamiento de un biodigestor básicamente es la digestión que realizan las bacterias anaerobias que se encuentran en el rumen, para la transformación de los desechos en biol. El biogás obtenido tiene muchos usos, entre los cuales se pueden mencionar la combustión para cocinas, para calefacción o para la generación de electricidad. Los biodigestores además de ayudar en el tratamiento de desechos orgánicos, generar una fuente de energía fácilmente utilizable que

tienen la característica de fácil instalación y mantenimiento, además de ser muy económico con respecto a otras fuentes energéticas (Martí H, 2008, p.24)

1.7.1. Clasificación de biodigestores

Se pueden clasificar según la naturaleza del material, el tiempo que tarda en degradarse los desechos y por el tipo de carga, de acuerdo a nuestro estudio se detalla de mejor manera los que tienen una clasificación de acuerdo a la materia de alimentación o carga.

1.7.1.1. Discontinuo

Los biodigestores discontinuos, también conocidos como biodigestores Batch, son tanques cerrados herméticamente en la que todos los desechos o materiales son cargados una sola vez en el proceso, y se mantienen en un periodo de fermentación hasta que el nivel de producción de biogás decaiga considerablemente. (Guevara Vera & al., 1996)

En la figura 6-1 se muestra el proceso que sigue un biodigestor:

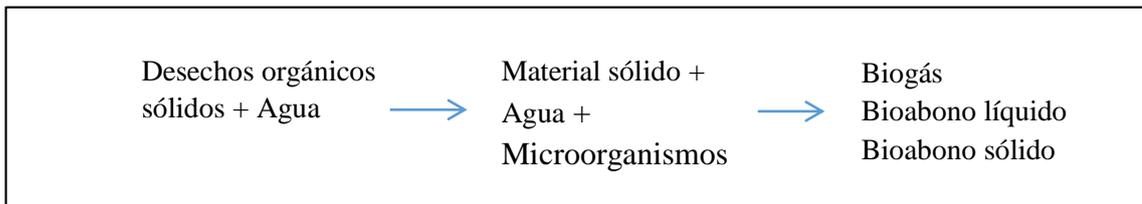


Figura 6-1: Esquema biodigestor discontinuo

Fuente: (Guevara Vera & al., 1996)

1.7.1.2. Semicontinuo

Este tipo de biodigestor funciona con una carga de material inicial de gran tamaño, mismo que al disminuir de manera progresiva la producción de biogás se vuelve a añadir una nueva carga y al mismo tiempo se descarga el efluente en cantidades similares al añadido. (Guevara Vera & al., 1996)

1.7.1.3. Continuo

El funcionamiento de este tipo de biodigestor se caracteriza por la interrupción continua del proceso, eliminando una cantidad de efluentes igual a la cantidad de materia que ingresa. Lo interesante de este tipo de biodigestor es que la carga excretada en forma de líquido es altamente diluida, entre 3 y 5 veces de agua por cada una. (Guevara Vera & al., 1996).

En la figura 7-1 se muestra el proceso que sigue este tipo de reactores.

El proceso que sigue se puede mostrar en el siguiente esquema:

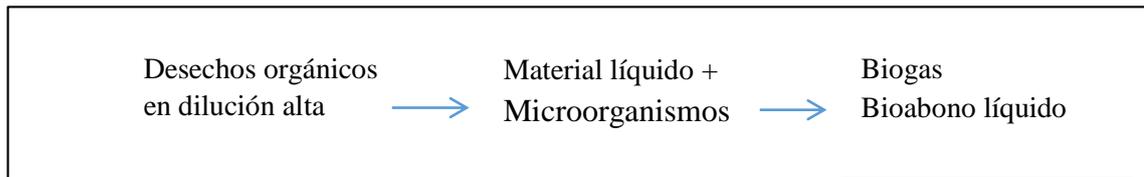


Figura 7-1: Esquema biodigestor continuo

Fuente: (Guevara Vera & al., 1996)

1.7.2. Factores que influye en la producción de Biol

Es necesario profundizar los factores que pueden influir en el rendimiento del biodigestor, ya sean factores químicos, físicos o biológicos, mismos que se detallan de manera general a continuación:

1.7.2.1. Factores Químicos

Composición química del sustrato

En los biodigestores debe existir cierta cantidad de material orgánico ricos en carbono, nitrógeno para favorecer el ambiente de generación de microorganismos anaerobios. Sin embargo, es necesario considerar que la cantidad de carbono y nitrógeno sea la adecuada, ya que si existiese mayor proporción de nitrógeno la formación de amonio conlleva a la disminución del gas. (Rivas, Faith, & Guillén, 2011)

Adición de grasas

La composición química de las grasas de origen vegetal es ideal para aumentar el rendimiento del proceso de biodegradación de materiales, gracias a la gran cantidad de lípidos que son degradados por las bacterias anaerobias. Estudios han demostrado que la adición de aceites en cargas que contengan heces porcinas y vacunas la producción aumenta a medida que aumenta el volumen añadido. (Rivas, Faith, & Guillén, 2011).

Inhibidores de la producción de biol

Los inhibidores de la producción pueden contener surfactantes aniónicos como el sulfonato linear (LAS), mismo que genera una reducción importante del rendimiento, la presencia de ácidos grasos volátiles que pueden aparecer cuando la velocidad de degradación de las bacterias disminuye, el hidrógeno, sulfatos y sulfuros, cationes y metales pesados como el níquel, cobre, cromo (III) plomo y Zinc, son considerados como responsables de la reducción del rendimiento del proceso. (López, 2011).

1.7.2.2. Factores Físicos

Temperatura

Aunque la degradación anaerobia en el biodigestor se pueda realizar en temperaturas muy amplias (5-60°C), se ha demostrado que las bacterias metanogénicas son más sensibles a este parámetro que otros microorganismos. La temperatura puede influir cuando desciende de manera importante retardando el proceso y acumulando ácidos. (FAO, 2011)

Tiempo de retención hidráulico y velocidad de carga

Este parámetro es fundamental para determinar el volumen del tanque digestor, pues al aumentar el tiempo de retención hidráulico aumenta con ella el porcentaje de materia orgánica descompuesta y por ende la producción del biogás. Con respecto a la velocidad de la carga del biodigestor depende mucho del tipo de proceso que se desee lograr y de la concentración del sustrato, pues materias con gran carga orgánica poseen mayor rendimiento de producción, aunque puede presentarse una sobrecarga y la acidificación del biodigestor.

1.7.2.3. Factores microbiológicos

Como factores microbiológicos se pueden considerar la adición de bacterias termofílicas, que produce una buena degradación donde depende mucho de la clase de materia alimentada en el biodigestor.

1.8. Producto del proceso fermentativo

El producto principal de la fermentación anaerobia es el biol, considerado como un abono orgánico que nos ayuda a fertilizar los suelos, este proceso posee subproductos como el biogás y el biosol. A continuación en la tabla 5-1 se presenta la composición química del biogás (Ortega, Moreno, & Gonzales, 2018)

Tabla 4-1: **Composición química del biogás**

COMPONENTE	COMPOSICIÓN APROXIMADA (%)
Metano (CH ₄)	60-70
Gas carbónico (CO ₂)	30-40
Hidrógeno (H ₂)	1.0
Nitrógeno (N ₂)	0.5
Monóxido de carbono (CO)	0.1
Oxígeno (O ₂)	0.1
Ácido Sulfhídrico (H ₂ S)	0.1

Fuente: (Botero & Preston, 1987)

Realizado por: Salazar, D. (2019)

1.8.1 Biol

Es un abono liquido foliar que se obtiene de la degradación de materia orgánica en ausencia de oxígeno, este fertilizante es capaz de nutrir suelos dando un equilibrio nutricional, con lo que se ven beneficiados los productores agrícolas. No se puede definir de manera clara cuál de todos los abonos de biol tiene mejor calidad debido a que la materia orgánica alimentada no es la misma, por este motivo no es comparable.

En la tabla 5-1 se identifica datos del contenido de ciertos elementos presentes en un biol.

Tabla 5-1: Composición del Biol en ganado porcino y bovino.

Tipo	K (%)	Mg (%)	Cu (mg)	Co (mg)	Fe (mg)	Mn (mg)	Zn (mg)
Porcino	0.04	0.013	0,2	0,1	1,6	0,8	0,6
Bovino	0.06	0.032	0,1	0,1	3,9	0,5	0,5

Fuente: (SISTEMA BIOBOLSA. , 2016)

Realizado por: Salazar, D. (2019)

El proceso de elaboración de biol se puede resumir en los siguientes pasos:

- **Pesaje de la materia orgánica solida:** es este paso es necesario mencionar que la materia orgánica debe estar lo más “fresca” posible para que sea posible aprovechar la mayor cantidad de nutrientes.
- **Adición de un volumen de agua:** por cada unidad de peso que se someta a la digestión es posible determinar un volumen necesario de líquido usualmente el agua, que acelere y permita que la digestión se de en forma correcta.
- **Alimentación al tanque digestor:** el tanque digestor tiene una capacidad definida con un parámetro de seguridad establecido debido a que genera una cantidad de gases en su mayoría metano, durante se da la digestión anaerobia, en algunos casos resulta optimo colocar microorganismos que aceleren el proceso de digestión
- **Filtración:** después que la digestión se cumple de forma completa se debe separar las fases sólidas y liquida, siendo la liquida el biol. (Aparcana & Jansen, 2008)

1.8.1.1. Calidad nutricional del biol

Dentro de los biodigestores la mezcla empieza a generar cambios después del tiempo de retención adecuado, donde podemos evidenciar 3 fases diferenciadas en sus densidades:

- Una primera conformada de costras blancas las cual se solidifica impidiendo que no la salga del biogás
- La segunda fase la conforma una parte líquida a la cual la denominamos biol. y es aquí donde se encuentra las bacterias más activas del proceso
- La tercera y última fase es la parte más sólida que precipita y se acumula en el fondo del biodigestor formando el biosol, aquí se encuentra la materia seca.
- La calidad nutricional del biol se da por la relación de varios factores como la apropiada relación de N, P, K, la evidente estabilización de la materia orgánica que se denota con una disminución de la DBO Y también debe tener un apropiado pH el cual es recomendó valores neutros o cercanos a 7 y una conductividad eléctrica apropiada (Asankulova, 2008).

El biol producido contará con ciertos nutrientes que ayuden a la planta a su crecimiento y fructificación, a continuación se describe algunos de los nutrientes:

Nitrógeno

El biol obtenido debe tener una parte vegetal en su composición de elaboración cuenta con nitrógeno como constituyente, mismo que es el encargado en el crecimiento de la planta al provocarse un multiplicador celular. Además, forma parte necesaria en la formación de aminoácidos, proteínas, entre otras. De modo que en cantidades adecuadas el nitrógeno ejerce un aporte para la obtención de granos de calidad, así como de forrajes con mayor contenido proteico. En necesario decir que últimos estudios realizados han demostrado que el nitrógeno juega un papel importante en relación con el contenido vitamínico (Torres, 2016, pág. 12).

Fósforo

Estimula el desarrollo de las raíces, a más de eso favorece a la maduración de los frutos, así como de la floración, por lo que es considerado como factor de precocidad ya que activa el desarrollo de los cultivos, Al existir poca cantidad de este nutriente la planta tiende a tener un desarrollo débil, tanto en la raíz como en sus demás partes. Como por ejemplo en las hojas, están tienden a tener nerviaciones menos pronunciadas, delgadez presentando un color azul verdoso oscuro, produciendo que se genere la caída prematura de estas (Torres, 2016, pág. 12).

Potasio

El potasio en la planta juega un papel muy importante, debido a que mejora la actividad fotosintética, brindando una resistencia a la misma en contra de sequía, enfermedades y heladas. A más de ello el potasio promueve la síntesis de lignina y favorece la formación de glúcidos, la primera le otorga una mejor rigidez y estructura, mientras que la segunda participa en la formación de proteínas. La carencia de este nutriente provoca que la planta presente un retardo en el crecimiento e inmunidad a posibles ataques de parásitos generando enfermedades y deterioro en su estructura.

1.8.1.1. Tiempo de Retención teórico

El tiempo de retención se refiere al tiempo que las bacterias requieren para degradar la materia orgánica. Es uno de los parámetros de diseño más importantes para determinar el volumen total del biodigestor (Rodríguez, 2017, pág. 26).

El tiempo de retención también depende del tipo de biodigestor, es decir, si es estacionario o si es de carga continua, este va a determinar el volumen diario de carga que será necesario para alimentar al digestor, y en general se calcula con la siguiente ecuación:

Ecuación 1-3: Tiempo de retención teórico

$$TR = [-51,227 * \ln(T \text{ } ^\circ\text{C}) + 206,72]$$

CAPITULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1 Metodología del proyecto.

La obtención de biol se lleva a cabo al evaluar 4 tratamientos donde se establece al contenido ruminal como materia prima, de igual manera se toma en cuenta los insumos y además se considerar que se contará con residuos vegetales, por lo que se vio en la necesidad de aumentar agua en porciones de 1:3 o de 1:4 (Olaya Arboleda, 2009).

En la tabla 1-2, se detalla los parámetros para el análisis de biol.

Tabla 1-2: Análisis Físico-Químico para obtención de biol

Parámetro	Método/Técnica	Unidad
Ph	Potenciométrico	Ph
Humedad	Gravimetría	%
Conductividad eléctrica	Celda de conductividad	mS/cm
Materia orgánica	Gravimétrico/ INEN 5254, 2005.	%
Nitrógeno	Kjeldahl	%
Fósforo	Espectrofotometría	%
Potasio	Absorción atómica	%
Relación C/N	Cálculo	%
DQO	SAQMIC/5220-C	mg/L
DBO	SAQMIC/5210-B	mg/L

Fuente: (Laboratorio de Calidad de Fertilizantes perteneciente al (MAGAP)-AREA DE AGROCALIDAD, 2018)

Realizado por: Salazar, D. (2019)

En la tabla 2-2 se identifica microorganismos considerados para el uso de abonos orgánicos.

Tabla 2-2: Análisis Microbiológico para obtención de biol

Parámetro	Método/Técnica	Unidad
Coliformes Totales	Siembra en placa	UCF/100MI
Coliformes Fecales	Siembra en placa	UCF/100MI
Anaerobios mesófilos	Siembra en placa	UCF/100MI

Fuente: (Laboratorio de Calidad de Fertilizantes perteneciente al (MAGAP)-AREA DE AGROCALIDAD, 2018)

Realizado por: Salazar, D. (2019)

2.1.1 Reconocimiento de la zona

Se identifica la zona donde se recolecto la muestra de rumen bovino que actuara como materia prima, misma que se obtuvo del Camal Frigorífico Municipal del cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo, ubicado en la Av. Leopoldo Freire y Circunvalación, este es un residuo generado durante el proceso de faenamiento. En la tabla 3-2 se detalla la ubicación del proyecto.

Tabla 3-2: Localización del proyecto

Provincia	Chimborazo
Cantón	Riobamba
Elevación	2758 m.s.n.m
Temperatura media	20 °C
Coordenadas	Sur 1°40'28" y Oeste 78°38'54"
Limites	Este: Parroquia Cubijies Oeste: Parroquia Calpi y Provincia de Bolívar Norte: Cantón Guano y Penipe Sur: Cantón Colta y Guamote

Realizado por: Salazar, D. (2019)

En la Imagen 1-2, se observa la ubicación del Camal junto al mercado Mayorista de la ciudad.

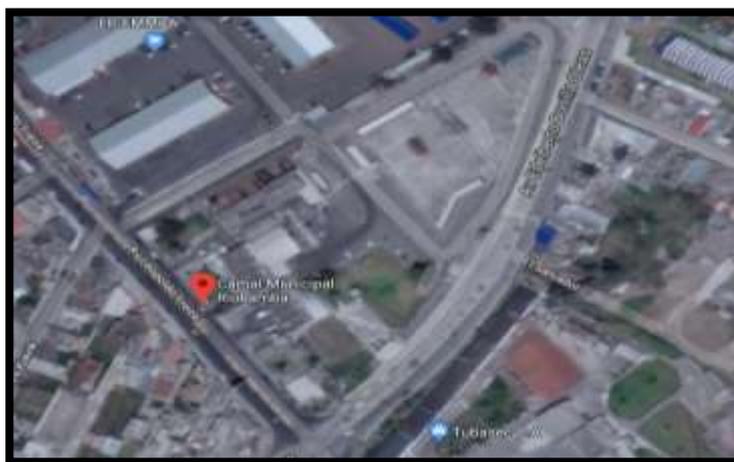


Imagen 1-2: Camal Municipal del cantón Riobamba

Fuente: Google maps

2.2 Métodos y técnicas

2.2.1 Métodos

Para el presente trabajo se tiene en cuenta un análisis donde se caracteriza la materia prima, se determinan parámetros que permiten identificar la producción de biol, tales como la temperatura, humedad, DBO/DQO, con la finalidad de realizar un análisis pre y post tratamiento de cada mezcla. Un parámetro muy importante y considerado por varios autores es el microbiológicos, el cual indica la presencia de microorganismos patógenos.

2.2.2 Técnicas

Se realizó el análisis de la producción de biogás detallada en los registros y el pH durante el proceso de obtención de biol, se evalúa el contenido nutricional del biol a partir del pre y post tratamiento, empleando técnicas propias del laboratorio, mismas que tienen base en la metodología usada por la Red de Laboratorios de Ecuador (RELEASE). Además, el producto final será llevado a análisis al laboratorio de Servicios Analíticos Químicos y Microbiológicos en Aguas y Alimentos (SAQMIC) y el Laboratorio de Calidad de Fertilizantes perteneciente al (MAGAP)-AREA DE AGROCALIDAD al ser un laboratorio que cuenta con acreditación, dando valides a los parámetros analizados. (Anexo L)

2.3 Determinación de la muestra

2.3.1 Muestreo

En la tabla 4-2 se detalla las muestras obtenidas, estas serán utilizadas para una caracterización de la materia prima, se lo realiza en base a la humedad que presentan los residuos.

Tabla 4-2: Datos de recolección de materia orgánica

Institución	Tipo de residuo	Producción mensual	Disposición final	Cantidad de muestra	Humedad	Estado
Camal frigorífico de Riobamba	Rumen bovino	2300 semovientes bovinos / mes	Sistema de alcantarillado	200 kg	88%	Fresco
Mercado “La Condamine”	Restos frutales	3 ton/ mes	Relleno sanitario	40 kg	74%	Fresco
Parque agroambiental “Riçpamba”	Poda de áreas verdes	1.5ton/3mes	Relleno sanitario	40 kg	48%	Fresco

Realizado por: Salazar, D. (2019)

2.3.1.1 Muestreo de rumen.

El proceso de obtención del rumen inicia cuando los trabajadores mediante un motor eléctrico transportan el estómago donde se encuentra el contenido ruminal, hasta el área de lavado y eviscerado, en esta área trabajan 3 o 4 personas dependiendo de la cantidad de animales faenados, ellos se encargan de cortar y separar el estómago del rumen, el cual es diluido y conducido por una tubería. (Anexo C)

Para la recolección de datos y/o muestras se aplicó un muestreo aleatorio simple, con ello el contenido ruminal se recolecto de la siguiente manera, en un barril de 160 litros aproximadamente fue almacenada la muestra necesaria para la realización de los 4 tratamientos, teniendo en cuenta que se tomó de varias reses en la línea de producción, debido a que el sistema de tuberías para la evacuación de este residuo se encuentra sellado hasta una pequeña cámara, donde se juntan todas las aguas de los diferentes procesos del camal. Posteriormente al finalizar el barril fue sellado herméticamente y transportado hasta el invernadero.

2.3.1.2 Muestreo de residuos orgánicos del mercado La Condamine

Se tomó una muestra de 40 kg considerando el área de frutas y legumbres del mercado “La Condamine”, donde se obtuvo la materia prima, restos orgánicos provenientes de cascaras, frutas maduras o legumbres en mal estado, entre otras. En esta área se toma dos fundas aproximadas de 10 kg cada una. La muestra está basada en un estudio realizado por estudiantes de la ESPOCH, donde da conocer la cuantificación y caracterizaron de los residuos generados de 8 mercados de la ciudad, dicho estudio nos permitió identificar cantidad que se genera y las características que poseía los residuos obtenidos en los mercados, ayudando a la elección de cual confiere mejores propiedades a la obtención del biol.

2.3.1.3 Muestreo de poda “Ricpamba”

En el Parque Agroambiental “Ricpamba” el corte y recolección del césped, hojas y otros componentes se da mensualmente, por lo cual la toma de la muestra se dio mediante la intervención del personal de mantenimiento del parque, procediendo a recolectar la cantidad aproximada de 40 kg de material orgánico. (Anexo D)

2.3.2 Factores de estudio

De acuerdo a la materia prima se realizan 4 tratamientos, estos presentan una mezcla entre rumen tamizado y rumen no tamizado con poda o restos del mercado. Se obtiene un abono de calidad que permite analizar si es rentable ya sea ecológicamente o económicamente (Sistemabiolsa, 2016).

Por lo tanto, se debe tomar en cuenta el tratamiento que presente mejores beneficios tanto en el tiempo de retención como en la calidad nutricional, para ello se considera los resultados obtenidos al evaluar los diferentes parámetros tanto al inicio y final de la producción del biol en el biodigestor.

En la tabla 5-2 se detalla los factores determinan las formulaciones de biol, determinado a cada una como un tratamiento diferente:

Tabla 5-2: Factores para las formulaciones de obtención de biol

FACTORES	
Factor "A"	Factor "B"
A1= rumen tamizado	B1= restos frutales
A2= rumen sin tamizar	B2= poda

Realizado por: Salazar, D. (2019)

Con la finalidad de identificar el mejor tratamiento se ha dispuesto un análisis de las características físico-químicas y microbiológicas que presentan cada una de las formulaciones propuestas esto a lo largo del proceso fermentativo y al final del mismo, evaluando parámetros como pH, temperatura y producción de biogás durante las etapas de la digestión anaerobia, en un tiempo de retención teórico, el diseño de los tratamientos propuestos se da mediante una cuantificación del peso de todos los componentes, estableciendo las cantidades necesarias en kilogramos.

Una vez obtenida la cantidad necesaria de materia prima se alimenta los biodigestores, teniendo en cuenta las condiciones a ser controladas durante el proceso, serán colocados bajo un invernadero plástico donde se determinó una temperatura promedio dentro del ambiente protegido de 21 .66 °C, siendo esta óptima para el proceso de degradación y producción de biol.

Los biodigestores utilizados fueron de una capacidad de 120 litros, adaptados para conducir biogás producto de la fermentación, además se instalará una llave de paso tipo globo plástica de ½ pulgada en PVC a una altura de 22 cm desde la base. La producción de biol se da de acuerdo a un tiempo de retención determinado por la temperatura, este producto propone tratar al contenido ruminal como un residuo orgánico aprovechable de la industria cárnica, ya que presenta microorganismos favorables para la degradación de materia orgánica, evitando de esta manera que más efluentes líquidos sean liberados sin tratamiento.

2.3.2.1 Determinación de los tratamientos

De acuerdo las interacciones planteadas entre variables se da lugar al desarrollo de 4 tratamientos, las formulaciones a ser utilizadas para alimentar los biodigestores fueron determinadas mediante un cálculo de proporciones realizadas con datos obtenidos en la literatura de trabajos anteriormente desarrollados.

Como se puede identificar en la Tabla 6-2, los componentes porcentuales para las formulaciones planteadas para una cantidad de 100 kg que formaran producto final. (Anexo F)

Tabla 6-2: Determinación de los componentes para la mezcla en kg

Número de tratamiento	Combinaciones	Agua	Rumen tamizado	Rumen sin tamizar	Restos frutales	Poda	Suero	Melaza	Ceniza	Total kg
1	A1B1	50	20	-	20		4.8	3.3	1.9	100
2	A1B2	50	20	-	-	20	4.8	3.3	1.9	100
3	A2B1	50	-	20	20		4.8	3.3	1.9	100
4	A2B2	50	-	20	-	20	4.8	3.3	1.9	100

Realizado por: Salazar, D. (2019)

2.3.2.2 Determinación de la biodegradabilidad

La relación entre la Demanda Química del Oxígeno (DQO) y la Demanda Biológica de Oxígeno (DBO₅), nos brinda la oportunidad de determinar la posibilidad de biodegradar el contenido dentro del biodigestor, determinando la importancia del material orgánico envuelto en el proceso. Los valores de la relación entre DQO y DBO₅, denominamos índice de biodegradabilidad, para nuestro estudio se muestra a continuación.

En la tabla 7-2 se presenta el índice de biodegradabilidad que posee la materia.

Tabla 7-2: Índice de biodegradabilidad

Relación entre DQO y DBO ₅	Índice de biodegradabilidad	Significado
$\frac{DQO}{DBO_5}$	1,5	Materia orgánica muy biodegradable
	2,0	Materia orgánica moderadamente degradable
	10	Materia orgánica poco degradable

Fuente: (Rochina Chimbo, 2018)

En base a los análisis aplicados a la mezcla de cada uno de los tratamientos dentro del biodigestor se obtuvo el índice de biodegradabilidad que se puede ver a continuación:

Ecuación 1-2: Índices de biodegradabilidad

Tratamiento T1 (A1B1)

$$\frac{DQO}{DBO_5} = \frac{26600mg/Kg}{13300mg/kg} = 2$$

Tratamiento T2 (A1B2)

$$\frac{DQO}{DBO_5} = \frac{33300mg/Kg}{15200mg/kg} = 2,19$$

Tratamiento T3 (A2B1)

$$\frac{DQO}{DBO_5} = \frac{36800mg/Kg}{18800mg/kg} = 1,96$$

Tratamiento T4 (A2B2)

$$\frac{DQO}{DBO_5} = \frac{41000mg/Kg}{18100mg/kg} = 2,27$$

Según esta consideración y mediante la aplicación de la Tabla 7-2 se puede decir que el material orgánico expuesto en cada biodigestor para este estudio cuenta con índice de biodegradabilidad que nos indica que es moderadamente degradable.

2.3.2.3 Relación C/N de la mezcla

Teniendo en cuenta los porcentajes de carbono y nitrógeno del contenido ruminal bovinos obtenidos a partir de los análisis de laboratorio previamente realizados, se procedió al cálculo de la relación C/N de la mezcla.

Donde:

Rumen: 20 Kg

Materia orgánica: 20 Kg

Melaza: 3.3 Kg

Suero: 4.8 Kg

Ecuación 1-2: Relación C/N de la mezcla

$$k = \frac{\sum C_i X_i}{\sum N_i X_i}$$

$$k = \frac{(20 \text{ Kg} * 7) + (20 \text{ Kg} * 40,76) + (3,3 \text{ Kg} * 4,47) + (4,8 \text{ Kg} * 0,350)}{(20 \text{ Kg} * 0,5) + (20 \text{ Kg} * 1,5) + (3,3 \text{ Kg} * 0,15) + (4,8 \text{ Kg} * 0,409)}$$

$$k = 22,88 \cong 23$$

El de valor obtenido de 23 se comparó con lo señalado por (Soria, Ferrera, & Etchevers, 2000), el cual considera como aceptable a la relación de C/N para el desarrollo de los microorganismos cuando se encuentra entre el rango de 20-30, aunque (Corace & al., 2006, pág. 4) Indica que el valor ideal es de 16; tomando en cuenta los valores expuestos en la literatura el valor de 23 obtenido para la relación C/N de la mezcla se consideró como tolerable, por tanto, la mezcla planteada fue utilizada para la carga del biodigestor ya que cumplió con uno de los parámetros primordiales para que el proceso de fermentación sea exitoso.

2.3.2.4 Volumen líquido

Para determinar el volumen líquido del biodigestor experimental se utiliza el tiempo de retención de 42 días calculado de acuerdo a la temperatura, y la cantidad total de carga se lo divide para el total de días que toma la degradación.

Para este cálculo se usa la siguiente ecuación:

Ecuación 2-2: Volumen líquido

$$\begin{aligned}C_d &= C_T / T_r \\V_1 &= C_d * T_r \\V_1 &= \frac{2,04Kg \text{ de mezcla}}{\text{dia}} * 42 \text{ dias} \\V_1 &= 99.96 Kg \\V_1 &= 0,1 m^3\end{aligned}$$

2.3.2.5 Estimación del volumen de biogás producido

El volumen total de un biodigestor está constituido en un 75% de la fracción líquida y un 25% correspondiente a la parte gaseosa, razón por la cual se emplea la siguiente ecuación:

Ecuación 3-2: Cálculo volumen biogás producido

$$\begin{aligned}V_g &= \frac{0,25}{0,75} * V_1 \\V_g &= \frac{0,25}{0,75} * 0,1 m^3 \\V_g &= 0,033 m^3\end{aligned}$$

El biogás producido no se cuantifico ya que este se lo considera como residuo y se lo puede estimar hacer en base a cálculos de la materia con la que se alimenta el biodigestor. Con la temperatura de la tarde decrece la producción del mismo y por la noche no tienden a producir. Se identifica un registro durante el perdió de 65 días donde se observa la producción de biogás, siendo este un factor para determinar el tratamiento que posea menor tiempo, para utilizar en la propuesta para tratar los residuos de acuerdo al cese de la producción de biogás.

La producción del biogás depende de la temperatura y cantidad de carga directamente, para esto se estima el tiempo apropiado de retención. El biogás producido en el presente trabajo es considerado como un residuo. La materia orgánica alimenta va ser colocado en el biodigestor donde va a realizar su función, la cual tomo un tiempo aproximado de 42 días. En base a las bibliografías utilizadas se determina el 25% del volumen total requerido, evidenciando la producción de biogás con la presencia de burbujeo en la botella (Anexo J), cabe señalar que el biogás no es el producto principal, pero es de mucha utilidad para determinar que los procesos de degradación han concluido.

Se debe tener en cuenta las condiciones de la operación de los biodigestores, es decir, una temperatura mayor de 20 °C por el invernadero y presión atmosférica de 0,7165 atmosferas, la parte experimental realizada en los biodigestores a escala piloto tienen datos importantes sobre la cantidad de materia no degradada durante el tiempo de retención. Por ende, se relaciona la cantidad alimentada en los biodigestores a escala piloto con la cantidad que se va a alimentar en los biodigestores propuestos.

2.3.2.6 Tiempo de retención

Se recomienda que se dé una selección de un tiempo apropiado, que contenga una relación directa con la temperatura promedio del lugar en la cual va ser colocado el biodigestor y donde vaya a realizar su función, la cual se puede calcular mediante la siguiente ecuación:

Ecuación 4-2: Tiempo de retención en días

$$TR = [-51,227 * \ln(T) + 206,72]$$

Dónde:

TR: Tiempo de retención en días

T: Temperatura promedio del lugar donde se colocará el biodigestor (°C)

$$TR = [-51,227 * \ln(25 \text{ °C}) + 206,72]$$

$$TR = 41,86 \cong 42 \text{ dias}$$

Una vez que se evidencia una disminución de actividad microbiana pasa a una etapa donde ya no sufrirá cambios o alteraciones la materia orgánica, por lo tanto la DQO como la DBO ha disminuido, también la producción de biogás ha cesado y la temperatura es constante, al transcurrir el tiempo de retención hidráulica de aproximadamente 42 días, se procede a la toma de muestras para su análisis final donde identifica la cantidad de N (nitrógeno), K (potasio) y P

(fósforo), ya que son elementos fundamentales en la aportación de nutrientes para el desarrollo de la vegetación siempre que se encuentren en una forma equilibrada.

2.3.2.7 PH

Se determina con el uso de tiras para medir pH, al concluir con el proceso fermentativo en función de los 4 tratamientos.

En la tabla 8-2 se identifica los datos del pH durante el proceso de fermentación.

Tabla 8-2: Registro del pH

Datos	T1	T2	T3	T4
1	4	4	4	4
2	4	5	4	4
3	5	5	4	4
4	5	5	4	4
5	5	5	5	5
6	6	6	5	5
7	6	6	6	5
8	6	6	6	6
9	7	6	6	7
10	7	7	6	7
11	7	7	6	6
12	7	7	7	5
13	7	6	6	5
14	6	6	5	5

Realizado por: Salazar, D. (2019)

Se identifica que la materia al ser utilizada como alimento para los biodigestores tiene un pH ácido, pues el rumen es el primero en degradarse al ser un fluido del animal; considerando que para el inicio tiene un pH neutro y al tener contacto con el ambiente sufre alteraciones. (Anexo D)

2.3.2.8 Temperatura

La temperatura fue tomada cada tres días, se obtuvo un promedio de esta para la estimación del tiempo que tomara el proceso de degradación fermentativo, se tomó la temperatura del interior del invernadero directamente con un termómetro de mercurio durante las 9am, 1pm y 5pm.

En la tabla 9-2 se detalla las temperaturas del ambiente dentro del invernadero.

Tabla 9-2: Datos de temperatura

Datos	9am	1pm	5pm
1	24	26	22
2	25	27	24
3	24	27	24
4	23	25	23
5	23	25	24
6	24	26	23
7	24	27	24
8	25	27	23
9	23	26	23
10	25	27	24
11	24	27	23
12	24	26	23
13	23	25	24
14	24	26	23

Realizado por: Salazar, D. (2019)

2.3.2.9 Rendimiento

Se pesaron los componentes de alimentación de cada uno de los biodigestores para realizar la mezcla antes de ser sellados herméticamente, una vez terminado la fermentación se pasó a baldes de 20 litros para volverlos a pesar y determinar el rendimiento obteniendo de la diferencia con el peso final sobre el inicial. (Anexo E)

Ecuación 5-2: Determinación de la eficiencia de los biodigestores

$$\eta = \frac{BP}{AT} * 100\%$$

Donde

η : Eficiencia de los biogestores

BP: Biol producido

AT: Alimentación total

$$\eta = \frac{96Kg}{100 Kg} * 100\%$$

$$\eta = 96\%$$

Se calcula que cada uno de los biodigestores va a tener una eficiencia aproximada del 96%, donde la producción neta de biol líquido se encuentra al 60%, este dato se muestra al obtener un promedio de la cantidad producida en cada uno de los cuatro tratamientos al finalizar el proceso de digestión anaerobio.

2.3.3 Análisis físico-químico y biológico de laboratorio

Las muestras seleccionadas favorecen a la recolección y análisis de información o datos que permitirán una evaluación comparativa de la producción de biol entre los tratamientos, es decir que actúa como un ente de suma importancia al identificar el punto de muestreo donde van a ser recolectadas, ya que los resultados deben ser garantizados y confiables al determinar las características físicos, químicos y microbiológicas. (Anexo G)

Los análisis de laboratorio se realizaron en 3 etapas:

La primera fue un análisis de la materia orgánica pre-mezcla donde se analizó en el CRB (rumen bovino), la poda y los restos orgánicos del mercado. Del contenido ruminal se tomó 1.5 kg aproximadamente de una muestra de rumen fresco las cuales fueron empacadas en fundas ziplock y rotuladas para su envío al Laboratorio de Agrocalidad perteneciente al MAGAP, con la finalidad de determinar 6 parámetros que se consideran importantes para el presente estudio, la muestra de poda y residuos orgánicos frutales se analizaron en el Laboratorio de Química Analítica de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH, parámetros tales como humedad, materia orgánica y cenizas ya que son considerados como insumos.

En la segunda etapa se analizó las muestras pre-tratamiento, las cuales se realizaron al transcurrir 48 horas desde la mezcla o inicio de proceso, se evaluaron parámetros como contenido de N, P, K, citratos, pH, Conductividad, Temperatura, DQO Y DBO de los 4 tratamientos planteados.

En la tercera etapa se tomó una muestra cada uno de los 4 tratamientos al transcurrir 65 días desde que se realizó la alimentación a los 4 biodigestores, se rotulo y empaco las muestras para enviar al laboratorio de Agrocalidad con la finalidad de que se aplique una caracterización, proporcionando información de calidad nutricional de acuerdo a las cantidades y proporciones en

que se encuentran ciertos elementos considerados esenciales para nutrir al suelo como N, P y K, los mismos que fueron analizados por el laboratorio de Agrocalidad perteneciente al MAGAP y parámetros como pH, conductividad, Temperatura, DQO Y DBO, coliformes fecales y totales, y anaerobios mesófilos.

en el Laboratorio de Servicios Analíticos Químicos y Microbiológicos en Aguas y Alimentos (SAQMIC).

2.4 Datos requeridos para el dimensionamiento.

2.4.1 Producción mensual de residuos orgánicos

La cuantificación nos permite tener en claro la cantidad de residuos que se pretende tratar o alimentar a los biodigestores, relacionando de acuerdo a la cantidad utilizada nivel de laboratorio para dar una estimación apropiada de todos y cada uno de los requerimientos a una escala real.

2.4.1.1 Cuantificación del rumen bovino

Se identifica en el mes de septiembre del año 2018 mediante el registro de ingreso en el Camal Municipal de la ciudad de Riobamba, datos de los semovientes de la especie bovinos que serán analizados en promedio diario y semanal, de la cantidad de rumen bovino generado lo cual nos ayudara para el diseño de la propuesta. Anexo H

Tabla 10-2: Peso del contenido ruminal sin panza

Días de Faenamiento					
#/peso kg)	Lunes	Martes	Jueves	Viernes	Sábado
1	60.5	52.5	47	46.5	48.5
2	56.5	56	57.5	49	62.5
3	48.5	49.5	49.5	52	56.5
4	44.5	58.5	53	44	60
5	48	60.5	51	48	49
6	47.5	51	35,5	42.5	53
7	53	48	44	49	48.5
8	49	44.5	49,5	44.5	51

Realizado por: Salazar, D. (2019)

Tabla 11-2: Cantidad de animales faenados

Días	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Total
Lunes	111	103	101	104	419
Martes	110	121	115	114	460
Jueves	81	78	77	69	305
Viernes	147	136	131	128	542
Sábado	113	113	121	115	462
Total	572	551	545	530	2188

Realizado por: Salazar, D. (2019)

En la Tabla 11-2 se identifica el número de cabezas de ganado faenadas los diferentes días en las 4 semanas correspondiente al mes de septiembre del 2018, y en la Tabla 10-2 se puede ver el peso de contenido ruminal del bovino, donde se identifica la cantidad de entre 35 y 70 kg de CRB en el estómago que lo contiene y estableciendo un peso medio de 50Kg aproximadamente, pudiendo variar en cada bovino debido a las cualidades sociales, demográficas de la región de origen. Al calcular 50 Kg por una media de 550 reses faenadas semanalmente nos da un total 27500 kg producidos semanalmente, donde en este contenido se presenta una humedad alta que permite obtener un 40% de líquido presente en el rumen, es decir, un total de 20 litros aproximadamente por res, a estos 20 litros se le adiciona 40 litros de agua ocupados en el proceso de lavado y eviscerado dándonos un total de 60 litros por res generado y que es aprovechable para el diseño propuesto ya que 60 litros por 550 semanal nos da 33000 litros de cantidad máxima de efluente a ser tratado en el proceso anaerobio, este volumen nos permitirá determinar los demás datos para un dimensionamiento óptimo .

2.4.2 Selección del biodigestor

Para la selección del biodigestor es necesario la aplicación de un sistema de elección por lo cual se ejecutará la elaboración de una matriz de decisión, en la cual se consideró diferentes factores como el económico, operacional, físicos y de rendimiento, que den como resultado una selección de un biodigestor que se acople de la mejor manera a dichos factores a estudiar, a continuación, se puede ver la matriz de decisión:

Tabla 12-2: Matriz de selección del modelo de biodigestor

Aspecto evaluado	Peso	Biodigestor tubular		Biodigestor hindú		Biodigestor Chino	
		Calificación (0-10)	Ponderación (Peso*Calificación)	Calificación (0-10)	Ponderación (Peso*Calificación)	Calificación (0-10)	Ponderación (Peso*Calificación)
Restricción a sustratos	0,1	10	1	5	0,5	10	1
Operación y mantenimiento	0,2	9	1,8	4	0,8	7	1,4
Requerimiento de área	0,1	5	0,5	7	0,7	9	0,9
Producción diaria de gas	0,3	9	2,7	8	2,4	8	2,4
Costos	0,3	9	2,7	5	1,5	7	2,1
Total			8,7		5,9		7,8

Fuente: (Rochina, 2018)

Realizado por: Salazar, D. (2019)

Según los factores expuestos en la Tabla 12-2 se toma la decisión de implementar el biodigestor tubular, ya que es el que mejor se acomoda a las necesidades requeridas donde va a ser ubicado, teniendo como resultado una calificación de 8,7 para el biodigestor adoptado para el trabajo siendo equivalente este valor a un 87% de efectividad.

2.5. Construcción

2.5.1. Invernadero

La construcción del invernadero que cuenta con un área de 16 m², se realizó entre 2 personas y tomo un tiempo de 4 horas, mediante la aplicación de los materiales y herramientas que se a nuestra continuación.

Procedimiento

Una vez obtenido los materiales procedemos a la construcción del invernadero que contara con las siguientes dimensiones: 4 metros de largo por 4 metros de ancho, cuna altura de 2 metros en la parte derecha en dirección hacia el norte y en el parte izquierdo de 1.70 metros de alto dándole un pequeño declive para evitar el encharcamiento y permitir el libre flujo de las precipitaciones pluviales.

Se selecciona la madera que nos sea útil para cortarlas, obteniendo 3 vigas de 2 metros y 3 vigas de 1.70 metros de largo los cuales servirán de columnas y soporte para el techo plástico, una vez que se colocadas las vigas cortadas a la medida solicitada, con la ayuda de otra persona se asegura con las columnas de la construcción para evitar que se caiga con el movimiento generada por el viento. Una vez terminado la estructura con vigas de madera se procede a tender el plástico alrededor clavándolo entre la estructura y trozo de madera con finalidad que no se estire y rompa el plástico, por otro lado, dentro del invernadero se construyó con ladrillos y tablas la base donde va ser colocados los biodigestores, tratando que cuenten con una elevaron de 15 cm del suelo a los biodigestores evitando perdidas de calor por contacto con la losa.

2.5.2. Biodigestores caseros

Para llevar a cabo la construcción del biodigestor se contará con los siguientes materiales como se puede ver a continuación:

En la tabla 13-2 se identifica los materiales para la construcción del biodigestor

Tabla 13-2: Materiales construcción biodigestor

Descripción	Cantidad	Fundamento
Bidón de 120 l con tapa hermética	4	Serán los recipientes donde se depositara la mezcla durante unos 2 meses
Válvulas plásticas de ½ plg	4	Controlan la salida de la mezcla para análisis.
Manguera transparente	5 m	Transporta el biogás generado hacia una funda plástica
Conector con empaque	8	Permite la conexión entre las mangueras evitando fugas de líquidos.
Botella plástica	4	Ayuda a identificar la generación constante de biogás
Mascarillas	1	Evita que se adquiera la inhalación de microorganismos provenientes del material orgánico así como del polvo provocado en la construcción.

Realizado por: Salazar, D. (2019)

2.6 Procedimiento para la obtención del biol.

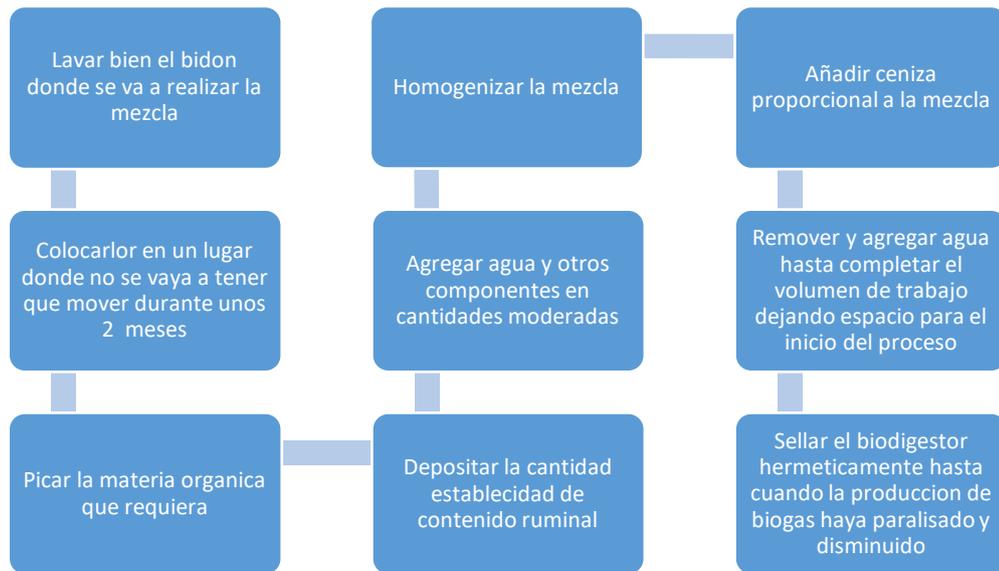


Figura 1-2: Diagrama de flujo para la elaboración de biol

Realizado por: Salazar, D. (2019)

2.7 Dimensionamiento de la propuesta

2.7.1 Carga diaria

Se estima un promedio de 550 bovinos sacrificados por semana, donde la media de los pesos del contenido ruminal está en 50 kg, de este total solo el 40 % es humedad aprovechable un aproximado de 20 litros y el 60% es el peso restante que es el rumen sólido. Como se indica en la Tabla 12-2 la cantidad semanal generada por el proceso de faenamiento bovino es de 27500 kg donde tiene un volumen de 11000 litros aprovechables esto nos da un volumen diario de 2200 litros, Para la carga se mezcla con agua en una relación de 1:2 al tratarse de materia orgánica líquida, además se añade en la carga diaria un total de 400 kg de poda como materia de alimento para los microorganismos que realizaran la fermentación anaerobia.

Ecuación 7-2: Carga diaria

$$C_d = EF(Kg) + 3H_2O(Kg)$$

$$C_d = \frac{2200 \text{ Kg CRBL}}{\text{dia}} + \frac{2200 * 2Kg}{\text{dia}}$$

$$C_d = \frac{2200 \text{ Kg CRBL}}{\text{dia}} + \frac{4400 \text{ Kg}}{\text{dia}}$$

$$C_d = \frac{6600 \text{ Kg}}{\text{dia}}$$

$$C_d = \frac{6,6 \text{ m}^3}{\text{dia}}$$

2.7.2 *Calculo de la longitud del biodigestor proyectado*

Con el dato obtenido a partir de la carga diaria estimamos la cantidad 33000 litros de agua y rumen líquido además se establece por bibliografía un 25% del total del volumen para el biogás generado requiriendo un volumen de 44m³ para el digestor, determinando estos datos es posible realizar el cálculo de los demás componentes, en base al ancho del plástico de polietileno tubular seleccionado el mismo que presenta 6m de perímetro y 1,92m de diámetro mismo que se encontró disponible en el mercado. Con estos datos se puede establecer la longitud, al tratarse de un biodigestor tubular se aplicó la fórmula del cilindro, según la ecuación:

Ecuación 8-2: Cálculo longitud del biodigestor

$$L = \pi * 2r$$

$$A = \pi r^2$$

$$L = \frac{48 \text{ m}^3}{2.84 \text{ m}^2}$$

$$L = 16,9 \text{ m}$$

Calculo del volumen del reservorio de biogás

Para este cálculo se aplica la siguiente ecuación:

Ecuación 9-2: Calculo del volumen del reservorio de biogás

$$\frac{V_D}{V_{Rb}} = 5$$

$$\frac{V_D}{5} = V_{Rb}$$

$$V_{Rb} = \frac{4,41 \text{ m}^3}{5}$$

$$V_{Rb} = 0,887 \text{ m}^3$$

2.7.3 Dimensiones de la zanja

Es recomendable excavar una zanja que tenga forma trapezoidal con paredes inclinadas como haciendo una “V”. De hecho, esta forma representa un buen compromiso entre la aproximación de la forma del biodigestor. En consecuencia por lo expuesto por Arrieta Palacios (2016), el dimensionamiento de la zanja comienza con determinar el área transversal de la campana de gas, que depende indiscutiblemente de la longitud de circunferencia del biodigestor. La campana de gas está delimitada por la longitud de la campana de gas (L campana de gas) y la abertura superior de la zanja. La relación entre ambos parámetros es denominada campana de gas y determina el ángulo central θ , para cualquier valor de longitud de circunferencia C .

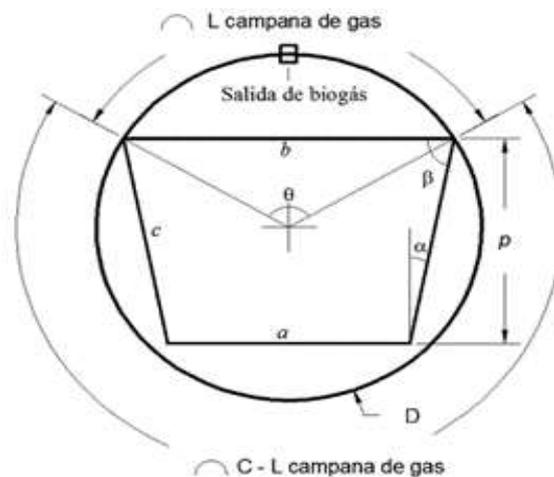


Imagen 2-2: Ejemplo de las dimensiones de una zanja

Fuente: (Arrieta Palacios, 2016)

La longitud de la zanja está determinada por la longitud del biodigestor, y la profundidad como el ancho de la misma dependerá del ancho del rollo empleado en la implementación del biodigestor.

En consecuencia, debido a que la zanja representa dos anchos diferentes se toma el promedio como el diámetro, misma que tendrá un grado de inclinación.

Según bibliografía es recomendado el ancho mayor máximo de 2 metros de acuerdo a nuestro diámetro de digestor tubular que es 1,88m se estima utilizar un ancho superior de 1.70 m y ancho inferior de 1,40 m y una altura de 1,60 m de acuerdo al diámetro .

En la tabla 14-2, describe los datos para el diseño de la zanja.

Tabla 14-2: Dimensiones de la zanja

Ancho superior de la zanja (a)	Ancho inferior de la zanja (b)	Profundidad de la zanja sin % extra	Ancho del plástico
1.70	1.40	29m ³	6 metros

Realizado por: Salazar, D. (2019)

Donde:

a= 1.70m

b= 1.40m

p= 1.55m (a+b/2)

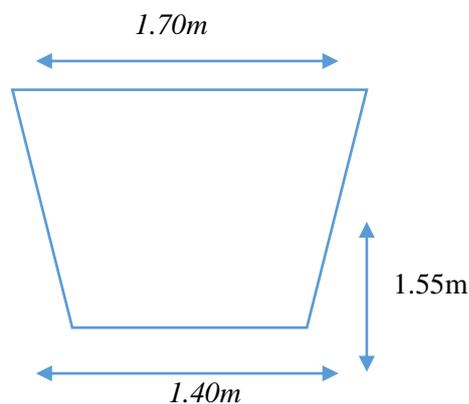


Figura 2-2: Dimensiones de la zanja

Realizado por: Salazar, D. (2019)

Para tener los datos de la zanja tenemos que saber el volumen total requerido que es de 45 m³ aprox. Donde se cargan los días de faenamiento en un total 6600 litros de rumen líquido y agua, más 400 kg de paja que servirá de alimento de acuerdo a los datos establecidos de acuerdo al diseño a escala de laboratorio realizado, para los microorganismos fermentadores los mismos que se encuentran acostumbrados a una dieta de pasto.

En el mercado se tiene plástico tubular de 6 metros de longitud la cual nos ayuda a determinar una área de la circunferencia de 2.84 m² y así se estima una longitud de 17 metros datos que nos permiten diseñar la zanja que contendrá los digestores. Anexo F

2.7.4. Caja de entrada

La característica del digestor es en comparación a una figura geométrica como un cuadrado, la cantidad de mezcla de rumen-agua, se va adicionar de manera continua por lo que el volumen de la cámara es pequeño. En base a esta consideración se asuma que las dimensiones son: el lado 1m, ancho 1m y altura 1.60m, aquí se puede colocar un sistema de rejillas para la separación y construir una segunda cámara más pequeña donde sirva para el mezclado con los otros insumos.

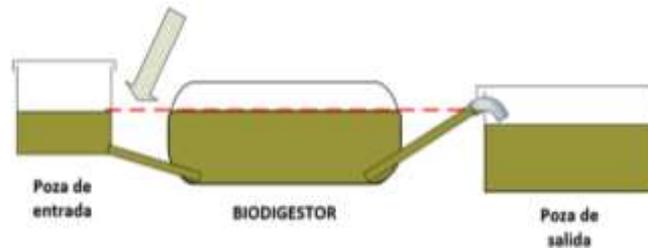


Imagen 3-2: Caja de entrada del biodigestor

Fuente: (García, Álamo, & Aldana, 2013, pág. 17)

2.7.5. Cámara de digestión

La cámara del digestor posee como característica una figura geométrica a manera de un cubo, donde la base de la cámara es cónica y la parte superior posee una base cilíndrica fija.

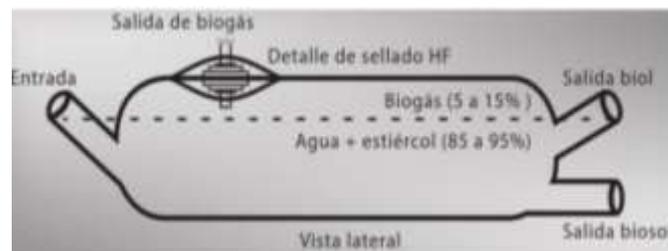


Imagen 4-2: Cámara de digestión

Fuente: (García, Álamo, & Aldana, 2013, pág. 17)

2.7.6. Volumen de la cámara de digestión

El volumen del biogestor se obtiene con la siguiente fórmula:

Ecuación 8-2: Volumen de la cámara de digestión

$$V_d = CD * T_r$$

Donde:

Vd= Volúmen del digestor (m^3)

CD= Carga diaria. (Mezcla rumen-agua/día)

Tr= Tiempo de retención

2.7.7. Tubería que conduce la materia prima

Para la conducción de la mezcla de rumen-agua hacia el biodigestor se podría emplear una tubería de PVC enterrada cuyo diámetro es de 20 cm, para evitar el atascamiento del sistema.

2.7.8. Tubería que conduce el biogás fuera del digestor

La tubería que permite extraer el biogás desde el biodigestor es manguera de agua, con un diámetro de $\frac{1}{2}$ pulgadas y la distancia de 17 metros por digestor. Para la conducción hacia un reservorio.

CAPITULO III

3. RESULTADOS, DISCUSIÓN Y ANÁLISIS

3.1. Obtención del Biol

La producción del biol se cuantifico y caracterizo con diferentes parámetros que determinan la calidad, se seleccionó la formulación donde presenta mayores ventajas, de acuerdo al rendimiento y tiempo de producción, los tratamientos analizados presentaron los siguientes resultados.

Tabla 1-3: Cantidad de biol.

Tratamientos	Volumen de biol. (litros)	Digestión (días)
T1	62,7	50
T2	67,6	42
T3	51,4	58
T4	49,5	63

Realizado por: Salazar, D. (2019)

En la tabla 1-3, Se presenta la cantidad de biol obtenida al finalizar el proceso de fermentación, esto se obtuvo al transcurrir el tiempo de retención donde se identifica que el tratamiento 2 es el que presento mayor cantidad de biol y el tratamiento 4 es el que menor cantidad.

3.1.1. Determinación del Rendimiento

Se evaluó mediante la relación obtenida entre el peso inicial y el peso final, la cantidad establecida por cada tratamiento fue de 100 kg, al finalizar el proceso antes de ser tamizado el biol se obtiene el rendimiento para los tratamientos: A1B1 es de 96.67%, A1B2 es de 98.43%, A2B1 es de 97,23% y A2B2 es de 97,52. Estos valores son pesados en cinco partes donde indican el consumo de agua de los microorganismos, se pesó con la ayuda de una balanza y baldes de 20 litros, para en lo posterior tamizarlo en una malla metálica. La mezcla fue sometida a un proceso de tamización para extraer el sólido denominado como biosol y determinar el volumen de cada tratamiento así presenta 62,7 litros de biol para el tratamiento (T1), 67,6 litros en el tratamiento (T2), en el tratamiento (T3) se logró un volumen líquido de 51,4 litros y en el tratamiento (T4) presenta 49,5 litros.

3.2. Caracterización de la materia pre alimentación

La caracterización se realizó mediante la obtención de muestras de rumen sin tamizar y líquida, en el anexo L se puede ver los resultados de la muestra A1 Y A2

Tabla 2-3: resultado de la caracterización del contenido ruminal

Origen	Muestra	Parámetro	Resultados A1%	Resultados A2%	Fuente 1 %	Fuente 2 %
Camal Municipal de la ciudad de Riobamba	Rumen tamizado	NT	0,0852	1.35	0,32	0.068
		P205	0,1639	2,2760	0,08	0,023
		K2O	0,0653	0,5835	0,05	0,0002
		Humedad	--	88,98	87,23	8,78
		Materia orgánica	1,22	88,04	--	--
		Cenizas	--	11,96	2,10	16,89
		Ph	7	7	6,8	7,32
		CE	13,82	--	--	--

Fuente 1: (Montaño, 2018, p.66)

Fuente 2: (Oñate, 2018,p.38)

Realizado por: Salazar, D. (2019)

En la tabla 2-3 se compara los parámetros de caracterización entre el rumen no tamizado (A2) y rumen líquido (A1), con resultados de estudios similares como el de Montaño, 2018, donde los valores son de una muestra sin tamizar y con mezcla de agua en un estado fresco. Oñate, 2018 p.38 reporta valores de una muestra de rumen seco debido a su cantidad de humedad. Los valores pueden variar ya que estos resultados dependen de muchos factores como la alimentación, la temperatura, el agua o la especie del animal

3.2.1. Materia Orgánica

El análisis de este parámetro fue considerado para la caracterización de la materia prima, por lo que se realizó solo en la primera etapa obteniendo datos sobre el contenido ruminal, poda y restos orgánicos.

El gráfico 1-3 indica el porcentaje de materia orgánica presente en las muestras de rumen poda y restos del mercado.

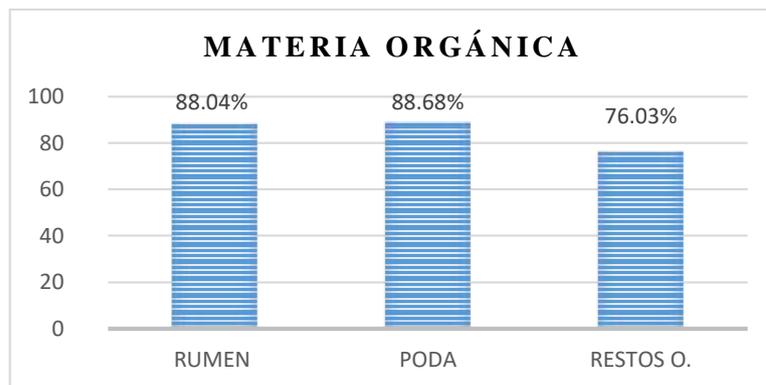


Gráfico 1-3: Medición Materia orgánica

Realizado por: Salazar, D. (2019)

La cantidad de materia orgánica presente en el rumen es del 88,04%, en la poda de 88,68% siendo esta la muestra con mayor concentración, y los restos orgánicos presentan un total de 76,03% de MO.

3.2.2. Humedad

Al analizar las muestras en un estado fresco se obtiene la presencia de una gran cantidad de humedad, esta representa el porcentaje de agua en estado líquido que posee cada muestra, es un indicador de las condiciones de la materia, el rumen posee un 88,98%, la poda un 88,68% y los restos orgánicos un 76,03%, estos valores se encuentran similares a los obtenidos por el estudio de Peñafiel (2015), obtención de biol a partir de residuos del camal de la Paz donde el rumen presenta una humedad de 80%.

El grafico 2-3, presenta el contenido de humedad en las materias primas.

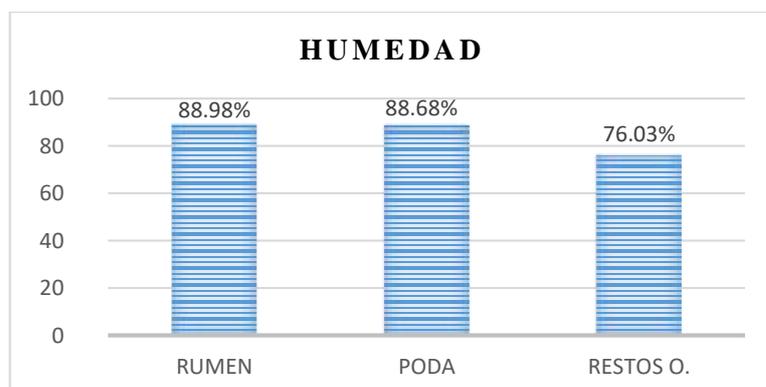


Gráfico 2-3: Medición Humedad.

Realizado por: Salazar, D. (2019)

3.3. Caracterización del biol.

En función a un análisis comparativo sobre los nutrientes básicos que los abonos orgánicos poseen (N, P, K,) se determinó que se poseen valores similares de acuerdo a la materia de alimentación de los tratamientos, se determina que no existe una diferencia significativa en cuanto a la presencia de los elementos nutricionales, el contenido es favorable para cultivos, por la relación estable entre ellos que sirven como abono orgánico. En concordancia con los datos representados de las investigaciones citados, guardan relación en función del estudio realizado.

Tabla 3-3: Resultados de la caracterización

T.	N (%)	P (%)	K (%)	DBO mg/L	DQO mg/L	Conductividad (mSiems/cm)	pH (0-14)	Temp.(°C)
1	0.19	0.0171	0.2930	3000	6700	2.56	6	18
2	0.16	0.0184	0.2894	4100	7700	2.76	6	18,3
3	0.32	0.0267	0.3103	5300	10450	3.30	5	17,8
4	0.17	0.0235	0.2941	3600	10990	3.32	5	18,2

Realizado por: Salazar, D. (2019)

En la tabla 3-3 se puede diferenciar cuatro tratamientos donde los valores de nitrógeno van desde 0.16 a 0,32%, para el contenido de fósforo los valores están entre 0.0171 y 0,0267%, el potasio se encuentra entre 0.2894 y 0,3103%. Autores como, Sarabia (2017) en su trabajo de producción de biol mediante codigestión anaerobia de excretas de borrego y rumen obtiene 0,3% para la cantidad de nitrógeno presente, Aparcana (2008) en su estudio sobre el valor de los fertilizantes registra un contenido menor que va entre 0.02 y 0.26%, autores como Gualoto (2018) reporta entre 0.11 y 0.23% de nitrógeno y Montaña (2018) valores entre 0.26 y 0.29 % estos datos se encuentran similares a los obtenidos en el estudio. Montaña en su diseño para la obtención de biol a partir de rumen generado por la Empresa Municipal de rastro de la ciudad de Esmeraldas reporta valores que superan el contenido de fósforo estos presentan valores 0.116%, 0.118% y 0.116% en sus tres tratamientos, Pérez et al., 2017 reporta valores de fósforo entre 0.002 y 0.02%. Aparcana (2008), quien al elaborar cuatro tipos de biol registró valores de K de 0.029 a 0.42%.

3.3.1. PH

El pH juega un papel muy importante en las actividades bacteriológicas, este parámetro tiene que estar controlado de acuerdo a la etapa en la que se encuentra la fermentación.

En la gráfica 3-3 se reporta los valores de pH obtenidos durante el pre y post tratamiento.

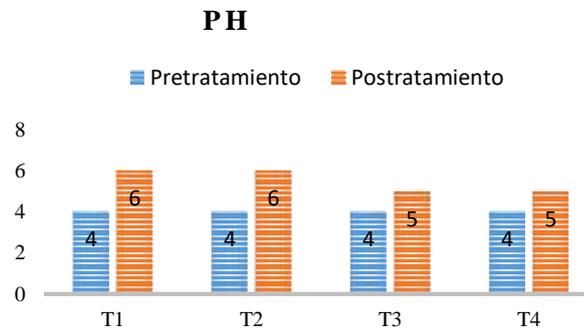


Gráfico 3-3: Medición pH

Realizado por: Salazar, D. (2019)

El resultado de pH de los cuatro tratamientos durante el inicio de la fermentación presenta una característica acida, en lo posterior llega a estabilizarse en un pH neutro para su aplicación, este valor es similar al expuesto por, Soria (2000) en el estudio de producción de biofertilizantes por digestión donde registra un pH 5.5 en uno de sus 4 tipos de biol.

3.3.2. Temperatura

La temperatura de la mezcla se tomó al inicio una muestra de los 4 tratamientos, a los 20 días del proceso de fermentación se tomó la segunda muestra, y al finalizar el día 42 la tercera muestra donde se evidencio que se encontraba en temperatura ambiente una condición óptima.

Tabla 4-3: Datos de la temperatura durante el proceso fermentativo.

Día	T1	T2	T3	T4
2	17.8	18.2	18	17.5
22	18.5	18.7	18.5	18.8
42	18	18.3	17.8	18.2

Realizado por: Salazar, D. (2019)

3.3.3. Análisis comparativo físico-químico y microbiológico

3.3.3.1. Tratamiento 1

Caracterización Química

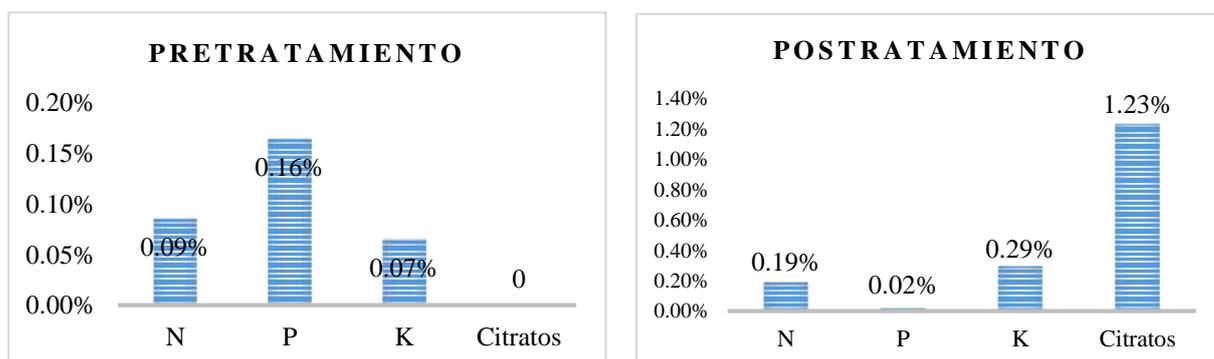


Gráfico 3-3: Pre y Post tratamiento T1 análisis químico.

Realizado por: Salazar, D. (2019)

En el T1 el nitrógeno se encuentra en una fracción de un 0,19% valor que se encuentra similar al de otros estudios en el país como el de Gualoto (2018) donde reporta 0.2%. Warnars & Oppenoorth, 2014, obtuvieron 0,06% de nitrógeno, Aparcana, 2008, obtuvo valores de 0.02 a 0.26 % en cuatro tipos de biol.

El fósforo se analizó en forma de $2P_2O_5$, representan valores parecidos o aceptables, en cuanto a la presencia de elementos nutricionales de otros bioles. Se registra un contenido de 0,02%, este es similar a los reportados en el estudio por Pérez et al., 2017, quienes obtuvieron valores de 0.002 a 0.02%.

El potasio se encuentra en un 0,29% valor que es mayor al compararlo con los resultados del estudio realizado por Montaña (2018), también supera a dos tipos de biol a partir de estiércol reportados por un estudio realizado por el Sistema de biobolsa 2016 donde obtuvieron 0.04 y 0.06%, concuerda con los expuestos por Aparcana, 2008, los cuales se encuentran entre 0.029 a 0.42%. Los citratos presentan 1.23%, estos se encuentran a manera de sales de citratos las cuales son buenas reguladores de basicidad del suelo, cabe señalar que los análisis del pretratamiento son realizados de una muestra líquida del rumen estos son comparados según el material de alimentación en este caso para el T1 y T2, con lo que afirma que la mezcla al ser sometida a un proceso de fermentación microbiana adquiere cierta cantidad de nitrógeno.

Caracterización Física.

En el gráfico 4-3, se analiza parámetros del biol.

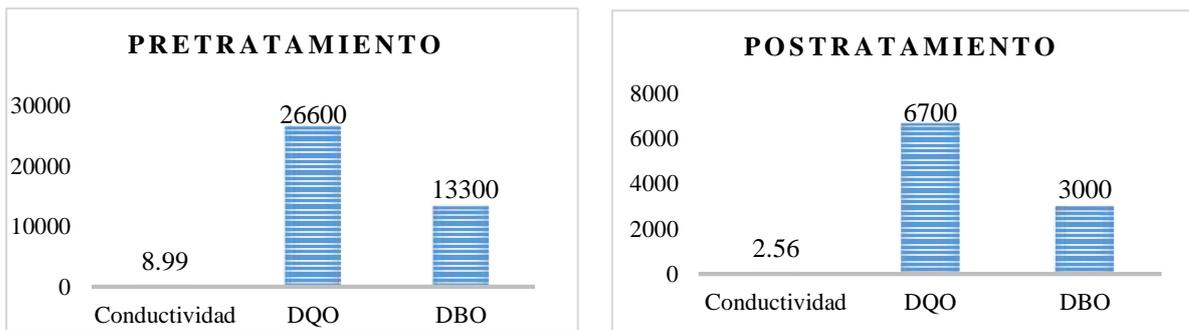


Gráfico 4-3: Pre y Post tratamiento T1.

Realizado por: Salazar, D. (2019)

El T1 presenta una conductividad de 8,99 mSiems/cm como dato de pretratamiento y 2,56 mSiems/cm al finalizar, valor que disminuye y se considera como materia estable. La DQO inicial es de 26600mg/L y 6700 mg/L al finalizar. La DBO presenta un valor de 13300 mg/L en el pretratamiento y 3000 mg/L postratamiento. Estos valores indican que la materia orgánica se ha degradado.

Caracterización Microbiológica

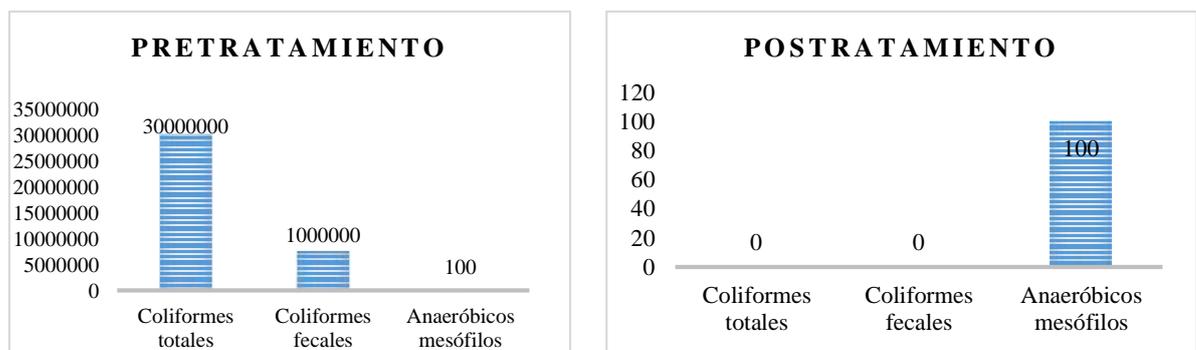


Gráfico 5-3: Pre y Post tratamiento T1 análisis microbiológico.

Realizado por: Salazar, D. (2019)

De acuerdo a un análisis microbiológico sobre Coliformes totales, fecales y anaeróbicos mesófilos de la mezcla durante pre y post tratamiento, presenta una disminución o remoción total del 100% en coliformes totales y fecales. Esto significa que tras haber transcurrido 42 días el proceso anaeróbico ha concluido quedando un efluente líquido (biol) menos agresivo en poblaciones bacterianas. Mientras que los anaerobios mesófilos se mantienen con un valor de 100UCF/100ml, en las dos comparaciones.

3.3.3.2. Tratamiento 2

Caracterización Química.

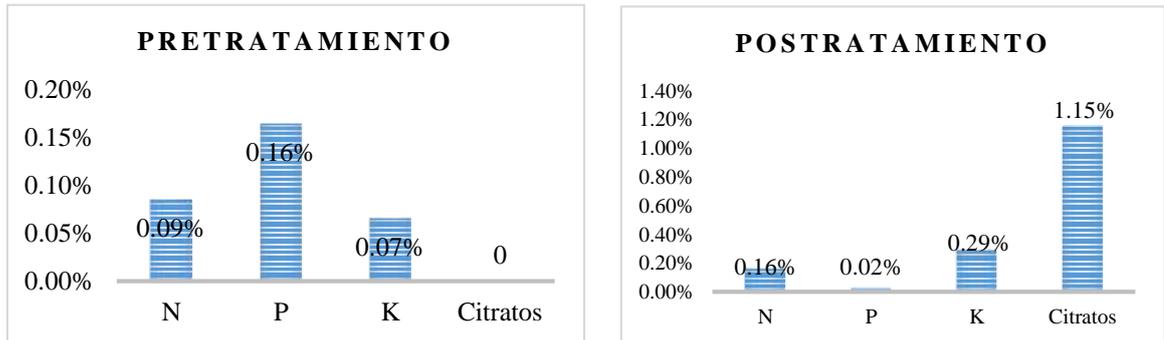


Gráfico 6-3: Pre y post tratamiento T2 análisis químico.

Realizado por: Salazar, D. (2019)

El T2 presenta un contenido de nitrógeno que se encuentra en una fracción de 0,16% en la etapa de posttratamiento, valor que es superado al trabajo de Warnars en (2014) donde reporto 0.06% de nitrógeno, esta variación se puede deber a que el nitrógeno es utilizado por bacterias metanogénicas como fuente de alimentación el cual es transformado en amonio.

El fósforo y potasio son analizado en forma de $2P_2O_5$ y K_2O el fósforo presenta una fracción de 0,02%, este valor coincide a los reportados por Pérez et al., 2017, quienes obtuvieron valores de fosforo entre 0.002 y 0.02%, el potasio se presenta en una fracción de 0,29% el cual comparamos con los resultados de, Aparcana, 2008, donde registró valores de 0.029 a 0.42%. Los citratos presentan un 1.15%.

Caracterización Física

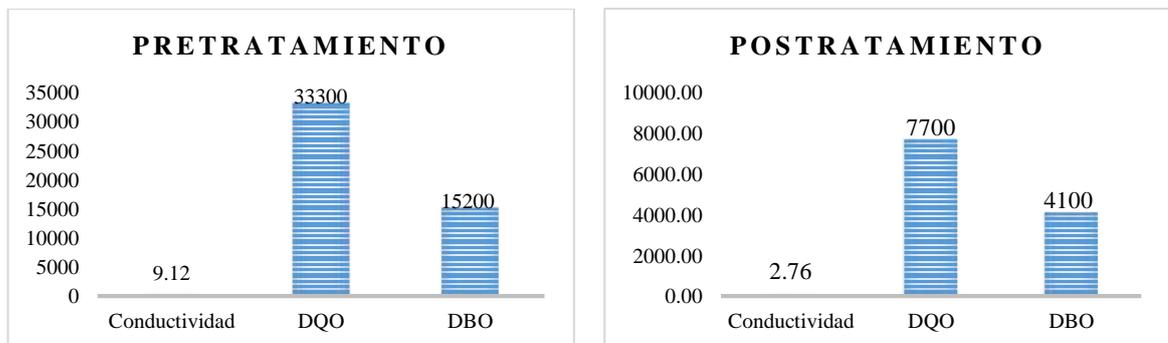


Gráfico 7-3: Pre y Post tratamiento T2

Realizado por: Salazar, D. (2019)

La conductividad eléctrica al inicio tiene un valor de 9,12 mSiems/cm y al finalizar posee un valor de 2,76 mSiems/cm, este parámetro de la misma manera al anterior disminuye, para la DQO posee 33300mg/L en el pretratamiento y 7700 mg/L postratamiento valor que desciende debido al consumo de materia orgánica por los microorganismos, la DBO presenta 15200 mg/L en el pretratamiento y 4100 mg/L postratamiento todos los valores dentro del parámetro de medida mg/L.

Caracterización Microbiológica

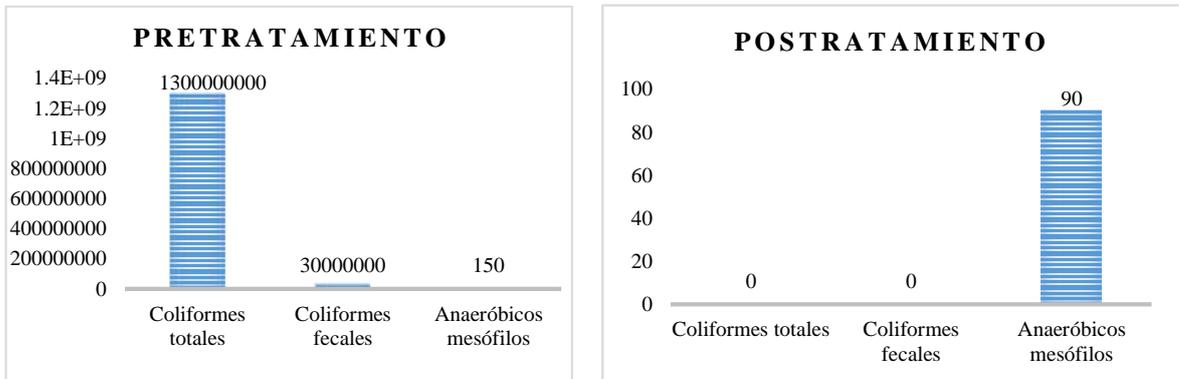


Gráfico 8-3: Pre y Post tratamiento T2 análisis microbiológico.

Realizado por: Salazar, D. (2019)

El análisis microbiológico del T2 sobre los coliformes totales, y fecales existe una disminución total, este resultado de remoción de microorganismos considerados como patógenos es significado de la efectividad del tratamiento, se identifica solo en esta formulación una disminución notable en los microorganismos anaeróbicos mesófilos de 150 UCF/100ml a 90 UCF/100ml lo que determina el cese de la fermentación.

3.3.3.3. Tratamiento 3

Caracterización Química.

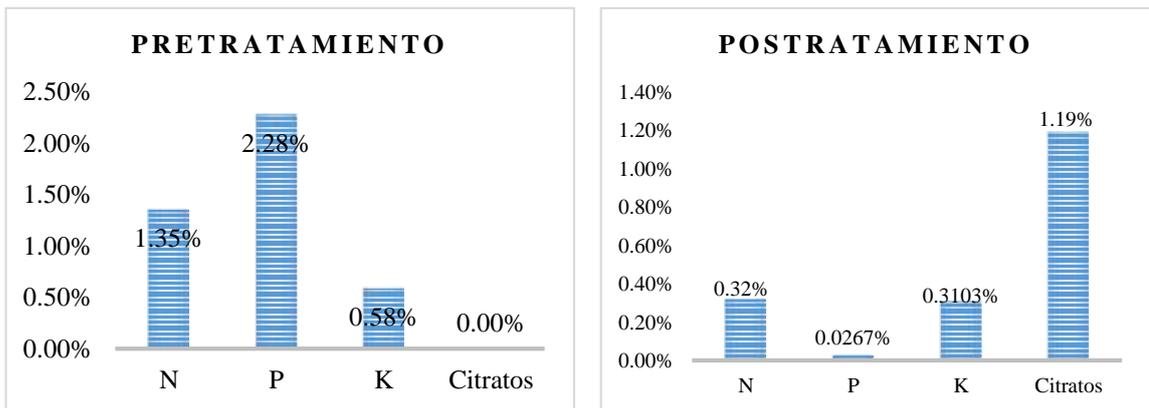


Gráfico 9-3: Pre y post tratamiento T3 análisis químico.

Realizado por: Salazar, D. (2019)

El T3 identifica una fracción 1,35% de nitrógeno en el pretratamiento, de acuerdo al fosforo tenemos un resultado de 2,28% y para el potasio encontramos 0,58%. Al terminar el proceso se registra una actividad donde se obtiene 0,32% para el nitrógeno valor que supera al citado en los análisis anteriores, el fósforo tiene una fracción de 0,027 valor similar al reportado por Pérez et al., 2017. El potasio presenta 0,31% este supera al expuesto por, Aparcana, 2008. Estos resultados podrían deberse a que el fosforo es asimilado por bacterias metanogénicas que se encuentran en el material solido del rumen. La presencia de los citratos en los abonos orgánicos es de mucha importancia es por ello que se realiza el análisis que demuestra la presencia de los mismo, el cual para este tratamiento contiene 1,19% de su composición.

Caracterización Física.

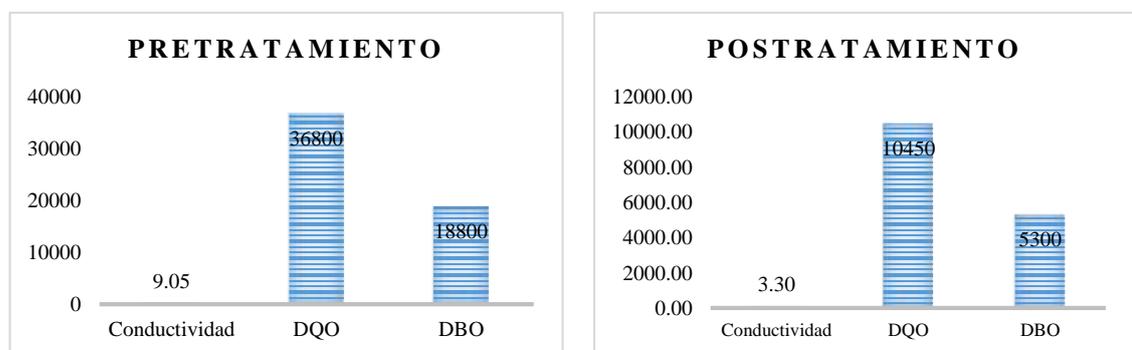


Gráfico 10-3: Pre y Post tratamiento T3

Realizado por: Salazar, D. (2019)

De acuerdo al T3 donde se presenta los resultados del análisis de Conductividad, DQO, y DBO, se obtiene un valor de 9,05 mSiems/cm como dato de la conductividad en el pretratamiento y

3,30 mSiems/cm dato que disminuye en un 60%, la DQO presenta un valor de 36800mg/L en el pretratamiento y 10450 mg/L para el postratamiento dato que desciende de acuerdo a lo expuesto sobre el consumo de materia orgánica, la DBO es 18800 mg/L al iniciar el proceso y 5300 mg/L al finalizar, indicando la estabilidad de la mezcla.

Caracterización Microbiológica

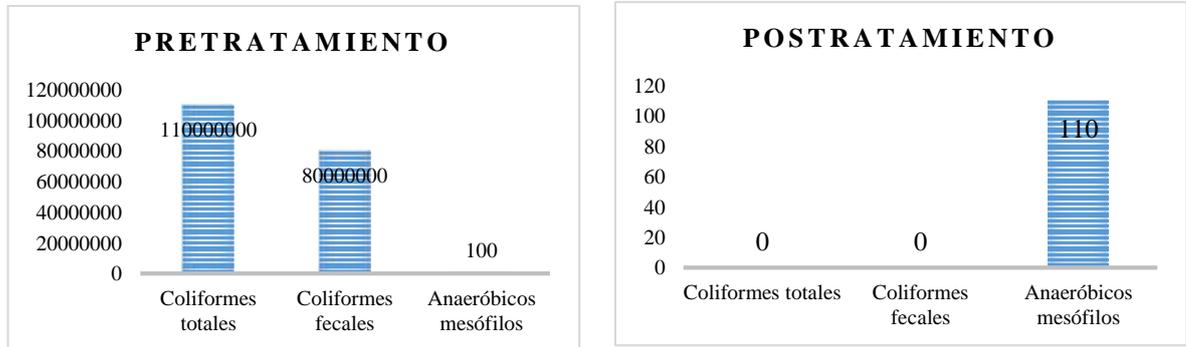


Gráfico 11-3: Pre y Post tratamiento T3 análisis microbiológico.

Realizado por: Salazar, D. (2019)

En función del análisis microbiológico del T3 sobre los coliformes totales, y fecales existe una disminución total, este resultado favorece en la efectividad del tratamiento donde se presenta una remoción del 100%, se identifica un crecimiento en los microorganismos anaeróbicos mesófilos lo que puede deberse a inestabilidad en el proceso de la fermentación, ya sea por el material de alimentación.

3.3.3.4. Tratamiento 4

Caracterización Química

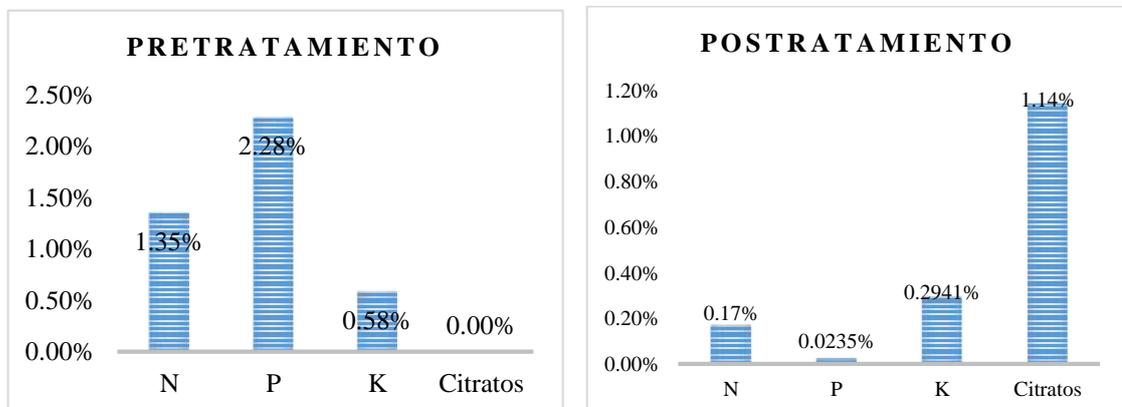


Gráfico 12-3: Pre y post tratamiento T4 análisis químico

Realizado por: Salazar, D. (2019)

Se identifica en el T4 una fracción de 1,35% de nitrógeno en el pretratamiento, de acuerdo al fósforo tenemos un resultado de 2,28% y para el potasio encontramos 0,58%. Al finalizar el proceso de digestión se registran valores 0,17% para el nitrógeno resultado que es menor al expuesto por Montaña 2018, quien obtiene valores entre 0.26 y 0.29%. El fósforo se encuentra en una fracción de 0,024%, %, este es parecido a los reportados en el estudio por Pérez et al., 2017, quienes obtuvieron valores de 0.002 a 0.02%. El potasio presenta 0,29% valor supera a los comparados con dos tipos de biol a partir de estiércol reportados por un estudio realizado por el Sistema de biobolsa 2016 donde obtuvieron 0.04 y 0.06%, concuerda con los expuestos por Aparcana, 2008, los cuales se encuentran entre 0.029 a 0.42%.

Los citratos son considerados como sales minerales que favorecen a la mejora de los úselos agrícola por ellos se determina la cantidad final que poseen cada uno de los tratamientos siendo este el resultado de 1.14%.

Caracterización Física

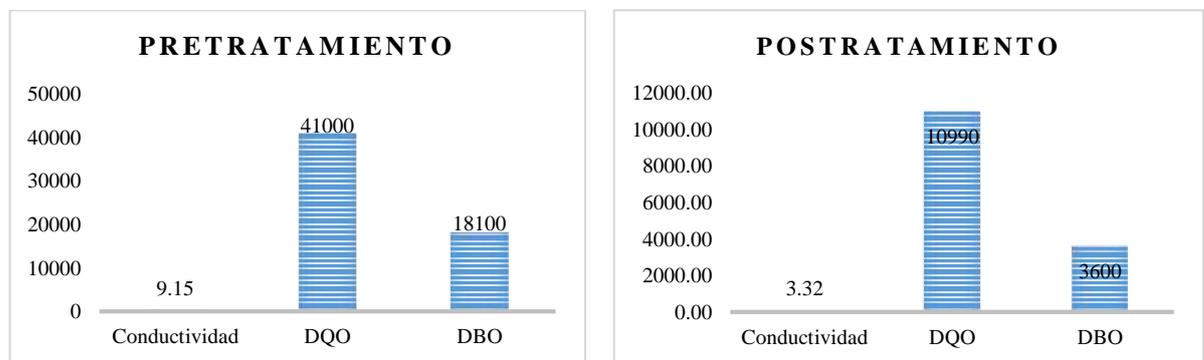


Gráfico 13-3: Pre y Post tratamiento T4

Realizado por: Salazar, D. (2019)

De acuerdo al T4 se obtiene resultados de la Conductividad, DQO, y DBO, durante pre y post tratamiento de la mezcla. Conductividad con 9,15 mSiems/cm como valor del pretratamiento y 3,32 mSiems/cm valor que disminuye en el postratamiento, la DQO inicial es de 41000mg/L y 10990 mg/L para el análisis final, dato que desciende indicando una degradación de la materia según expuesto en investigaciones similares, la DBO es 18100 mg/L en el pretratamiento y 3600 mg/L en el postratamiento.

Caracterización Microbiológico

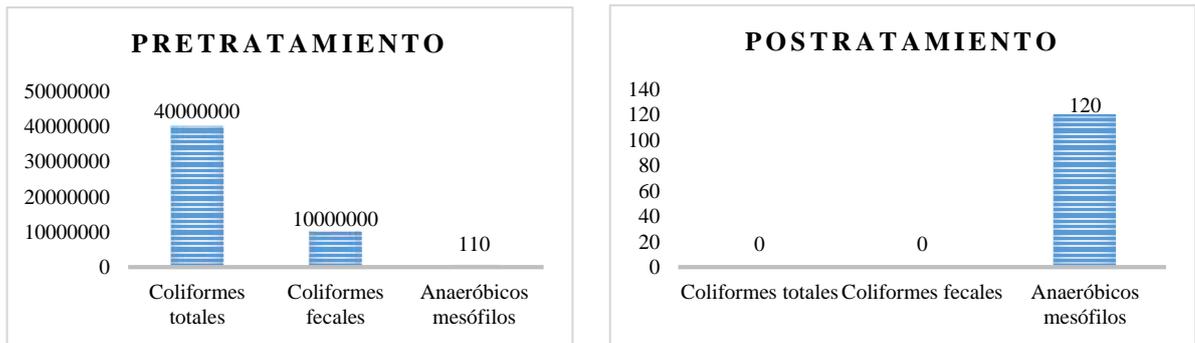


Gráfico 14-3: Pre y Post tratamiento T4 análisis microbiológico

Realizado por: Salazar, D. (2019)

El T4 en función del análisis microbiológico sobre los coliformes totales, y fecales existe una remoción o eliminación del 100% de coliformes totales y fecales, microorganismos considerados como patógenos, los anaerobios mesófilos presentan un crecimiento con lo que se asume que el material con el que fue alimentado requiere mayor tiempo para su degradación.

Como resultado de los tratamientos comparativos entre los tratamientos T1, T2, T3 y T4 se analiza una similitud en cuanto a sus valores sobre la composición de N, P, K, y Citratos. Estos resultados presentan alteraciones mínimas entre los cuatro tratamientos. En comparación físico-químico de DBO, DQO, y Conductividad los valores disminuyen en los postratamientos relacionando su efectividad. En cuanto al postratamiento Microbiológico existe una variación significativa ya que los coliformes disminuye en un 100% en los 4 tratamientos; en cuanto a los anaeróbicos mesófilos varía relativamente.

3.4. Resultado para el diseño del biodigestor

Para tener los datos del biodigestor tenemos que saber el volumen total requerido que es de 45 m³ aprox. Donde se cargan los días de faenamiento en un total 6600 litros de rumen líquido y agua, más 400 kg de paja que servirá de alimento. Datos establecidos de acuerdo al diseño a escala de laboratorio realizado, para los microorganismos fermentadores los mismos que se encuentran acostumbrados a una dieta de pasto.

Tabla 5-3: Medidas para el diseño del biodigestor

Descripción	valor
Área (m ²)	2,84
Longitud (m)	17
Altura de la caja de la entrada (m)	1,25
Volumen (m ³)	48
Volumen de la tierra removida (m ³)	29

Realizado por: Salazar, D. (2019)

En la tabla 5-3 se identifica los valores para la implementación de los biodigestores utilizados para el almacenamiento, estos serán alimentados 5 días a la semana tomando en cuenta la cantidad de 550 a 600 reses sacrificadas semanalmente. Los biodigestores se alimentan semanalmente como una producción por lotes, al transcurrir el tiempo fermentativo de 42 días se procede a la cosecha del biol para los procesos de limpieza y nuevo abastecimiento que se considera los días domingos. El abono líquido obtenido del proceso de digestión anaerobia debe ser almacenado en una cisterna o tanques reservorios que tengan la capacidad de almacenar 22m³.

3.4.1. Análisis de Costos

Tabla 6-3: Costo de un litro de biol

Detalle	Cantidad	Unidad	Valor unitario	Valor total
Materia Prima				
Rumen	20	Kg	\$ 0.03	\$ 0.6
Agua	50	Kg	0.02	\$ 1
Poda	20	Kg	\$ 0.02	\$ 0.4
Melaza	3.3	Kg	\$ 0.33	\$ 1.08
Ceniza	1.9	Kg	\$ 0.05	\$ 0.09
Suero láctico	4.8	L	\$ 0.05	\$ 0.24
Materiales				
Tanque	1	Uni	\$ 12	\$ 12
Manguera	0.5	m.	\$ 0.2	\$ 0.10
Plástico negro	2.5	m ²	\$ 0.75	\$ 1.87
Lienzo	1	Uni	\$ 0.6	\$ 0.60
SUBTOTAL				\$ 17.98
Mano de obra	10%			\$ 1.8
TOTAL				\$ 19.78
Volumen total	67.6	L	\$0.29	\$ 19.78
Costos de producción				\$ 0.3

Realizado por: Salazar, D. (2019)

En la tabla 6-3 se establece un precio para la producción por litro de biol a partir de un promedio de todos los gastos realizados para el diseño del biodigestor.

Tabla 7-3: Costo del diseño un biodigestor

Detalle	Cantidad	Costo unitario	Total
Recurso humano	1	\$ 850.00	\$ 850.00
Otros gastos	1	\$ 180.00	\$ 180.00
Total			\$1030.00

Realizado por: Salazar, D. (2019)

Gracias a la identificación, estimación y cuantificación aproximada de cantidad de rumen bovino que generan en promedio mensualmente el camal frigorífico se opta por la construcción de 6 biodigestores tipo salchicha los cuales se alimentaran diariamente y al finalizar de cargar todos los 6 digestores habrán pasado 41 días desde el primer día que se alimentó y 35 días desde el último día de carga, dando tiempo necesario para darse la biodegradación y el proceso de cosecha se podría realizar los días domingos en un horario de 7 a 11 am.

El material procedente del área de eviscerado y lavado debe ser separado desde el momento de su generación, es decir el contenido ruminal y toda el agua utilizada deberá ser conducida por un bajante y direccionada al separador de solidos o a una cámara con rejillas para obtener la parte liquida de este efluente.

Tabla 8-3: Costo de materiales para la construcción de un biodigestor

CONSTRUCCIÓN			
1. Insumos y materiales	Cantidad	Costo unitario	Total
Excavación y adecuación del área		\$350	\$350
Biodigestor			
Rollo polietileno tubular 3 m de ancho	8	\$ 102	\$913.92
Tubería PVC 6 plg [™]	1	\$ 6.80	\$ 6.8
Tubería PVC 4 plg	5	\$ 5.20	\$ 26
Pasa muros roscados ½ plg	18	\$ 1.50	\$ 27
Evacuación del gas			
Manguera trasparente (rollo)	1	\$ 65	\$ 65
Codo para manguera	6	\$ 0.50	\$ 3
T para manguera	18	\$ 0.50	\$ 9
Valvula de globo ½ plg	6	\$1.50	\$ 9
Abrazadera	34	\$ 0.30	\$ 10.20

Uniones	18	\$ 0.45	\$ 8.10
Carga y descarga			
Cemento (quintal)	4	\$ 9	\$ 36
Arena (me ³)	5	\$ 20	\$ 100
Ripio (metros ³)	4	\$ 15	\$ 60
Reservorio de biol			
Tanque reservorio de 1000l	22	\$ 80	\$ 1760
Invernadero			
Tubo galvanizado	6	\$ 24	\$ 144
Rollo polietileno tubular 3 m de ancho	6	\$ 102	\$ 612
Otros		\$ 90	\$ 90
Total			\$ 4086.02
Mano de obra para la construcción	2	25	50
ETAPA 2	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		
Insumos y materiales para la preparación del sustrato			\$ 150
Mantenimiento			\$ 50
Limpieza			\$ 10
Imprevistos			\$ 50
Total inversión			\$ 4346.02

Realizado por: Salazar, D. (2019)

Con el detalle de los costos en la tabla 8-3, se suma los valores obtenidos para calcular el costo de producción, donde se puede dar una propuesta con un dato económico para la implementación del sistema de tratamiento de residuos. Obtener la cantidad de 20 m³ de abono orgánico capaz de satisfacer las necesidades de aproximadamente de 40 hectáreas de cultivos mismo que el mercado se lo encuentra de 2.40 \$ el litro. Se propone a la institución que de acuerdo a análisis económicos realizados con el valor de 4500\$ se construirá un galpón donde se tratará el residuo orgánico desde la fuente es decir desde el momento que se genera y con la cantidad correcta de agua; diferenciando la parte líquida de la sólida ya que según varios estudios el CRB posee índices de humedad bajos que son favorables para la producción de compost, y la parte líquida sería alimento para los biodigestores.

CONCLUSIONES

- La producción de biol fue de 67.6 litros en 42 días para el tratamiento seleccionado, lo que demuestra que los residuos utilizados son óptimos para la obtención de este abono orgánico.
- De la caracterización físico química y microbiológica del biol se establece como un producto que posee buenas propiedades nutricionales para su aplicación donde muestra contenidos de N 0.16%, P 0.0184%, K 0.298%, Dbo 4100mg/L, Dqo 7700 mg/L, Conductividad 2.76 mSiems/cm, Ph 6 y no posee la presencia de coliformes totales ni fecales.
- El mejor tratamiento representa el T2 por tener el menor tiempo de producción, determinado por el cese de la generación de biogás presente en el burbujeo de la botella con agua.
- Para el dimensionamiento adecuado de una propuesta se determinó la carga de alimentación diaria de 6.6 m³, que genera un volumen total de 44 m³, para esto se estima una producción neta líquida de biol de 25m³, de acuerdo a lo relacionado con la experimentación a escala de laboratorio.

RECOMENDACIÓN

- Se sugiere investigar sobre otros materiales que puedan servir como materia prima o insumos para acelerar el proceso fermentativo, o permitan obtener una mejor calidad nutricional en el biol.
- Es recomendable tener el mayor cuidado en la hermeticidad de los biodigestores ya que la presencia de oxígeno afecta en el tratamiento anaerobio.
- Se recomienda investigar sobre la aplicación de microorganismos para acelerar la degradación de materia orgánica
- Se propone la aplicación de este biol para instituciones que posean parque o jardines

Bibliografía

AGROCALIDAD. Agencia de regulación y control fito y zoonosanitario. *Agrocalidad* [en línea], 2008, P. 1- 10 [Consulta: 12 Febrero 2019]. Disponible en: <http://www.agrocalidad.gob.ec/productos-organicos-en-ecuador/>

ALEGRE, M., MERZTHAL, G., ET AL. *Educación ambiental para la prevención y recuperación ambiental* [en línea]. Lima (Perú): Dirección General de Educación, Cultura y Ciudadanía Ambiental, 2016.[Consulta: 18 Febrero 2019]. Disponible en: <http://www.minam.gob.pe>

APARCANA, S., & JANSEN, A. E. *Estudio sobre el Valor Fertilizante de los Productos del Proceso “Fermentación Anaeróbica” para Producción de Biogás* [en línea]. Lima, 2008. [Consulta 22 de Diciembre de 2018]. Disponible en: de <http://www.german-profec.com>

ARRIETA PALACIOS, W. *Diseño de un biodigestor doméstico para el aprovechamiento energético del estiércol de ganado* [en línea]. Piura, 2016.[Consulta: 4 marzo 2019]. Disponible en <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/2575>

ASANKULOVA, A. *Analysis of Factors Influencing Biogas* [en línea]. *Release Geliotekhnika*, 2008.[Consulta: 23 febrero 2019].Disponible en: <http://www.zorgbiogas.com>

BARRAGÁN, S. *Proyecto de factibilidad para la creación de la empresa Pública El Camal Municipal del Gobierno Autonomo Descentralizado de Riobamba* [en línea]. Riobamba, 2017. [Consulta: 20 marzo 2018].Disponible en : <https://prezi.com/wq3uu9swfxbb/proyecto-de-factibilidad-para-la-creacion-de-la-empresa-publ/>

BORRERO, C. *Abonos Organicos* [en línea]. Quito, 2008. [Consulta: 12 Marzo 2019]. Disponible en: <http://www.infoagro.com>

BOTERO, R., & PRESTON, T. *Biodigestor de bajo costo para la producción de combustible y fertilizante a partir de excretas* [en línea]. Ecuador, 1987.[Consulta: 24 enero 2019]. Disponible en: <http://www.produccion-animal.com.ar/Biodigestores/04-biodigestores.pdf>

BUSTOS, C. *La problemática de los desechos sólidos* [en línea]. Quito, 2009. [Consulta: 28 enero 2019]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/html/1956/195614958006/>

CASTRO, M., & VINUEZA, M. Manual para el manejo adecuado de los residuos sólidos generados por el camal Municipal de Riobamba [En línea] (tesis). (pregrado) Escuela Superior Politecnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador, 2011, pp. 20-50 [Consulta: 2019-03-24]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/1294>

CAYETANO, F. Las Aguas Residuales Provenientes Del Faenamiento En El Camal Municipal Salcedo Su Incidencia En La Contaminacion Del Rio Cutuchi [en línea] (tesis). (pregrado) Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.2010, pp, 30-60 [Consulta: 2019-02-26] Disponible en: <http://repo.uta.edu.ec/handle/123456789/1774>

CIDELSA. Residuos Sólidos *Cidelsa* [en línea]. Quito, 2015. [Consulta: 17 enero 2019]. Disponible en : Obtenido de <https://www.cidelsa.com/es/>

CISTERNA, P., & PEÑA, D. Determinación de la relación DQO/DBO5 en aguas residuales de comunas con población menor a 25.000 habitantes en la VIII región [en línea] (tesis).(pregrado) Universidad Tecnica. Federal de Sta Marí, Santiago de Chile, Chile,2017, pp. 30-70 [Consuta : 2019-01-15] Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/chile13/trab-12.pdf>

CORACE, J. Comparación del tiempo de reacción en el proceso de biodigestión según el tamaño de las partículas de aserrín utilizando como materia orgánica.*Comunicaciones Científicas* y [en línea], 2006 , p,190 [Consulta: 13 Marzo 2019]. Disponible en <http://www.edukations.com/wp-content/uploads/2019/01/Fundamentos-de-biodigestores.pdf>

CUMBRE PUEBLOS. *Contaminación Ambiental problemas, consecuencias y soluciones.* [en línea]. Ecuador, 2017. [Consulta: 4 enero 2019]. Disponible en: <https://cumbrepuebloscop20.org/medio-ambiente/contaminacion/ambiental/>

DE LA ROSA, J. Análisis Físico y Químico de fertilizante orgánico (biol) producido por Biodigestores a partir de estiércol de ganado [En línea] (tesis).(pregrado) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador, 2012, pp. 10-80 [Consulta: 2019-01-11]. Disponible en: <http://dspace.esoch.edu.ec/bitstream/123456789/4871/1/236T0173.pdf>

ESQUER VERDUGO, R. Reciclaje y tratamiento de los RSU. [En línea] (tesis).(pregrado) Instituto Politécnico Nacional, Zacatenco, Mexico, 2009, pp. 65-100 [Consulta: 2019-01-11]. Disponible en: <https://tesis.ipn.mx>

FAO. Manual de biogás [en línea]. Estados Unidos, 2011. [Consulta: 20 enero de 2019]. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/019/as400s/as400s.pdf>

GUEVARA, A. Fundamentos básicos para el diseño de biodigestores anaeróbicos rurales: Producción de gas y saneamiento de efluentes [en línea] (tesis).(pregrado) Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Peru ,1996, pp. 134-180 [Consulta: 2019-01-27] Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/7967/4/luisoctaviogonzalezsalcedo.20121.pdf>

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Gestión ambiental. Residuos sólidos [en línea]. Bogota, Colombia, 2009. [Consulta: 20 enero de 2019]. Disponible en: <http://www.bogotaturismo.gov.co/sites/intranet.bogotaturismo.gov.com>

JIMENEZ CISNEROS, B. La contaminación de la población. En México (Ed.), *La contaminación en México; causas, efectos y tecnología adecuada.* México (2001). [Consulta: 20 marzo 2019]. Disponible en: <https://www.worldcat.org/title/contaminacion-ambiental-en-mexico-causas-efectos-y-tecnologia-apropiada/oclc/50769454>

LÓPEZ, A. Obtención de biofertilizante a partir de un residuo ultrafino *Spirulina platensis* en base a degradación anaerobia en fase hidrolítica [en línea] (tesis). (pregrado) Escuela Superior Politecnica del Ejercito , Salgolqui, Ecuador, 2011, p. 167 [Consulta:2019-01-25]. Disponible en : <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/5015/2/T-ESPE-033046-A.pdf>

MAE. Residuos sólidos orgánicos municipales. *Ministerio del Ambiente Ecuador* [en línea]. Quito, Ecuador, 2010. [Consulta: 01 de diciembre de 2018] Disponible en: <http://www.ambiente.gob.ec/programa-pngids-ecuador/>

Martí, H. Diseño de un biodigestor para comunidades andinas [en línea]. *Alemania*, 2008. [Consulta:0 8 de Enero de 2019]. Disponible en: de <http://www.bivica.org/upload/biodigestores-familiares.pdf>

NIPPON KOEI. Manual Sobre Disposición Final de Residuos Sólidos municipales [en línea]. República Dominicana, 2017. [Consulta: 23 Enero del 2019]. Disponible en: <http://ambiente.gob.do/wp-content/uploads/2016/10/05-Disposici%C3%B3n-Final-RSM.pdf>

OLAYA, Y. Fundamentos para el Diseño de Biodigestores [en línea]. Palmira, Colombia ,2008. [Consulta: 04 marzo del 2019]. Disponible en: <https://repository.usta.edu.com>

ORTEGA, M., MORENO, M., ET AL. Evaluacion de medios de cultivo como biofertilizante [en línea], 2018. [Consulta: 6 de enero de 2019]. Disponible en: <http://dicea.chapingo.mx/wp-content/uploads/2018/09/6-Mem-Mesa-3-congreso-2018.pdf#page=45>

PARRA, R. Digestión anaeróbica: mecanismos biotecnológicos en el tratamiento de aguas residuales y su aplicación en la industria alimentaria. *SciELO* [en línea], 2015, (Mexico) 10 (2), pp. 142-159. [Consulta: 18 enero 2019]:ISSN 1909-0455.Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/pml/v10n2/v10n2a14.pdf>

PAVLOSTATHIS, S., & GIRALDO E. Kinetics of anaerobic treatment: a critical review. *Critical reviews in environmental* [en línea], 1991, 21, pp.411-490. [Consulta:12 febrero 2019]. Disponible en : <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10643389109388424>

RAMOS AGÜERO, D., & TERRY, A. Generalidades de los abonos orgánicos: Importancia del Bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. *Cultivos Tropicales* [en línea], 2014, 35(2), pp. 52-59. [Consulta: 23 enero 2019]. Disponible en: <http://www.redalyc.org>

RESTREPO, R. Biofertilizantes preparados y fermentados a base de estiércol de Vaca [en línea], Santiago de Cali, Colombia, 2002. [Consulta: 17 diciembre 2019]. Disponible en: <http://agroecologia.org/wp-content/uploads/2016/12/ABC-de-la-Agricultura-organica-Abonos-organicos.pdf>

RIVAS, O., FAITH, M., & GUILLÉN, R. Biodigestores: factores químicos, físicos y biológicos relacionados con su. *Tecnología en marcha* [en línea], 2011, 23(1), pp. 39-46.[Consulta:13 de Septiembre de 2018]. Disponible en: de <https://dialnet.unirioja.es/ejemplar/377508>

SARABIA, M., LAINES, J., & SOSA, J. Producción de biogás mediante codigestión anaerobia de excretas de borrego y rumen adicionadas con lodos procedentes de una planta de aguas residuales. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental I* [en línea], 2017, 3(1), pp. 109-116 . [Consulta: 13 diciembre 2018]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.20937/RICA.2017.33.01.10>

SISTEMA BIOBOLSA. M anual de Biol. *Biobolsa* [en línea], 2016. [Consulta :26 Marzo 2019]. Disponible en: <http://sistemabiobolsa.com/pdf/manualDeBiol.pdf>

SOLIS, L., & LÓPEZ, J. Principios básicos de contaminación ambiental [en línea] (tesis). (pregrado) Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, México, 2003, p. 150 [Consulta:2019-02-21]. Disponible en: <https://www.worldcat.org/title/principios-basicos-de-contaminacion-ambiental/oclc/5564021>

SORIA, M., FERRERA, R., & ETCHEVERS, H. Producción de biofertilizantes mediante biodigestión de excreta líquida de cerdo [en línea](tesis). (pregrado) Instituto Tecnológico Agropecuario, Mecico D.F, México, 2000, p. 134. [Consulta: 2018-12-18] Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/573/57319408.pdf>

SVETLANA, S. Guía implementación de sistemas de biodigestión en ecoempresas [en línea]. Honduras, 2012. [Consulta: 08 febrero 2019]. Disponible en: <http://www.redalyc.org9>

TAIPICANA, D. Obtención de biol a partir de desechos orgánicos generados por el ganado bovino del Camal municipal del cantón Latacunga [en línea]. Latacunga, Ecuador, 2015. [Consulta: 9 enero 2019]. Disponible en: [http://nebula.wsimg.com /c124319bf4eff857485ba22c79176c5? AccessKeyId=11F7CE3E4517D29E4C81&disposition=0&alloworigin=1](http://nebula.wsimg.com/c124319bf4eff857485ba22c79176c5?AccessKeyId=11F7CE3E4517D29E4C81&disposition=0&alloworigin=1)

TORRES, A. Diseño De Un Biodigestor Para La Producción De Biol A Partir De Excretas De Ganado Vacuno Generado En La Finca “La Envidia” Parroquia La Belleza Cantón Francisco De Orellana Coca [en línea] (tesis). (pregrado) Escuela Superior Politecnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador, p .143, 2016. [Consulta: 24 marzo 2019]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/handel/123456789/6173>

Anexo A: Tablas de resultados**Primera etapa****Tabla 1-3: Análisis-Residuos orgánicos**

Origen	Muestra	Parámetro	Resultados	Unidad	Laboratorio
Camal Municipal de la ciudad de Riobamba	Rumen ovino	NT	0.0852	%	Agrocalidad-MAGAP
		P205	0.1639	%	Agrocalidad-MAGAP
		K2O	0.0653	%	Agrocalidad-MAGAP
		Humedad	88.98	%	Agrocalidad-MAGAP
		Materia orgánica	88.04	%	Agrocalidad-MAGAP
		Cenizas	11,96	%	Agrocalidad-MAGAP
Parque temático “Ricpamba”	Poda	Humedad	22,9	%	ANALITICA-ESPOCH
		Materia orgánica	88,68	%	ANALITICA-ESPOCH
		Cenizas	11,32	%	ANALITICA-ESPOCH
Mercado municipal “La condamine”	Restos orgánicos	Humedad	76,03	%	ANALITICA-ESPOCH
		Materia orgánica	72,35	%	ANALITICA-ESPOCH
		Cenizas	27,65	%	ANALITICA-ESPOCH

Realizado por: Salazar, D. (2019)

Segunda etapa

Tabla 2-3: Análisis-Pretratamiento

Código	Muestra	Parámetro	Método/técnica	Resultados	Unidad	Laboratorio
A1B1	Mezcla T1	Conductividad	2510-B	8,99	mSiems/cm	SAQMIC
		DQO	5220-C	26600	mg/L	SAQMIC
		DBO	5210-B	13300	mg/L	SAQMIC
		Coliformes Totales	Siembra en placa	3×10^6	UCF/100MI	SAQMIC
		Coliformes Fecales	Siembra en placa	1×10^5	UCF/100MI	SAQMIC
		Anaerobios mesófilos	Siembra en placa	100	UCF/100MI	SAQMIC
A1B2	Mezcla T2	Conductividad	2510-B	9,12	mSiems/cm	SAQMIC
		DQO	5220-C	33300	mg/L	SAQMIC
		DBO	5210-B	15200	mg/L	SAQMIC
		Coliformes Totales	Siembra en placa	13×10^6	UCF/100MI	SAQMIC
		Coliformes Fecales	Siembra en placa	3×10^6	UCF/100MI	SAQMIC
		Anaerobios mesófilos	Siembra en placa	150	UCF/100MI	SAQMIC
A2B1	Mezcla T3	Conductividad	2510-B	9,05	mSiems/cm	SAQMIC
		DQO	5220-C	36800	mg/L	SAQMIC
		DBO	5210-B	18800	mg/L	SAQMIC
		Coliformes Totales	Siembra en placa	11×10^6	UCF/100MI	SAQMIC
		Coliformes Fecales	Siembra en placa	8×10^6	UCF/100MI	SAQMIC
		Anaerobios mesófilos	Siembra en placa	100	UCF/100MI	SAQMIC
A2B2	Mezcla T4	Conductividad	2510-B	9,15	MSiems/cm	SAQMIC
		DQO	5220-C	41000	mg/L	SAQMIC
		DBO	5210-B	18100	mg/L	SAQMIC
		Coliformes totales	Siembra en placa	4×10^6	UCF/100MI	SAQMIC
		Coliformes Fecales	Siembra en placa	1×10^6	UCF/100MI	SAQMIC
		Anaerobios mesófilos	Siembra en placa	110	UCF/100MI	SAQMIC

Realizado por: Salazar, D. (2019)

Tercera etapa

Tabla 3-3: Análisis- Postratamiento

Código	Muestra	Parámetro	Metodo/tecnica	Resultado	Unidad	Laboratorio
A1B1	T1	N	PEE/F/01	0,19	%	AGROCALIDAD
		P	PEE/F/04	0,0171	%	AGROCALIDAD
		K	PEE/F/19	0,2930	%	AGROCALIDAD
		Citratos	PEE/F/16	1,23	%	AGROCALIDAD
		Ph	Potencio Métrico	6	/	INSITU
		Conductividad	2510-B	2,56	mSiems/cm	SAQMIC
		DBO	5210-B	3000	mg/L	SAQMIC
		DQO	5220-C	6700	mg/L	SAQMIC
		Coliformes Totales	Siembra en placa	Ausencia	UCF/100ml	SAQMIC
		Coliformes Fecales	Siembra en placa	Ausencia	UCF/100ml	SAQMIC
		Anaerobios mesófilos	Siembra en placa	100	UCF/100ml	SAQMIC
A1B2	T2	N	PEE/F/01	0,16	%	AGROCALIDAD
		P	PEE/F/04	0,0184	%	AGROCALIDAD
		K	PEE/F/19	0,2894	%	AGROCALIDAD
		Ph	Potencio Métrico	6	/	INSITU
		Citratos	PEE/F/16	1,15	%	AGROCALIDAD
		Conductividad	2510-B	2.76	mSiems/cm	SAQMIC
		DBO	5210-B	4100	mg/L	SAQMIC
		DQO	5220-C	7700	mg/L	SAQMIC
		Coliformes T	Siembra en placa	Ausencia	UCF/100ml	SAQMIC
		Coliformes F	Siembra en placa	Ausencia	UCF/100ml	SAQMIC
		Anaerobios mesófilos	Siembra en placa	90	UCF/100ml	SAQMIC
A2B1	T3	N	PEE/F/01	0,32	%	AGROCALIDAD
		P	PEE/F/04	0,0267	%	AGROCALIDAD
		K	PEE/F/19	0,3103	%	AGROCALIDAD
		Citratos	PEE/F/16	1,19	%	AGROCALIDAD

		Ph	Potencio Métrico	5	/	INSITU
		Conductividad	2510-B	3.30	mSiems/cm	SAQMIC
		DBO	5210-B	5300	mg/L	SAQMIC
		DQO	5220-C	10450	mg/L	SAQMIC
		Coliformes Totales	Siembra en placa	Ausencia	UCF/100ml	SAQMIC
		Coliformes Fecales	Siembra en placa	Ausencia	UCF/100ml	SAQMIC
		Anaerobios mesófilos	Siembra en placa	110	UCF/100ml	SAQMIC
A2B2	T4	N	PEE/F/01	0,17	%	AGROCALIDAD
		P	PEE/F/04	0,0235	%	AGROCALIDAD
		K	PEE/F/19	0,2941	%	AGROCALIDAD
		Citratos	PEE/F/16	1,14	%	AGROCALIDAD
		Ph	Potencio Métrico	5	/	INSITU
		Conductividad	2510-B	3.32	mSiems/cm	SAQMIC
		DBO	5210-B	3600	mg/L	SAQMIC
		DQO	5220-C	10990	mg/L	SAQMIC
		Coliformes T	Siembra en placa	Ausencia	UCF/100ml	SAQMIC
		Coliformes F	Siembra en placa	Ausencia	UCF/100ml	SAQMIC
		Anaerobios mesófilos	Siembra en placa	120	UCF/100ml	SAQMIC

Realizado por: Salazar, D. (2019)

Análisis de laboratorio

Anexo B Área de lavado y eviscerado



Lugar donde se recolecto la cantidad necesaria de rumen para la alimentación de los 4 biodigestores.

Anexo C Recolección de la poda.



Ricpamba lugar donde se recolecto los restos orgánicos específicamente después de la poda

Anexo D PH del contenido ruminal



Anexo E Pesaje del rendimiento



Al terminar el proceso de digestión se colocó en baldes de 20 litros todo el contenido del biodigestor para pesarlos posteriormente.

Anexo F Biodigestores alimentados



Se alimentó con diferentes tipos de materia orgánica y presento una ligera contracción al momento de iniciar la digestión

Anexo G Muestras envasadas para análisis finales.



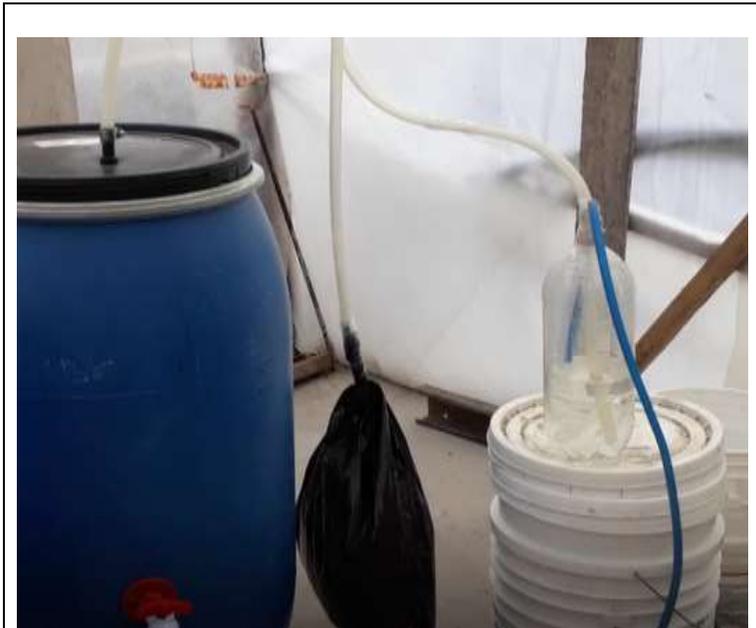
Para los distintos análisis se enviaron las muestras liquidas en envases apropiados

Anexo H Panza con el contenido ruminal



Se presenta la panza con todo el contenido ruminal

Anexo I Producción de biogás



La presencia de burbujas determina la producción de biogás generado por la fermentación

Anexo J Registro de producción de biogás

Dia	T1	T2	T3	T4
1	-	-	-	-
2	-	-	-	-
3	-	-	-	-
4	-	-	-	-
5	-	-	-	-
6	-	-	-	-
7	-	X	-	-
8	-	X	-	-
9	X	X	-	-
10	X	X	X	-
11	X	X	X	X
12	X	X	X	X
13	X	X	X	X
14	X	X	X	X
15	X	X	X	X
16	X	X	X	X
17	X	X	X	X
18	X	X	X	X
19	X	X	X	X
20	X	X	X	X
21	X	X	X	X
22	X	X	X	X
23	X	X	X	X
24	X	X	X	X
25	X	X	X	X
26	X	X	X	X
27	X	X	X	X
28	X	X	X	X
29	X	X	X	X
30	X	X	X	X
31	X	X	X	X

32	X	X	X	X
33	X	X	X	X
34	X	X	X	X
35	X	X	X	X
36	X	X	X	X
37	X	X	X	X
38	X	X	X	X
39	X	X	X	X
40	X	X	X	X
41	X	X	X	X
42	X	X	X	X
43	X	-	X	X
44	X	-	X	X
45	X	-	X	X
46	X	-	X	X
47	X	-	X	X
48	X	-	X	X
49	X	-	X	X
50	X	-	X	X
51	-	-	X	X
52	-	-	X	X
53	-	-	X	X
54	-	-	X	X
55	-	-	X	X
56	-	-	X	X
57	-	-	X	X
58	-	-	X	X
59	-	-	-	X
60	-	-	-	X
61	-	-	-	X
62	-	-	-	X
63	-	-	-	X
65	-	-	-	-

Anexo L: resultado de análisis de laboratorio

 AGROCALIDAD <small>AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FOSFATOS</small>	LABORATORIO DE CALIDAD DE FERTILIZANTES Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Telef. 02-2372-844/2372-845	PGT/F/09-FO01 Rev. 4
	INFORME DE ANÁLISIS	
	Hoja 1 de 1	

Informe número: 18-F-118-1285
 Fecha emisión informe: 16-11-2018

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante: DIEGO MAURICIO SALAZAR ZAMBRANO
 Dirección: Cita. 9 de Octubre, calle San Luis y 5Bombe
 Provincia: Chimborazo
 Cantón: Riobamba
 Teléfono: 099 293 1594
 Correo Electrónico: diego_salazar619@hotmail.com
 N° Orden de Trabajo: 06-20187-098
 N° Factura/Documento: 010-001-00000088

DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra: Fertilizante sólido orgánico	Conservación de la muestra: Envase apropiado
Lote: ---	Tipo de envase: funda plástica
Provincia: Chimborazo	Coordenadas: X: ---
Cantón: Riobamba	Y: ---
Parroquia: Maldonado	Altitud: ---
Muestreado por: Diego Salazar	
Fecha de muestreo: 06/11/2018	Fecha de inicio de análisis: 06/11/2018
Fecha de recepción de la muestra: 07/11/2018	Fecha de finalización de análisis: 23/11/2018

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE NUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETROS ANALIZADOS	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADOS	ESPECIFICACIÓN (FICHA TÉCNICA)
F181202	A - 1	NT	PEE/F/14	%	1.35	---
		² P ₂ O ₅	PEE/F/04	%	2.2760	---
		² K ₂ O	PEE/F/19	%	0.5835	---
		Cenizas	PEE/F/09	%	11.96	---
		Humedad	PEE/F/18	%	88.98	---
		MO	PEE/F/05	%	88.04	---

¹: Resultado obtenido por cálculo
 NT = Nitrógeno Total, P₂O₅ = Fósforo, K₂O = Potasio, MO = Materia Orgánica

Analizado Por: Ing. Melissa Rea, Ing. Mayra Quishpe, Lic. Steven Gómez
 Observaciones: Los resultados esta expresados en %p/p.

Anexo Gráficos: ---
 Anexo Documentos: ---

26 NOV 2018


 Responsable Técnica Laboratorio
 de Calidad de Fertilizantes

 **AGROCALIDAD**
AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FOSFATOS
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE FERTILIZANTES
 TUMBACO - ECUADOR

Ing. Melissa Rea
 Responsable Técnica Laboratorio
 de Calidad de Fertilizantes

Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha.
 Está prohibida la reproducción parcial de este informe.

 **AGROCALIDAD**
 QUITO

27 NOV 2018

Análisis de la muestra de rumen sin tamizar

 AGROCALIDAD <small>AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL DEL FOSFÓFORO Y ZINC</small>	LABORATORIO DE CALIDAD DE FERTILIZANTES Vía Intercolectiva Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAF, Tumbaco - Quito Teléf : 02-2372-844/2372-845	PGT/F/09-FO01
		Rev. 4
	INFORME DE ANÁLISIS	Hoja 1 de 1

Informe número: LN-F-EL9-0043
 Fecha emisión Informe: 06-02-2019

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante: DIEGO MAURICIO SALAZAR
 Dirección: Av. Leopoldo Freire y Av. 9 de Octubre
 Provincia: Chimborazo
 Cantón: Riobamba
 Teléfono: 0992931594
 Correo Electrónico: diego_salazar619@hotmail.com
 N° Orden de Trabajo: 06-2019-015
 N° Factura/Documento: 010-137

DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra: Fertilizante líquido orgánico	Conservación de la muestra: Envase apropiado
Lote: ---	Tipo de envase: Botella plástica
Provincia: ---	X: ---
Cantón: ---	Coordenadas: Y: ---
Parroquia: ---	Altitud: ---
Muestreado por: ---	
Fecha de muestreo: ---	Fecha de inicio de análisis: 23/01/2019
Fecha de recepción de la muestra: 21/01/2019	Fecha de finalización de análisis: 06/02/2019

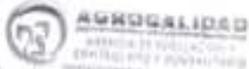
RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETROS ANALIZADOS	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADOS	ESPECIFICACIÓN (ICHA TÉCNICA)
F190040	A2	NT	PEE/F/01	%	0.0852	---
		P ₂ O ₅	PEE/F/04	%	0.1639	---
		K ₂ O	PEE/F/19	%	0.0653	---
		MO	PEE/F/10	%	1.22	---
		pH	PEE/F/15	1:1	7	---
		CE	PEE/F/15	mS/cm 1:1	13.82	---

¹ Resultado obtenido por cálculo
 NT=Nitrogeno Total, P₂O₅=Fósforo, K₂O=Potasio, CE=Conductividad Eléctrica, MO=Materia Orgánica

Analizado por: Ing. Mayra Quishpe, Lcdo. Steven Gómez, Ing. Cristina Flores
 Observaciones: Los resultados esta expresados en %/p.

Anexo Gráficos: ---
 Anexo Documentos: ---


LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE FERTILIZANTES
 Ing. Melissa Rea TUMBACO - ECUADOR
 Responsable Técnica Laboratorio de Calidad de Fertilizantes


 TUMBACO - ECUADOR
 06 FEB 2019

Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha.
 Está prohibida la reproducción parcial de este informe.

06 FEB 2019


Análisis de la muestra tamizada, rumen líquido



AGROCALIDAD
AGENCIA DE REGULACIÓN Y
CONTROL DEL COMERCIO

LABORATORIO DE CALIDAD DE FERTILIZANTES

Vía Interoceánica Km. 14K y Eloy Alfaro, Granja del
MAGAP, Tumbaco - Quito
Teléf.: 02-2372-844/2372-845

PGT/F/09-FO01

Rev. 4

INFORME DE ANÁLISIS

Hoja 1 de 1

Informe número: LN-F-EL9-0102

Fecha emisión informe: 27-02-2019

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante: DIEGO SALAZAR

Dirección: Cda. 9 de octubre, calle San Luis y Sibambe

Provincia: Chimborazo

Cantón: Riobamba

Teléfono: (03) 293 1594

Correo Electrónico: diego_salazar619@hotmail.com

N° Orden de Trabajo: 06-2019-026

N° Factura/Documento: 010-147

DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra: Fertilizante líquido orgánico	Conservación de la muestra: Envase apropiado
Lote: ---	Tipo de envase: Botella plástica
Provincia: Chimborazo	X: ---
Cantón: Riobamba	Y: ---
Parroquia: Lizarzaburu	Altitud: ---
Muestreado por: Diego Salazar	
Fecha de muestreo: 05/02/2019	Fecha de inicio de análisis: 12/02/2019
Fecha de recepción de la muestra: 11/02/2019	Fecha de finalización de análisis: 26/02/2019

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CODIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETROS ANALIZADOS	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADOS	ESPECIFICACIÓN (FICHA TÉCNICA)
F190099	T1	NT	PEE/F/14	%	0.19	---
		³ P ₂ O ₅	PEE/F/04	%	0.0171	---
		³ K ₂ O	PEE/F/19	%	0.2930	---
		Citratos	PEE/F/16	%	1.23	---

³: Resultado obtenido por cálculo

NT=Nitrógeno Total, P₂O₅=Fósforo, K₂O=Potasio

Analizado por: Ing. Mayra Quishpe, Lcdo. Steven Gómez, Ing. Cristina Flores

Observaciones: Los resultados esta expresados en %p/p.

Anexo Gráficos: ---

Anexo Documentos: ---


AGROCALIDAD
 AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL DEL COMERCIO
 LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE FERTILIZANTES
 TUMBACO - ECUADOR
 Ing. Melissa Rúa
 Responsable Técnica Laboratorio de Calidad de Fertilizantes

12 FEB 2019



Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha. Está prohibida la reproducción parcial de este informe.

97 FEB 2019



AGROCALIDAD
AGENCIA DE REGULACIÓN Y
CONTROL FITO Y ZOOAGRIARIO

LABORATORIO DE CALIDAD DE FERTILIZANTES

Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del
MAGAP, Tumbaco - Quito
Teléf.: 02-2372-844/2372-845

PGT/F/09-FO01

Rev. 4

INFORME DE ANÁLISIS

Hoja 1 de 1

Informe número: LN-F-019-0103
Fecha emisión informe: 27-02-2019

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante: DIEGO SALAZAR

Dirección: Cda. 9 de octubre, calle San Luis y Sibamba

Provincia: Chimborazo

Cantón: Riobamba

Teléfono: (03) 298 1594

Correo Electrónico: diego_salazar519@hotmail.com

N° Orden de Trabajo: 06-2019-026

N° Factura/Documentor: 010-147

DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra: Fertilizante líquido orgánico	Conservación de la muestra: Envase apropiado
Lote: ---	Tipo de envase: Botella plástica
Provincia: Chimborazo	X: ---
Cantón: Riobamba	Coordenadas: Y: ---
Parroquia: Lizarzaburu	Altitud: ---
Muestreado por: Diego Salazar	
Fecha de muestreo: 05/02/2019	Fecha de inicio de análisis: 12/02/2019
Fecha de recepción de la muestra: 11/02/2019	Fecha de finalización de análisis: 26/02/2019

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETROS ANALIZADOS	METODO	UNIDAD	RESULTADOS	ESPECIFICACIÓN (FICHA TÉCNICA)
F190100	T2	NT	PEE/F/14	%	0.16	---
		² P ₂ O ₅	PEE/F/04	%	0.0184	---
		² K ₂ O	PEE/F/19	%	0.2894	---
		Citratos	PEE/F/16	%	1.15	---

²: Resultado obtenido por cálculo

NT=Nitrógeno Total, P₂O₅=Fósforo, K₂O=Potasio

Analizado por: Ing. Mayra Quishpe, Ldo. Steven Gómez, Ing. Cristina Flores

Observaciones: Los resultados esta expresados en %p/p.

Anexo Gráficos: ---

Anexo Documentos: ---



AGROCALIDAD
AGENCIA DE REGULACIÓN Y
CONTROL FITO Y ZOOAGRIARIO

LABORATORIO DE CONTROL
DE CALIDAD DE FERTILIZANTES
TUMBACO - ECUADOR

Ing. Melissa Rea

Responsable Técnica Laboratorio
de Calidad de Fertilizantes



12 7 FEB 2019



Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha.
Está prohibida la reproducción parcial de este informe.

27 FEB 2019

 AGROCALIDAD AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL DEL PRODUCTO AGROPECUARIO	LABORATORIO DE CALIDAD DE FERTILIZANTES Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-844/2372-845	PGT/F/09-FO01
		Rev. 4
	INFORME DE ANÁLISIS	Hoja 1 de 1

Informe número: **IN-F-E13-0104**
 Fecha emisión informe: **27-02-2019**

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante: **DIEGO SALAZAR**

Dirección: Cdo. 9 de octubre, calle San Luis y Sibamba

Provincia: Chimborazo

Cantón: Riobamba

Teléfono: (03) 293 1594

Correo Electrónico: diego_salazar619@hotmail.com

N° Orden de Trabajo: 06-2019-026

N° Factura/Documento: 010-147

DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra: Fertilizante líquido orgánico	Conservación de la muestra: Envase apropiado
Lote: ---	Tipo de envase: Botella plástica
Provincia: Chimborazo	Coordenadas: X: --- Y: --- Altitud: ---
Cantón: Riobamba	
Parroquia: Ibarzaburu	
Muestreado por: Diego Salazar	
Fecha de muestreo: 05/02/2019	Fecha de inicio de análisis: 12/02/2019
Fecha de recepción de la muestra: 11/02/2019	Fecha de finalización de análisis: 26/02/2019

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETROS ANALIZADOS	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADOS	ESPECIFICACIÓN (FICHA TÉCNICA)
F190101	T3	NT	PEE/F/14	%	0.32	---
		³ P ₂ O ₅	PEE/F/04	%	0.0267	---
		³ K ₂ O	PEE/F/19	%	0.3103	---
		Citratos	PEE/F/16	%	1.19	---

! Resultado obtenido por cálculo

NT=Nitrógeno Total, P₂O₅=Fósforo, K₂O=Potasio

Analizado por: Ing. Mayra Quishpe, Lcdo. Steven Gómez, Ing. Cristina Flores

Observaciones: Los resultados esta expresados en %p/p.

Anexo Gráficos: ---

Anexo Documentos: ---


AGROCALIDAD
 AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL DEL PRODUCTO AGROPECUARIO
 LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE FERTILIZANTES
 TUMBACO - ECUADOR

Ing. Melissa RIVERA
 Responsable Técnica Laboratorio
 de Calidad de Fertilizantes


 RECEBIDO
 TUMBACO-ECUADOR
 27 FEB 2019


 AGROCALIDAD
 QUITO

Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha. Está prohibida la reproducción parcial de este informe.

27 FEB 2019



AGROCALIDAD
AGENCIA DE REGULACIÓN Y
CONTROL TIPO Y SOCIOECONÓMICO

LABORATORIO DE CALIDAD DE FERTILIZANTES

Via Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del
MAGAP, Tumbaco - Quito
Teléf.: 02-2372-844/2372-845

PGT/F/09-FO01

Rev. 4

INFORME DE ANÁLISIS

Hoja 1 de 1

Informe número: **IN-F-19-005**
Fecha emisión Informe: **27-02-2019**

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante: **DIEGO SALAZAR**

Dirección: Cda. 9 de octubre, calle San Luis y Sibambe

Provincia: Chimborazo

Cantón: Riobamba

Teléfono: (03) 293 1594

Correo Electrónico: diego_salazar619@hotmail.com

N° Orden de Trabajo: 06-2019-026

N° Factura/Documento: 010-147

DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra: Fertilizante líquido orgánico	Conservación de la muestra: Envase apropiado	
Lote: ---	Tipo de envase: Botella plástica	
Provincia: Chimborazo	Coordenadas:	X: ---
Cantón: Riobamba		Y: ---
Parroquia: Lizarzaburu		Altitud: ---
Muestreado por: Diego Salazar		
Fecha de muestreo: 05/02/2019	Fecha de inicio de análisis: 12/02/2019	
Fecha de recepción de la muestra: 11/02/2019	Fecha de finalización de análisis: 26/02/2019	

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETROS ANALIZADOS	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADOS	ESPECIFICACIÓN [FECHA TÉCNICA]
F190102	T4	NT	PEE/F/14	%	0.17	---
		² P ₂ O ₅	PEE/F/04	%	0.0235	---
		² K ₂ O	PEE/F/19	%	0.2941	---
		Citratos	PEE/F/16	%	1.14	---

¹: Resultado obtenido por cálculo
NT=Nitrógeno Total, P₂O₅=Fósforo, K₂O=Potasio

Analizado por: Ing. Mayra Quishpe, Lcdo. Steven Gómez, Ing. Cristina Flores

Observaciones: Los resultados esta expresados en %p/p.

Anexo Gráficos: ---

Anexo Documentos: ---


AGROCALIDAD
 AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL TIPO Y SOCIOECONÓMICO
 LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE FERTILIZANTES
 TUMBAO - ECUADOR
 Ing. Melissa Rea
Responsable Técnica Laboratorio de Calidad de Fertilizantes





Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha. Está prohibida la reproducción parcial de este informe.

27 FEB 2019