



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

**“APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS ORGÁNICOS DEL  
GANADO BOVINO DE LA PLANTA DE FAENAMIENTO DEL  
CANTÓN FRANCISCO DE ORELLANA PARA OBTENCIÓN DE  
BIOL”**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**  
**TIPO: PROYECTO TÉCNICO**

Presentado para optar al grado académico de:  
**INGENIERA EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL**

**AUTORA: KARLA XIMENA GUALOTO TITUAÑA**  
**TUTOR: DRA. YOLANDA DOLORES DÍAZ HEREDIA**

Orellana - Ecuador  
2018

© 2018, Karla Ximena Gualoto Tituaña

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 del Trabajo de Titulación certifica que: El trabajo de investigación: Tipo proyecto Técnico “APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS ORGÁNICOS DEL GANADO BOVINO DE LA PLANTA DE FAENAMIENTO DEL CANTÓN FRANCISCO DE ORELLANA PARA OBTENCIÓN DE BIOL”, de responsabilidad de la señorita KARLA XIMENA GUALOTO TITUAÑA, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, quedando autorizada para su presentación.

<b>NOMBRE</b>	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
DR. FAUSTO MANOLO YAULEMA GARCÉS.		
<b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>	_____	_____
DRA. YOLANDA DOLORES DÍAZ HEREDIA.		
<b>DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN</b>	_____	_____
DR. EDGAR IVÁN RAMOS SEVILLA.		
<b>MIEMBRO DEL TRIBUNAL</b>	_____	_____

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

Yo, Karla Ximena Gualoto Tituaña, 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 autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Riobamba, 19 de abril de 2018

**Karla Ximena Gualoto Tituaña**

220008058-4

Yo, Karla Ximena Gualoto Tituaña soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en el trabajo de titulación y el patrimonio intelectual del trabajo de titulación pertenece a la Escuela Superior Politécnica De Chimborazo

**Karla Ximena Gualoto Tituaña**

220008058-4

## **DEDICATORIA**

Este trabajo está dedicado en primer lugar a Dios por haberme dado la sabiduría, paciencia, fortaleza y paz en todo este proceso de titulación. Por ser ese padre lleno de amor y misericordia siempre atento a mis oraciones y a la Virgen María por siempre estar intercediendo por mi vida y salud, por ser esa madre incondicional que me alentaba a no rendirme.

A mis padres por siempre estar apoyándome en todo, por el gran amor que me han brindado desde el primer día de mi existencia y que a pesar de mis errores nunca persistieron en ser mi soporte.

Al hombre que Dios puso en mi camino por ser ese pilar fundamental que me alentaba cada vez que quise dejar este proceso debido a tantas adversidades y pruebas difíciles de la vida que acontecieron en el camino. A ti Miguel, mi esposo, que nunca dudó de mis capacidades para terminar mi carrera. Por animarme y orar junto a mí en todo momento.

A mi ángel, mi pedacito de cielo, la mayor bendición de mi vida, mi hijo Darek Andree, por ser la razón principal de terminar este periodo de titulación, por cada sonrisa, mirada y abrazos llenos de pureza y amor.

A mis hermanos Paulina y Fernando y demás familiares, porque de una u otra manera me apoyaron en este tiempo, por ser esa inspiración para no rendirme.

**Karla**

## AGRADECIMIENTO

Totalmente agradezco a Dios y a su madre María por estar presentes cada segundo de mi vida, colmándome de bendiciones, por cada prueba, por cada dificultad y por las miles de victorias que me ha permitido experimentar. Por regalarme la vida, salud y fortaleza para poder hoy culminar mis estudios.

A mis padres por el apoyo incondicional, sin su ayuda no hubiera sido posible llegar a dar este paso tan importante en mi vida. Especialmente a mi madre por haberme conducido en los caminos de Dios desde mi niñez, por la fe que inculcó en mi vida, gracias por tan gran herencia.

A mi esposo y a mi hijo por estar a mi lado siempre, por el hermoso giro que le dieron a mi vida, por ser el motivo principal que me incentivó a finalizar mis estudios.

A la ESPOCH Extensión Norte Amazónica por brindarme los excelentes conocimientos durante toda la carrera.

Un agradecimiento especial a la Dra. Yolanda Díaz por darme la oportunidad de llevar a cabo este trabajo, por la atención, paciencia y el gran apoyo brindado desde el primer día. Y más aún por guiarme con sus valiosos conocimientos.

Al Dr. Iván Ramos, por su gran colaboración y por cada uno de los importantes aportes brindados durante el desarrollo de este trabajo.

**Karla**

## TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN .....	xvii
SUMMARY .....	xviii
INTRODUCCIÓN .....	1
<b>CAPÍTULO</b>	
<b>1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL .....</b>	<b>4</b>
<b>1.1. Contaminación ambiental .....</b>	<b>4</b>
<b>1.2. Contaminante .....</b>	<b>4</b>
<i>1.2.1. Clasificación de los contaminantes .....</i>	<i>5</i>
<i>1.2.1.1. Contaminantes no degradables.....</i>	<i>5</i>
<i>1.2.1.2. Contaminantes de degradación lenta.....</i>	<i>5</i>
<i>1.2.1.3. Contaminantes degradables y no persistentes .....</i>	<i>5</i>
<i>1.2.1.4. Contaminantes biodegradables.....</i>	<i>5</i>
<b>1.3. Tipología de contaminación .....</b>	<b>5</b>
<i>1.3.1 Contaminación hídrica .....</i>	<i>5</i>
<i>1.3.2 Contaminación atmosférica.....</i>	<i>6</i>
<i>1.3.3 Contaminación del suelo.....</i>	<i>6</i>
<b>1.4 Residuos sólidos.....</b>	<b>6</b>
<i>1.4.1. Clasificación de los residuos de acuerdo a su composición .....</i>	<i>6</i>
<i>1.4.1.1. Residuos orgánicos .....</i>	<i>6</i>
<i>1.4.1.2. Residuos inorgánicos .....</i>	<i>7</i>
<i>1.4.1.3. Residuos peligrosos .....</i>	<i>7</i>
<i>1.4.2. Clasificación de residuos orgánicos según su fuente de generación .....</i>	<i>7</i>
<i>1.4.2.1 Residuos sólidos orgánicos provenientes del barrido de las calles.....</i>	<i>7</i>
<i>1.4.2.2. Residuos sólidos orgánicos institucionales.....</i>	<i>7</i>
<i>1.4.2.3. Residuos sólidos de mercados.....</i>	<i>7</i>
<b>1.5. Industria de la carne .....</b>	<b>7</b>
<i>1.5.1. Mataderos o camales.....</i>	<i>7</i>
<i>1.5.2. Proceso de faenamiento .....</i>	<i>8</i>
<i>1.5.2.1. Primer paso: Zona sucia.....</i>	<i>8</i>

1.5.2.2.	<i>Segundo paso: Zona intermedia</i>	8
1.5.2.3.	<i>Tercer paso: Zona limpia</i>	8
<b>1.6.</b>	<b>Contaminación proveniente de camales</b>	<b>9</b>
1.6.1.	<i>Contaminación del agua</i>	9
1.6.2.	<i>Contaminación del aire</i>	9
1.6.3.	<i>Contaminación del suelo</i>	9
<b>1.7.</b>	<b>Contaminación proveniente del camal del cantón Francisco de Orellana</b>	<b>9</b>
<b>1.8.</b>	<b>Manejos alternativos de desechos</b>	<b>10</b>
1.8.1.	<i>Aprovechamiento de residuos sólidos</i>	<b>10</b>
<b>1.9.</b>	<b>Fertilizantes Orgánicos</b>	<b>10</b>
<b>1.10.</b>	<b>Abono orgánico</b>	<b>11</b>
1.10.1	<i>Propiedades de los abonos orgánicos</i>	<b>11</b>
1.10.1.1.	<i>Propiedades Físicas</i>	11
1.10.1.2.	<i>Propiedades químicas</i>	11
1.10.1.3.	<i>Propiedades biológicas</i>	11
1.10.2	<i>Clasificación de los abonos orgánicos</i>	<b>12</b>
1.10.2.1.	<i>Abonos no procesados</i>	12
1.10.2.2.	<i>Abonos Procesados</i>	12
<b>1.11.</b>	<b>El biol</b>	<b>12</b>
1.11.1	<i>Objetivos del biol</i>	<b>13</b>
1.11.2	<i>Ventajas y desventajas del uso del biol</i>	<b>13</b>
1.11.3.	<i>Preparación del biol</i>	<b>14</b>
1.11.4.	<i>Cosecha del biol</i>	<b>14</b>
1.11.5	<i>Análisis químico del biol</i>	<b>14</b>
1.11.5.1.	<i>Macronutrientes primarios</i>	14
1.11.5.2.	<i>Macronutrientes secundarios</i>	15
1.11.5.3.	<i>Micronutrientes</i>	15
1.11.6.	<i>Ingredientes para la elaboración del biol</i>	<b>16</b>
1.11.6.1.	<i>Melaza</i>	16
1.11.6.2.	<i>Ceniza</i>	16
1.11.6.3.	<i>Suero de leche</i>	16

1.11.6.4	<i>Levadura</i> .....	16
1.11.6.5.	<i>Estiércol</i> .....	16
1.11.6.6.	<i>Agua</i> .....	17
1.11.6.7.	<i>Rumen</i> .....	17
1.11.6.8.	<i>Orina</i> .....	17
1.11.6.9	<i>Leguminosas</i> .....	17
<b>1.11.7.</b>	<b><i>Factores que afectan al proceso de elaboración de biol</i></b> .....	<b>17</b>
1.11.7.1.	<i>Tipo de materia prima</i> .....	17
1.11.7.2.	<i>Temperatura</i> .....	18
1.11.7.3.	<i>Humedad</i> .....	18
1.11.7.4.	<i>Relación carbono- nitrógeno (C/N)</i> .....	18
1.11.7.5	<i>Potencial Hidrógeno (pH)</i> .....	18
1.11.7.6.	<i>El tamaño de las partículas de los ingredientes</i> .....	18
<b>1.12</b>	<b><i>Tiempo de fermentación</i></b> .....	<b>19</b>
 <b>CAPÍTULO</b>		
<b>2.</b>	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	<b>20</b>
<b>2.1.</b>	<b>Metodología</b> .....	<b>20</b>
2.1.1.	<i>Tipo y diseño de la investigación</i> .....	20
2. 1.2.	<i>Localización geográfica de la investigación</i> .....	20
2.1.3.	<i>Materiales e insumos</i> .....	21
2.1.4.	<i>Factores en estudio</i> .....	22
2.1.5.	<i>Técnicas de estudio</i> .....	22
2.1.6.	<i>Tratamientos en estudio</i> .....	22
2.1.7.	<i>Especificaciones de las canecas de biol</i> .....	23
2.1.8.	<i>Diseño experimental</i> .....	23
2.1.9.	<i>Análisis estadístico</i> .....	24
2.1.10.	<i>Período experimental</i> .....	24
2.1.11.	<i>Caracterización de los desechos orgánicos a tratar</i> .....	24
2.1.11.1	<i>Muestreo de estiércol</i> .....	24
2.1.12.2	<i>Muestreo de rumen</i> .....	25
2.1.12.3.	<i>Muestreo de orina</i> .....	25

2.1.13.	<i>Contenido nutricional de los desechos orgánicos</i> .....	25
2.1.14.	<i>Cálculo de la cantidad de desechos para preparar 20 L de biol</i> .....	26
2.1.15.	<i>Cálculo de la relación carbono/nitrógeno (C/N)</i> .....	26
2.1.16	<i>Proceso de obtención de biol</i> .....	27
2.1.17	<i>VARIABLES DE CONTROL</i> .....	28
2.1.18.	<i>Muestreo de biol</i> .....	28
2.1.19	<i>Cantidad de biol obtenido</i> .....	28
2.1.20	<i>Contenido nutricional del biol</i> .....	29

## **CAPÍTULO**

<b>3.</b>	<b>MARCO DE RESULTADOS, DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS</b> .....	<b>30</b>
<b>3.1.</b>	<b>Contenido nutricional de desechos orgánicos</b> .....	<b>30</b>
<b>3.2.</b>	<b>VARIABLES DE CONTROL</b> .....	<b>31</b>
<b>3.2.1.</b>	<b>Temperatura (°C)</b> .....	<b>31</b>
<b>3.2.2.</b>	<b>Humedad Relativa – HR (%)</b> .....	<b>31</b>
<b>3.2.3.</b>	<b>Potencial hidrógeno (pH)</b> .....	<b>33</b>
<b>3.3.</b>	<b>Contenido nutricional del biol</b> .....	<b>33</b>
<b>3.4.</b>	<b>Análisis de los cuatro tipos de biol</b> .....	<b>34</b>
<b>3.4.1.</b>	<b>Potencial Hidrógeno</b> .....	<b>34</b>
<b>3.4.2.</b>	<b>Contenido de materia orgánica</b> .....	<b>35</b>
<b>3.4.3.</b>	<b>Contenido de nitrógeno</b> .....	<b>36</b>
<b>3.4.4.</b>	<b>Contenido de fósforo</b> .....	<b>37</b>
<b>3.4.5.</b>	<b>Contenido de potasio</b> .....	<b>37</b>
<b>3.4.6.</b>	<b>Contenido de calcio</b> .....	<b>38</b>
<b>3.4.7.</b>	<b>Contenido de Magnesio</b> .....	<b>39</b>
	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>40</b>
	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>41</b>

## **BIBLIOGRAFÍA**

## **ANEXOS**

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-1:</b> Ventajas y desventajas del uso del biol .....	13
<b>Tabla 1-2:</b> Ubicación de la planta de faenamiento de Orellana .....	21
<b>Tabla 2-2:</b> Tratamientos en estudio.....	23
<b>Tabla 3-2:</b> Cálculo de la relación C/N inicial .....	26
<b>Tabla 4-2:</b> Ingredientes utilizados para la elaboración de los cuatro tipos de biol .....	26
<b>Tabla 5-2:</b> Ingredientes utilizados en la preparación del inóculo.....	27
<b>Tabla 6-2:</b> Cantidades de biol obtenido .....	28
<b>Tabla 1-3:</b> Contenido nutricional de los desechos orgánicos.....	30
<b>Tabla 2-3:</b> Temperatura ambiental durante el proceso de obtención del biol .....	31
<b>Tabla 3-3:</b> Humedad Relativa durante el proceso de obtención del biol .....	32
<b>Tabla 4-3:</b> Control de pH.....	33
<b>Tabla 5-3:</b> Contenido nutricional de las unidades experimentales.....	34

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-2:</b> Mapa de ubicación de la Planta de faenamiento de Francisco de Orellana .....	21
<b>Figura 2-2:</b> Distribución de los tratamientos en función del diseño establecido. ....	24

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1-3:</b> Comportamiento de Temperatura y Humedad del camal municipal. ....	32
<b>Gráfico 2-3:</b> Potencial hidrógeno en cuatro tipos de biol .....	35
<b>Gráfico 3-3:</b> Contenido de materia orgánica en cuatro tipos de biol .....	36
<b>Gráfico 4-3:</b> Contenido de Nitrógeno en cuatro tipos de biol .....	36
<b>Gráfico 5-3:</b> Contenido de Fósforo en cuatro tipos de biol.....	37
<b>Gráfico 6-3:</b> Contenido de Potasio en cuatro tipos de biol .....	38
<b>Gráfico 7-3:</b> Contenido de Calcio en cuatro tipos de biol.....	39
<b>Gráfico 8-3:</b> Contenido de Magnesio en cuatro tipos de biol .....	39

## **LISTADO DE ANEXOS**

- Anexo A:** Caracterización de desechos orgánicos a tratar.
- Anexo B:** Proceso de obtención de biol.
- Anexo C:** Resultados de análisis de laboratorio (caracterización inicial).
- Anexo D:** Resultados de análisis de laboratorio (Caracterización final).
- Anexo E:** Resultados de análisis estadísticos.

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

DBCA	Diseño de Bloques Completamente al Azar
EPA	Agencia de Protección Ambiental
EECA	Estación Experimental Central de la Amazonía
INIAP	Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias
LABGADPO	Laboratorio del Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Orellana
MO	Materia Orgánica
T1	Tratamiento 1
T2	Tratamiento 2
T3	Tratamiento 3
T4	Tratamiento 4

## RESUMEN

El presente trabajo de titulación tuvo como objetivo aprovechar los residuos orgánicos del ganado bovino de la Planta de Faenamiento del cantón Francisco de Orellana para obtener biol a escala de laboratorio. Por lo cual, se analizó mediante el diseño de bloques completamente al azar tres tratamientos T1(rumen), T2(orina), T3(rumen+orina), y un tratamiento tipo testigo T4(estiercol), cada uno con tres repeticiones. Se inició con la caracterización de los desechos orgánicos (rumen, orina y estiercol) en el Laboratorio LABGADPO. Posteriormente, se conformaron las unidades experimentales en canecas plásticas de 20 litros, en las cuales se mezcló los desechos conjuntamente con agua, hojas de guaba, además del inóculo (agua, leche, melaza, levadura y ceniza). Transcurrido 128 días, tiempo que tardó el proceso de descomposición anaerobia, se obtuvo biol orgánico. Se tomaron muestras de 300ml de cada tratamiento y fueron trasladadas al Laboratorio de Suelos y Aguas del INIAP - EECA para realizar un análisis nutricional de N, P, K, Ca, Mg, pH y MO. Mediante la prueba de Fisher con un nivel de significancia al 5%, y el paquete estadístico InfoStat versión 2015, se concluyó que el biol de mejor calidad respecto al parámetro pH es el T2 (5.14), seguido del T1 (5,04) y finalmente los T3 y T4 (4,95), además se determinó que no existen diferencias entre los tratamientos analizados respecto a los parámetros de MO, N, P, K, Ca y Mg. Esto se debe a que la composición nutricional de los bioles depende de varios factores: tipo de materia prima, la edad y raza del ganado, la alimentación del animal y/o el manejo de los residuos. Se recomienda implementar un área de procesamiento de desechos orgánicos con el objetivo de reutilizar los residuos generados y evitar la contaminación de aguas subterráneas el suelo y el aire.

**Palabras clave:** <CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES>, <BIOL>, <DESECHOS ORGÁNICOS>, <FERMENTACIÓN ANAEROBIA>, <NUTRIENTES>, <ESTIÉRCOL>, <RUMEN BOVINO>.

## SUMMARY

The objective of the present research was to take advantage of the organic residues of the Planta de Faenamiento del cantón Francisco de Orellana to obtain biol on a laboratory scale. Therefore, three treatments T1 (rumen), T2 (urine), T3 (rumen + urine), and a control treatment type T4 (manure), each with three repetitions, were analyzed by completely randomized block design. It began with the characterization of organic waste (rumen, urine, and manure) in the LABGADPO Laboratory. Subsequently, the experimental units were conformed in 20-liter plastic cans, in which the waste was mixed together with water, guava leaves, in addition to the inoculum (water, milk, molasses, yeast, and ash). After 128 days, the time it took the anaerobic decomposition process organic biol was obtained. Samples of 300ml of each treatment were taken and they were transferred to the Soil and Water Laboratory of the INIAP-EECA to carry out a nutritional analysis of N, P, K, Ca, Mg, pH, and MO. Using the Fisher test with a level of significance at 5%, and the Infostat statistical package, version 2015, it was concluded that the best quality biol with respect to the pH parameter is T2 (5.14), followed by T1 (5.04) and finally the T3 and T4 (4.95), it was also determined that there are no differences between the treatments analyzed with respect to the parameters of MO, N, P, K, Ca and Mg. This is because the nutritional composition of bioles depends on several factors: type of raw material, age, and breed of livestock, animal feeding and/or waste management. It is recommended to implement an area of organic waste processing in order to reuse the waste generated and avoid groundwater contamination of soil and air.

Keywords: <EXACT AND NATURAL SCIENCES>, <BIOL>, <ORGANIC WASTE>, <ANAEROBAL FERMENTATION>, <NUTRIENTS>, <WASTE>, <BOVINE RUMEN>

## INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la actividad humana está constituido por una serie de factores que se manifiestan en diversos ámbitos acorde a sus necesidades, es así que en busca de la satisfacción de sus requerimientos se generan efectos sobre el entorno, tal es el caso de las actividades agrícolas y ganaderas que son necesarias para garantizar la producción de alimentos para la población, pero su desarrollo conlleva la utilización de recursos naturales como el suelo, el agua, además de otros recursos creados por el hombre como maquinarias, fertilizantes, plaguicidas, insecticidas, entre otros. La combinación de estos factores permite obtener niveles eficientes de producción de alimentos y derivados, no obstante, los procesos de transformación de materias primas generan desechos que al no ser tratados adecuadamente constituyen una fuente de contaminación al entorno cuyas consecuencias pueden comprometer la seguridad de la población en temas de salud.

El desarrollo de la industria cárnica genera una cantidad de desechos compuestos por estiércol, rumen y orina que por falta de conocimiento, interés o apoyo no es procesado, generando así un incremento a la contaminación ambiental, cuando los tratamientos adecuados de los mismos incluso podrían generar una fuente de ingresos, y a la par se contribuiría al cuidado del ambiente.

## **JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

El presente trabajo pretende contribuir al mejoramiento de la calidad ambiental del Cantón Francisco de Orellana gracias al desarrollo de una propuesta orientada al tratamiento de estiércol, rumen y orina del ganado bovino de la planta de faenamiento del mencionado cantón, brindando así una alternativa que permita aprovechar al máximo los residuos orgánicos procedentes del faenamiento, los mismos cuentan con un elevado poder nutricional para la elaboración de abonos naturales; así se podría reducir la cantidad de desechos generados y buscar soluciones que aporten al cuidado de nuestro medio, evitando la mala disposición final de los residuos del ganado bovino, los cuales se producen en mayor cantidad en dicho camal municipal, creando conciencia en sus administradores y trabajadores.

Se pretende generar una fuente de ingresos adicional para la comunidad mediante la transformación de los desechos mencionados en biol, que posteriormente puede ser comercializado o utilizado por sus pobladores.

Además, esta propuesta puede ser replicada por cantones vecinos quienes pueden ver un modelo de procesamiento de desechos o una base para la creación de sus propios sistemas de procesamiento, contribuyendo al mejoramiento de la calidad ambiental de otras localidades garantizando la salud de sus pobladores.

## **OBJETIVOS**

### ***Objetivo General***

Aprovechar los residuos orgánicos del ganado bovino de la Planta de Faenamiento del cantón Francisco de Orellana para obtener biol a escala de laboratorio.

### ***Objetivos Específicos***

- Caracterizar los residuos orgánicos a tratar mediante análisis físico-químicos.
- Caracterizar el biol elaborado mediante análisis físico-químicos en el laboratorio.
- Determinar la mejor formulación para la elaboración de biol a partir de estiércol, contenido ruminal y orina del ganado bovino proveniente del camal del Cantón Francisco de Orellana.

## **CAPÍTULO**

### **1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL**

#### **1.1. Contaminación ambiental**

Se entiende como contaminación a la adición de residuos o elementos ajenos al ser humano y ecosistema, los cuales son por lo general tóxicos para el agua, suelo y aire. Esto podría resumirse como un problema de evolución y consumismo, debido a que el aumento de contaminación en el ambiente es directamente proporcional a la cantidad de población y al tipo de tendencias culturales que se encuentran allí, es por tal razón que en países asiáticos y europeos casi la totalidad de sus pobladores quintuplicaron su capacidad de generar desechos durante el año 2005, pese a los esfuerzos de estas comunidades en comenzar a incinerar todos sus desechos (aproximadamente 2 billones de toneladas al año) el resultado fue completamente desalentador, debido a que la misma combustión estaba afectando al aire y atmósfera. (Vargas, 2005, p. 117)

#### **1.2. Contaminante**

El contaminante es cualquier elemento que puede generar un desequilibrio al proceso natural de un ecosistema. Por lo general, la cantidad de contaminante dependerá de la cantidad poblacional en determinado lugar, ya que el ser humano es el principal actor en la generación de los contaminantes, estos por lo general aumentan de acuerdo al consumo poblacional y además se dividen en tres contaminantes: sólidos, líquidos y gaseosos.

Los contaminantes sólidos son generados a través de un proceso de transformación de materia orgánica, la cual es desechada y puede generar alteraciones en el suelo, como son infertilidad y organismos nocivos para la agricultura. Los contaminantes líquidos, son agentes conocidos como aguas negras, desechos líquidos industriales y/o derrames de combustibles fósiles. Los contaminantes gaseosos se producen por la combustión de ácido nítrico, azufre y monóxido de carbono, entre otros elementos inflamables. (Doménech, 2000, p. 88)

### ***1.2.1. Clasificación de los contaminantes***

#### *1.2.1.1. Contaminantes no degradables*

Son los elementos que, al transcurrir un determinado periodo de tiempo, el proceso natural del ecosistema no ha logrado descomponerlo en residuos menores. La mejor alternativa para tratar estos contaminantes es el reciclaje o el tratamiento del espacio donde se esparció el mismo.

#### *1.2.1.2. Contaminantes de degradación lenta*

Son elementos que necesitan décadas para su descomposición debido a su composición química.

#### *1.2.1.3. Contaminantes degradables y no persistentes*

Se reducen completamente en su totalidad o parcialmente en periodos de tiempo reducidos y por lo general no alteran al ambiente.

#### *1.2.1.4. Contaminantes biodegradables*

Son compuestos que pasan de ser complejos a ser elementos sencillos gracias a la actividad de organismos vivos. (Doménech, 2000, p. 95)

### **1.3. Tipología de contaminación**

#### ***1.3.1. Contaminación hídrica***

Las consecuencias de nuevos apartados industriales han invadido los ecosistemas y han alterado en diferentes medidas la normal evolución de los mismos, en este caso para la transformación y/o generación de nuevos recursos para la sociedad, se ha utilizado un elemento que sirvió como receptor y desecho, como es el caso del recurso agua, el cual se ha visto altamente involucrado en la transformación de bienes. Se considera que el agua es perjudicial, cuando genera efectos adversos al suelo, ser humano y animales, que por lo general se genera por desagües urbanos, industriales, agropecuarios y descarga de sólidos. (Atilio, 2005, p. 26)

### ***1.3.2. Contaminación atmosférica***

Se entiende como contaminación atmosférica, a la adición de partículas y elementos ajenos al aire; la principal razón de esta contaminación son las combustiones generadas por la generación de dióxido de carbono, azufre, óxidos nitrosos, entre otros elementos. Por tal razón, los contaminantes se dividen en dos, los contaminantes primarios y secundarios, el primero es generado de forma natural como el caso del CO<sub>2</sub>, mientras que el segundo se produce por procesos químicos diferentes a los realizados en el aire.

Otro elemento que genera contaminación en el aire, es el gas metano, el cual se produce cuando la materia orgánica se descompone en ausencia de oxígeno, por lo general producido por la defecación animal, este elemento es contribuyente del calentamiento global ya que aumenta la capacidad de retener calor. (Atilio, 2005, p. 6)

### ***1.3.3. Contaminación del suelo***

EL suelo está directamente relacionado con las actividades que realiza el hombre, por lo general en el suelo se encuentran elementos como arcilla, arena y materia orgánica. Se conoce como contaminación del suelo a la acumulación de elementos que en un periodo de tiempo alteran el normal comportamiento del mismo, pudiendo llegar al punto de degradarlo hasta eliminar sus elementos básicos y causarle infertilidad. (Atilio, 2005, p. 15)

## **1.4. Residuos sólidos**

Los residuos sólidos siempre han existido en la atmósfera, agua y suelo, no obstante, su acumulación puede afectar negativamente al ambiente, debido a que sus efectos químicos pueden transformar los elementos de cada uno de los espacios del planeta y los mismos alteran la salud del ser humano y animales. (Castells, 2012, p. 70)

### ***1.4.1. Clasificación de los residuos de acuerdo a su composición***

#### ***1.4.1.1. Residuos orgánicos***

Son desechos de orden biológico, de seres que estuvieron con vida, por lo general animales, seres humanos, hojas, frutos, entre otros.

#### *1.4.1.2. Residuos inorgánicos*

Son los desechos de origen no biológico, es decir que se obtuvieron de un proceso ajeno al natural, más bien industrial pueden ser plásticos, telas, entre otros.

#### *1.4.1.3. Residuos peligrosos*

Son desechos los cuales se obtuvieron de forma biológica o no biológica, pero que sus elementos pueden ser perjudiciales para el ambiente o para los seres vivos, por lo cual se necesitan determinados tratamientos para eliminar su peligro potencial. (Castells, 2012, p. 72)

### ***1.4.2. Clasificación de residuos orgánicos según su fuente de generación***

#### *1.4.2.1 Residuos sólidos orgánicos provenientes del barrido de las calles*

Su contenido puede resultar muy variado, ya que se pueden encontrar restos de frutas, hojas, tallos; los cuales resultan complicados al momento de separar sus elementos.

#### *1.4.2.2. Residuos sólidos orgánicos institucionales*

Son residuos obtenidos de entidades públicas o privadas, basadas en sus actividades de comercio y/o de desperdicios de los comedores.

#### *1.4.2.3. Residuos sólidos de mercados*

Son los desperdicios obtenidos de actividades mercaderes, como son la venta de bienes perecibles y no perecibles, los residuos de este punto son ideales para la realización de compostaje. (Jaramillo, 1999, p. 2)

## **1.5. Industria de la carne**

### ***1.5.1. Mataderos o camales***

La finalidad de los mataderos es la de preparar la carne mediante técnicas de manipulación que sean amigables con la salud humana, inspeccionando que el proceso de faenado cumpla con normas de calidad e higiene.

Existen tres tipos de mataderos, el primero es el matadero conocido como municipal, en donde sus actividades están subvencionadas por el mismo municipio, por tanto, realizan las operaciones de sacrificio del animal, separación de la carne y traslado a los puntos de venta. El segundo es el cooperativo y el tercero es el matadero privado que, por su enunciado, sus actividades no dependen de un ente público y su distribución varía en comparación al matadero municipal. (Veall, 1993)

### ***1.5.2. Proceso de faenamiento***

#### *1.5.2.1. Primer paso: Zona sucia*

Esta sección a su vez se divide en dos actividades, la primera consiste en la recepción del animal, conocido como paso de abastecimiento en la cadena de valor, con el fin de que la cantidad de animales sea directamente proporcional a la demanda de carnicerías asociadas.

La segunda actividad se da una vez que el animal se encuentra dentro del camal, esto significa cambiar la dieta del animal con el fin de que el peso del mismo sea en mayor cantidad músculo y tejido, mas no desechos o excremento, proceso que demora un día. Además de dar un baño general al animal con mangueras a presión para ahorrar el tiempo de faenamiento. Y por último se procede a golpear al animal con una pistola neumática, hasta que el mismo pierda el conocimiento, para posteriormente degollarlo y colocarlo en el aire utilizando rieles para que no se contamine en el suelo.

#### *1.5.2.2. Segundo paso: Zona intermedia*

Se procede a trasladar a los animales muertos a otra zona, en la cual se realiza el corte del animal por partes, y la separación de la piel, quedando así, la carne lista, la misma que es colgada mediante ganchos para ser trasladada al cuarto frío a fin de que esta se mantenga en buen estado.

#### *1.5.2.3. Tercer paso: Zona limpia*

Una vez terminados los pasos descritos anteriormente, se designa al inspector sanitario para que observe que las partes cortadas y la carne estén en perfectas condiciones para su posterior distribución. Se pesa las partes de las reses, previamente lavadas, se empaqueta y en caso de ser necesario se le coloca un sello. Finalmente, la carne lista es trasladada a los puntos de venta asociados. (Veall, 1993)

## **1.6. Contaminación proveniente de camales**

De cada uno de los procesos de faenamiento se genera una alta cantidad de desechos o residuos orgánicos que pueden ser perjudiciales para el agua, suelo y aire. Esto se puede observar desde la recepción de los animales con la presencia de orina en los patios de espera, los cuales pueden llegar a las tuberías principales del matadero o también al suelo.

Existen tres tipos de agentes contaminantes que provienen de las operaciones de sacrificio animal, el primero son los químicos para dar el tratamiento quirúrgico al ganado, en segundo lugar se encuentran los residuos de estiércol, sangre y orina; finalmente pedazos de tejido no seleccionado. (Briceño y Castillo, 2009: p. 16)

### *1.6.1. Contaminación del agua*

El agua es el insumo básico usado por los camales, debido a que es el recurso principal utilizado en el tratamiento del animal, previo, durante y posterior al faenado.

Por lo general se concentran en el agua, sustancias como estiércol, sangre y orina, las cuales no son eliminadas o tratadas completamente en la zona de faenamiento, más bien son desechadas en canaletas que se desplazan a lugares ajenos al matadero, lo que produce alteraciones al ambiente.

### *1.6.2. Contaminación del aire*

Todo el proceso de faenamiento, da lugar a la contaminación en el aire, debido a los fuertes olores que emanan los animales vivos y muertos, debido a la secreción de líquidos y sólidos.

### *1.6.3. Contaminación del suelo*

Similar a la contaminación del agua, el suelo recibe diariamente grandes cantidades de desechos provenientes de los mataderos, debido a que el destino de los desagües o canaletas de los camales tienen como destino final lugares o terrenos abandonados. (Briceño y Castillo, 2009: pp. 17-18)

## **1.7. Contaminación proveniente del camal del cantón Francisco de Orellana**

La Planta de Faenamiento del cantón Francisco de Orellana realiza el sacrificio de animales de ganado bovino y porcino, en un promedio de 26 reses y 17 cerdos al día, de lo cual se generan residuos tales como: contenido ruminal, estiércol, pelos, pesuñas, órganos no comestibles, sangre, aguas residuales del lavado de todas las operaciones, entre otros. Actualmente este camal no cuenta con sistemas de disposición final adecuados, sino que estos residuos son descargados al

ambiente ocasionando serios problemas al aire por malos olores, al suelo por contaminación, al agua por la descarga de residuos sin tratamiento y a la salud pública por la presencia de aves carroñeras y roedores. (Figuerola, 2014, p. 43)

## **1.8. Manejos alternativos de desechos**

Los manejos alternativos dependerán en gran medida del sitio donde esté ubicada la empresa, negocio o persona, ya que no siempre se tendrá acceso al mismo nivel de tecnología y de tiempo para realizar el tratamiento necesario de los desechos. Cabe mencionar que es indispensable que el tratamiento del mismo no genere más desechos o desgaste de energía superior a la planteada. (Bermúdez, 2010)

En primer lugar el sistema de medios alternativos es la incineración, método por el cual, los elementos contaminantes en conjunto con sustancias inflamables o combustibles, llegan a descomponerse y sus elementos no afectan al ambiente, sin embargo este tratamiento tiene efectos adversos, como es la contaminación en la atmósfera o aire, debido a que las sustancias aplicadas para este tratamiento no son amigables con el ambiente y pueden afectar la capa de ozono o expedir olores fuertes y desagradable para las personas.

En segundo lugar está la compostificación, que transforma los desechos en abonos o fertilizantes para el suelo, la cual a través de un sistema integrado de tratamiento logra que se elimine del desecho las partículas no deseadas y que se añadan elementos que pueden ser beneficiosos para las plantas y el suelo. (Castells, 2012, p. 62)

### ***1.8.1. Aprovechamiento de residuos sólidos***

Se trata de procesos a través de los cuales los desechos en lugar de ser arrojados a la intemperie son recuperados mediante técnicas integrales de reutilización, reciclaje o reducción a fin de brindar beneficios ambientales y/o económicos. (Castells, 2012, p. 67)

## **1.9. Fertilizantes Orgánicos**

De acuerdo a investigaciones agrarias, el suelo se alimenta en gran medida por los elementos que se degradan en el mismo, es decir, que dependiendo de las sustancias segregadas tendrá diferentes tipos de características, sin embargo, existen otras formas de alimentar al suelo, como es el caso de los fertilizantes orgánicos: abonos, compostaje y biol, los cuales generan nutrientes al suelo

sin la incorporación de elementos químicos. (Instituto de Investigaciones Agropecuarias, 2005, p. 10)

Existen dos tipos de fertilizantes orgánicos: de forma sólida y líquida. La líquida tendrá una absorción más rápida por el suelo, mientras que la sólida tardará más tiempo en que el suelo lo absorba. (FONAG, 2010, p.5)

## **1.10. Abono orgánico**

El abono orgánico es indispensable en la agricultura actual y su uso es fundamental, ya que es fuente de actividad microbiana, la cual genera riqueza al suelo. Provee macro elementos como potasio, fósforo, nitrógeno entre otros, necesarios para la nutrición de la planta y crecimiento de flores y frutos. Aumenta la capacidad del suelo para absorber agua, es decir que a medida que más agua absorba y retenga la planta, mejor será la capacidad del suelo en aportar nutrientes a la misma. (FONAG, 2010, p. 5)

### ***1.10.1 Propiedades de los abonos orgánicos***

#### *1.10.1.1. Propiedades Físicas*

Las propiedades físicas mejoran la estructura y textura del suelo, haciéndolo más ligero y compacto. El color oscuro que posee el abono orgánico atrae con más facilidad los rayos solares, lo cual le permite adquirir más temperatura y a la par absorber más fácilmente los nutrientes. A su vez mejora el drenaje del suelo y la permeabilidad debido a que absorbe líquidos de mejor calidad y evita la erosión del mismo.

#### *1.10.1.2. Propiedades químicas*

Los abonos orgánicos tienen la propiedad de reducir el pH del suelo, lo cual mejora la capacidad de intercambio catiónico aumentando así la fertilidad.

#### *1.10.1.3. Propiedades biológicas*

Los abonos orgánicos ayudan a oxigenar el suelo, por lo que existe una mayor actividad de microorganismos aerobios, es decir que, aumentan la capacidad del suelo para producir microorganismos, los cuales se encargan de descomponer la materia orgánica del suelo, favoreciendo el desarrollo de los cultivos. (FONAG, 2010, p.6)

### ***1.10.2 Clasificación de los abonos orgánicos***

#### *1.10.2.1. Abonos no procesados*

Son abonos a los cuales no se les añade ninguna sustancia ajena a la que ya poseen, como es el caso del guano (excremento de murciélago), gallinaza (excremento de gallinas) y estiércol (excremento proveniente de ganado vacuno, porcino, equino, caprino y ovino). Este tipo de abonos se aplican una vez secos directamente sobre el suelo sin necesidad de procesarlos con sustancias adicionales.

#### *1.10.2.2. Abonos Procesados*

Son abonos a los que se les añade sustancias ajenas a los mismos, ayudando con esto a acelerar el proceso de degradación. Por ejemplo:

- a) Compost: obtenido mediante la combinación o mezcla de restos de frutas, hojas, tallos, cáscaras, excrementos de vacas, gallinas, cabras, cerdos, cuyes, entre otros.
- b) Vermicompost: se trata de la adición de lombrices al compost ya elaborado.
- c) Bocashi: consiste en la fermentación del excremento de ovejas, elaborado con la ayuda de levaduras, generalmente este abono se utiliza en suelos que han sido afectados por la radiación del sol.
- d) Humus: es el resultado de la descomposición de bacterias y hongos que fueron almacenados en un determinado lugar, se caracteriza por poseer un alto contenido de carbono.
- e) Purín: consiste en la fermentación de la orina del ganado, cabe mencionar que este tipo de abono debe ser tratado a temperaturas apropiadas con el fin de eliminar agentes patógenos que afecten a la planta o suelo.
- f) Biol: obtenido de la fermentación del estiércol del ganado con determinadas plantas benéficas para el cultivo, es últimamente el nuevo abono orgánico para los agricultores. (Cosechando Natural, 2017)

### **1.11. El biol**

Se conoce como biol al abono orgánico foliar, o también llamado bio-fertilizante. Se presenta en forma líquida, mediante la fermentación de restos orgánicos de animales y de ciertos vegetales en espacios que carezcan de oxígeno. El biol contiene nutrientes de alto grado o macro nutrientes que estimulan el crecimiento, florecimiento y maduración de frutas, es decir se involucra en el

desarrollo de las plantas. En general la producción de biol es un proceso que no tiene mayor costo, más bien es muy barato y sencillo, ya que no se utilizan insumos muy complejos, ni sistemas o máquinas, no obstante, el único defecto de este abono es el tiempo que demora en transformarse de desecho a fertilizante. (Sistema Biobolsa, 2016, p. 3)

El biol se compone de dos partes: sólida y líquida, la primera es conocida como biosol y se obtiene de la limpieza del biodigestor donde se elaboró el biol, por el contrario, la parte líquida corresponde al biol líquido listo para aplicar. (Álvarez, 2010, p.9)

### ***1.11.1. Objetivos del biol***

- Asegurar un rendimiento superior del suelo, en condiciones climáticas variables, con el fin de que la planta tenga mayor calidad.
- Revitalizar a la planta, es decir, que se haga resistente a las plagas, enfermedades y/o procesos de deterioro que ocurrieron en su crecimiento.
- Generar un suelo fértil y por ende alimentos absolutamente libres de químicos.
- Incrementar la calidad de los cultivos. (Álvarez, 2010, p.11)

### ***1.11.2 Ventajas y desventajas del uso del biol***

**Tabla 1-1:** Ventajas y desventajas del uso del biol

<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
Insumos accesibles en cualquier zona rural o urbana	Se necesita de un periodo de tiempo amplio para conseguir que el biol posea las propiedades necesarias
Los insumos o recetas pueden variar de acuerdo al presupuesto o alcance del agricultor	Necesita espacios amplios para su elaboración.
Aumenta la actividad microbiana del suelo	El uso de envases es necesario para transportarlos.
Favorece la actividad fisiológica de la planta	

Realizado por: Karla Gualoto, 2018

Fuente: INIA, 2008

### ***1.11.3. Preparación del biol***

- Lavar el bidón donde se colocarán todos los ingredientes para la elaboración del biol.
- Agregar el estiércol al bidón.
- Añadir agua y remover con la ayuda de un palo la mezcla.
- Agregar melaza y ceniza a la mezcla y seguir removiendo.
- Añadir la leche o suero de leche y continuar mezclando.
- Cerrar herméticamente el contenedor en el cual se realizará la fermentación.
- Introducir en un extremo del bidón una manguera que conecte el otro extremo con una botella descartable con la finalidad de crear un sistema de salida de gases evitando la entrada de aire del exterior, lo cual dará lugar al proceso de fermentación. (INIA, 2008, p.7)

### ***1.11.4. Cosecha del biol***

Por norma general el biol está listo para su uso, cuando la botella que sirvió como filtro para eliminar el gas metano, tiene un color verdoso. Por lo cual, se procede a extraer el biol del bidón, mediante el uso de una malla que retenga los sólidos que se degradaron, para ser usados, si se lo desea, en otros lugares como abono orgánico. (INIA, 2008, p.8)

### ***1.11.5 Análisis químico del biol***

#### ***1.11.5.1. Macronutrientes primarios***

##### ***Potasio (K)***

El potasio es un elemento permanente en el biol y completamente importantes en la nutrición vegetal, además de ser relevante en el proceso de la fotosíntesis, debido a que es reparador de tejido y multiplicador celular.

##### ***Fósforo (P)***

La presencia de fósforo en el biol, es relevante en cuanto a la fertilización de la planta, maduración de frutos y crecimiento de flores. Sin embargo, una alta concentración de fósforo en el biol puede resultar negativa para las plantas y puede llegar a degradar las hojas y flores.

### *Nitrógeno (N)*

Es un elemento altamente importante y necesario en el desarrollo de los cultivos, principalmente en su rendimiento, sin embargo, la carencia o excesivo uso pueden disminuir la calidad de estos.

#### *1.11.5.2. Macronutrientes secundarios*

### *Calcio (Ca)*

Este macroelemento forma parte del biol y su concentración es favorable para el desarrollo de las plantas, principalmente es beneficioso en aquellas en las cuales su proceso de maduración requiere mayor tiempo.

### *Materia orgánica (MO)*

La concentración de materia orgánica está ligada a la fertilidad del suelo, la cual facilita ciertas tareas como son el labrado de tierra, circulación de agua, entre otros. Un suelo que carezca de materia orgánica carece de energía, estructura, cargas negativas relacionadas con el pH del suelo y actividades microbianas.

### *Azufre (S)*

Es un elemento importante en la formación de la clorofila de las plantas, es decir que, la deficiencia de este elemento hace que las hojas que normalmente deben ser verdes se tornen pálidas o amarillas, además de retardar el crecimiento de las mismas.

### *Magnesio (Mg)*

El magnesio tiene gran participación en el proceso de la fotosíntesis, la falta de este elemento hace que sea menos resistente al ataque de enfermedades. Además, de cambiar la coloración de las hojas inferiores, presentando manchas rojizas o púrpuras.

#### *1.11.5.3. Micronutrientes*

### *Zinc (Zn)*

El zinc es importante para el transporte de enzimas y de otros elementos dentro de la planta.

### *Sodio (Na)*

El sodio es activo en la composición estructural de la planta y del suelo, si existe en exceso puede ocurrir que no se absorba el agua del suelo ni los nutrientes de los abonos orgánicos. (Warnars y Oppenoorth, 2014: pp. 16-17)

### ***1.11.6. Ingredientes para la elaboración del biol***

#### *1.11.6.1. Melaza*

Debido a que posee una importante fuente energética, por ser rica en potasio, magnesio, calcio y boro, incrementa la actividad microbiológica al ser agregada en la preparación de bioles.

#### *1.11.6.2. Ceniza*

Este ingrediente es gran aportador de minerales, los cuales activan y enriquecen la fermentación. Las cenizas provenientes de la quema de cascarilla de arroz, bagazo de caña y maíz son las mejores en la elaboración de bioles.

#### *1.11.6.3. Suero de leche*

Este subproducto originado en la fabricación de quesos es de gran utilidad en la preparación de bioles, debido a que es rico en vitaminas, grasas y aminoácidos que facilitan la formación de compuestos orgánicos, además de ayudar en gran cantidad en la reproducción de los microorganismos originados en el proceso fermentación del biopreparado.

#### *1.11.6.4 Levadura*

Este ingrediente sirve para estimular y acelerar el proceso de descomposición mientras transcurren los primeros días, debido a que ayuda en la reproducción de microorganismos en altas cantidades.

#### *1.11.6.5. Estiércol*

En general el estiércol es la materia fecal de bovinos, su función consiste en aportar una gran diversidad de microorganismos tales como levaduras, hongos, protozoos, y bacterias los cuales dan inicio al proceso de fermentación. Una característica importante del estiércol es que sus microorganismos pueden desarrollarse en medios aerobios y anaerobios, lo cual brinda facilidades al momento de elegir el modo de preparación de los bioles.

#### *1.11.6.6. Agua*

El agua sirve para homogenizar o mezclar todos los insumos utilizados para preparar el biol, brinda las condiciones para que los microorganismos puedan reproducirse con más facilidad. (Restrepo, 2007, pp. 53-56)

#### *1.11.6.7. Rumen*

El rumen es una de las cuatro cavidades del sistema digestivo de las vacas, en esta cavidad se encuentran gran cantidad de microorganismos como protozoos y bacterias que procesan el alimento del animal hasta el punto de descomponerlo ayudando así a su digestión. Además, es un residuo sólido que posee gran potencial energético, que puede ser aprovechado en la elaboración de abonos orgánicos en lugar de ser desechado a la intemperie. (Hómez, 2001, p. 5)

#### *1.11.6.8. Orina*

La orina animal es un compuesto alto en nitrógeno, compuesto básico para la fertilización del suelo, y generador de iones favoreciendo un mejor pH para el suelo con el fin de que se genere y se retenga una mayor cantidad de nutrientes en él. La orina de ganado bovino representa el 20% de los desechos del ganado y contiene aproximadamente un 50% de nitrógeno y 66% de potasio. (Picado y Añazco, 2005: pp. 13-14)

#### *1.11.6.9 Leguminosas*

Pertencen a un grupo de plantas capaces de tomar nitrógeno del aire y fijarlo en sus raíces para posteriormente transferirlo al suelo. Contienen en sus hojas y granos gran cantidad de proteínas, por lo que sirven de alimento para el ganado, además de ser utilizadas en la elaboración de abonos orgánicos, especialmente en bioles. Las leguminosas más utilizadas para realizar abonos orgánicos son: trébol, alfalfa, arveja, maní, haba, guaba, hortiga. (Reynoso, 2016)

### ***1.11.7. Factores que afectan al proceso de elaboración de biol***

#### *1.11.7.1. Tipo de materia prima*

Los desechos ideales para la preparación del biol son los de origen animal y vegetal, debido a que poseen nutrientes como carbono, azufre y nitrógeno, elementos esenciales para el suelo y su vitalidad, normalmente lo ideal es el uso de estiércol, destacando el de las vacas, aunque también

puede servir la materia fecal proveniente de gallinas, conejos, caballos, ovejas, cerdos, además de la orina de bovinos, cabras entre otros. El contenido de nutrientes en diferentes estiércoles depende del tipo de animal, de la alimentación y del agua que consume.

#### *1.11.7.2. Temperatura*

La temperatura está ligada directamente a la actividad de los microorganismos que forman parte del biol una vez mezclados todos los ingredientes. Por tanto, una vez elaborado, la temperatura del biol dentro del contenedor transcurrido catorce horas aproximadamente debe superar los 50 °C, lo cual indica que se puede continuar con las siguientes etapas del proceso.

#### *1.11.7.3. Humedad*

Los valores apropiados en cuanto a la humedad del biol pueden variar entre el 50% y el 60%. Cuando la humedad es inferior al 35% la descomposición de los ingredientes del biol es muy lenta, por el contrario, si la humedad está por encima del 60% se reduce la presencia de materia orgánica.

#### *1.11.7.4. Relación carbono- nitrógeno (C/N)*

La relación ideal para el biol es de C/N 30:1, si la relación es menor como por ejemplo C/N 10:1 existe la posibilidad de que no se digieran por completo los insumo, además de generar pérdidas de nitrógeno, si por el contrario la relación es mayor, por ejemplo, C/N 40:1 existe la posibilidad de que no se aumente la actividad microbiana y por ende la fermentación resulte más lenta.

#### *1.11.7.5 Potencial Hidrógeno (pH)*

Los valores de pH que requieren los bioles pueden variar entre 6 y 7,5, debido a que cantidades extremas interrumpen las actividades de los microorganismos en el transcurso del proceso de degradación o fermentación. Cabe mencionar que los primeros días en los que el biol es elaborado su pH será bajo, sin embargo, con el pasar de los días este valor se va auto-corrigiendo a medida que se vaya fermentando la mezcla.

#### *1.11.7.6. El tamaño de las partículas de los ingredientes*

Otro aspecto importante es el tamaño de los ingredientes que se adicionan al biol, es decir que, si la medida de dichos ingredientes es pequeña esto favorece al incremento del espacio para la

descomposición de los microorganismos. Es necesario mencionar que si los tamaños son muy reducidos se puede llegar a tener una compactación de los ingredientes, lo cual resulta difícil y más lento en cuanto a la descomposición de los mismos. (Picado y Añazco, 2005: pp. 19-23)

### **1.12 Tiempo de fermentación**

Es el tiempo que tarda el biol en estar listo para su aplicación, y está relacionado con el clima del lugar en donde se instaló. Por ejemplo, en lugares donde el clima es frío tomará un tiempo de 75 a 90 días, por el contrario, en lugares con climas cálidos el biol estará listo entre 30 y 45 días. Además del clima, el tiempo de fermentación también está en dependencia de la capacidad que tengan los recipientes (bidones, envases, contenedores), es decir, de la cantidad del preparado, así como también de las características de los ingredientes utilizados. (INIA, 2008, p.8)

## CAPÍTULO

### 2. MARCO METODOLÓGICO

#### 2.1. Metodología

##### *2.1.1. Tipo y diseño de la investigación*

El desarrollo del estudio de producción de biol se enmarcó en la metodología de investigación y comparación experimental. La investigación permitió establecer los procedimientos adecuados a seguir en base a los datos y la información referente al estudio, obtenidos a través de la indagación realizada en diferentes fuentes escritas (textos e internet) y experiencias de algunos profesionales del área, sobre el uso de abonos orgánicos. La comparación experimental permitió determinar los materiales e insumos necesarios a utilizarse sobre la base de la investigación. La fase de concreción de los objetivos se desarrolló con la acción conjunta de los actores directos, de acuerdo a los procedimientos siguientes: estudio y determinación del potencial de materia prima disponible, preparación y producción de biol.

##### *2. 1.2. Localización geográfica de la investigación*

###### **a. Localización**

La investigación se realizó en la planta de faenamiento del Cantón Francisco de Orellana, Provincia de Orellana, localizado en el km 1 ½ vía a los Zorros.

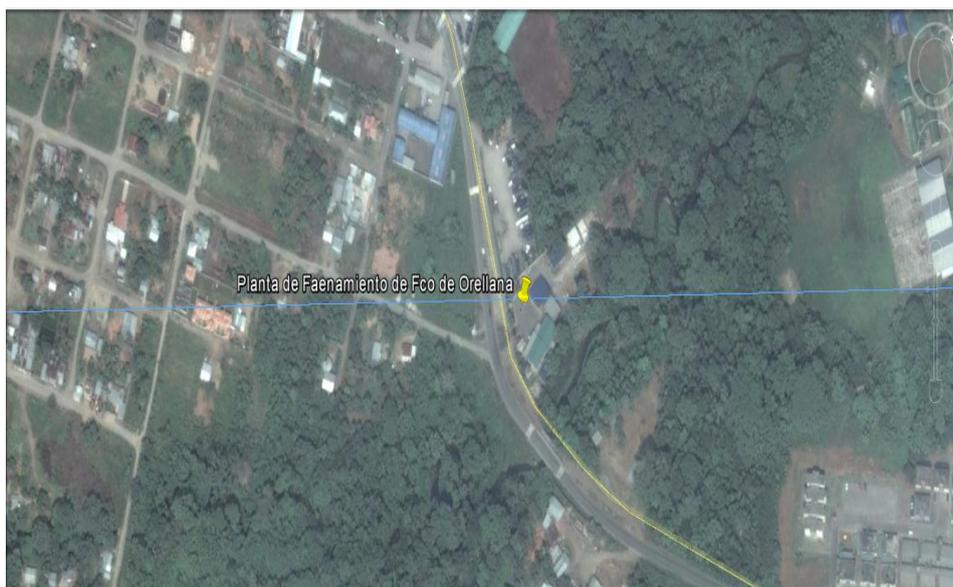
###### **b. Ubicación geográfica**

La ubicación de la planta de faenamiento del Cantón Francisco de Orellana se describe en la (tabla 1-2) y (Figura 1-2).

**Tabla 1-2:** Ubicación de la planta de faenamiento de Orellana

<b>Parroquia:</b>	Puerto Francisco de Orellana
<b>Cantón:</b>	Francisco de Orellana
<b>Provincia:</b>	Orellana
<b>Latitud UTM:</b>	279209 E;
<b>Longitud UTM:</b>	9946514 N;
<b>Altitud</b>	248.7 m.s.n.m

Realizado por: Karla Gualoto, 2018  
Fuente: GADMFO, 2015



**Figura 1-2:** Mapa de ubicación de la Planta de faenamiento de Francisco de Orellana

Realizado por: Karla Gualoto, 2018.

### **2.1.3. Materiales e insumos**

#### **a. Material experimental**

La materia prima utilizada para la obtención del biol se describe a continuación:

- Hojas de guaba
- Leche
- Melaza
- Levadura
- Estiércol
- Orina
- Rumen
- Ceniza.

## **b. Otros materiales**

Los materiales que se utilizaron en esta investigación son:

- Canecas de 20 L con tapa.
- Botellas de vidrio esterilizadas para los muestreos.
- Botellas de plástico descartables.
- Pedazos manguera plástica de ¼ de pulgada de diámetro de 80 cm de largo.
- Termo para trasladar las muestras al laboratorio.
- Llaves de paso plásticas.

Adicionalmente se utilizó una cámara fotográfica durante todo el proceso y una computadora para la escritura y análisis de los datos.

### ***2.1.4. Factores en estudio***

Los factores en estudio estuvieron representados por las tres materias primas: rumen, orina y estiércol.

### ***2.1.5. Técnicas de estudio***

Análisis de laboratorio

### ***2.1.6. Tratamientos en estudio***

Los tratamientos en estudio se detallan en la tabla 2-2.

**Tabla 2-2:** Tratamientos en estudio

<b>Tratamiento</b>	<b>Descripción</b>
T1	Rumen
T2	Orina
T3	Rumen + Orina
T4	Estiércol (Testigo)

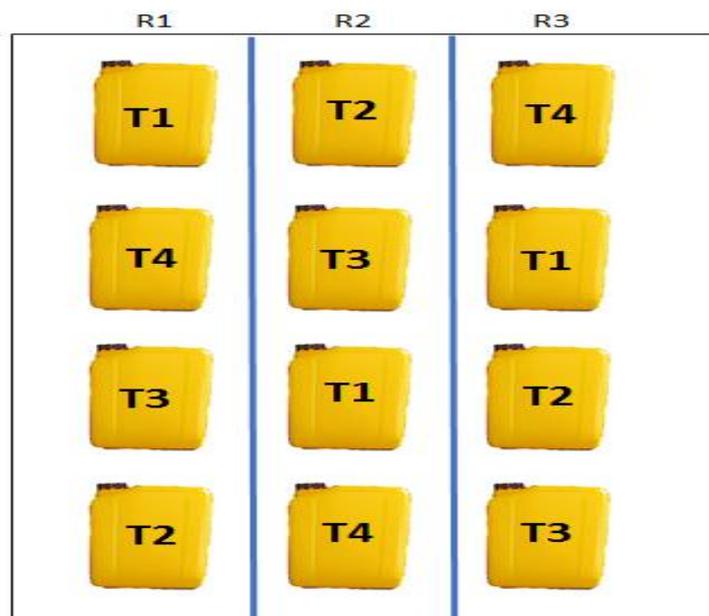
Realizado por: Karla Gualoto, 2018

### ***2.1.7. Especificaciones de las canecas de biol***

Se utilizaron 12 canecas de 20 L de capacidad. Por tanto, la unidad experimental estaba representada por una caneca. Es necesario mencionar que, en cada una de las canecas se adaptó una llave de paso plástica la cual permitió medir cada 15 días el pH del biol. Además, se conectó una manguera plástica de 80cm de largo a la tapa de las canecas, y al otro extremo de ésta se colocó una botella plástica descartable con agua, lo cual funcionó como una válvula de seguridad, de modo que así se controló la salida de los gases del interior del contenedor, sin permitir que entre aire desde afuera. Todo esto con la finalidad de crear un medio anaerobio (ausencia de oxígeno). (Anexo B)

### ***2.1.8. Diseño experimental***

Debido a que se realizaron 4 tratamientos con 3 repeticiones cada uno, se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA). El diseño es en bloques completos porque en cada bloque aparecen todos los tratamientos, y al azar porque dentro de cada bloque los tratamientos son asignados en forma aleatoria. (Di Rienzo et al., 2008). Por lo tanto, en esta investigación se formaron 12 unidades experimentales en total. (Figura 2-2).



**Figura 2-2:** Distribución de los tratamientos en función del diseño establecido.

Realizado por: Karla Gualoto, 2018

### ***2.1.9. Análisis estadístico***

Se realizó un análisis de varianza para determinar si existen diferencias significativas entre medias de los tratamientos, utilizando la prueba de Fisher protegida (LSD) con nivel de significancia al 5%. Todos estos análisis se realizaron con el paquete estadístico InfoStat versión 2015

### ***2.1.10. Período experimental***

El estudio se implementó el 30 octubre del año 2017 y finalizó el 5 marzo del año 2018, en total el proceso de obtención del biol duró 128 días.

### ***2.1.11. Caracterización de los desechos orgánicos a tratar***

#### ***2.1.11.1 Muestreo de estiércol***

El muestreo de los desechos se realizó en la planta de faenamiento del cantón Francisco de Orellana, para la recolección de la muestra de estiércol se hizo el siguiente procedimiento:

- Se realizó el recorrido por los corrales del ganado bovino,
- En un balde se colectó diez submuestras de estiércol,
- Se mezcló las submuestras,

- Se tomó una muestra de 1Kg de este desecho y se colocó en un frasco esterilizado,
- Se etiquetó el frasco,
- Y se colocó en el termo.

#### *2.1.12.2 Muestreo de rumen*

El rumen también se recolectó en la planta de faenamiento del cantón Francisco de Orellana, se siguió el siguiente procedimiento:

- Traslado al lugar donde se acumula el desecho en el centro de faenamiento,
- En un balde se colocó diez submuestras de rumen y se homogenizó,
- En un recipiente esterilizado se tomó una muestra de 1Kg,
- Se etiquetó el frasco y se colocó en el termo.

#### *2.1.12.3. Muestreo de orina*

Para obtener la muestra de este desecho en la planta de faenamiento se realizó el siguiente procedimiento:

- Se solicitó a los faenadores que recolectaran de la vejiga de cinco bovinos 1L de orina,
- Se mezcló la muestra y se recolectó una muestra de 1L.
- Se etiquetó la muestra
- Y se colocó en un termo.

Finalmente, las muestras de estiércol, rumen y orina se trasladaron al laboratorio del GAD provincial de Orellana para el análisis nutricional de N, P, K, Ca, Mg, pH y MO. (Anexo A)

#### ***2.1.13. Contenido nutricional de los desechos orgánicos***

Se recolectó una muestra de 1Kg de rumen, 1Kg de estiércol bovino y 1L de orina de ganado vacuno, se identificaron y se enviaron al laboratorio del Gobierno Autónomo Provincial de Orellana para la determinación de N, P, K, Ca, Mg, pH y MO. (Anexo A)

### 2.1.14. Cálculo de la cantidad de desechos para preparar 20 L de biol

Se revisó información bibliográfica con el objetivo de conocer la cantidad de estiércol, rumen y orina que debieron utilizarse para preparar 20L de biol. Álvarez (2010), manifiesta que para preparar 100L de biol se requiere 25Kg de estiércol fresco, y EcuRed (2018), indica que en 5L de agua se debe añadir 1L de orina. Por lo tanto, se determinó que para preparar 20L de biol se necesitaba 5Kg de estiércol, 5Kg de rumen y 4L de orina, para el tratamiento rumen + orina se colocó 4.5Kg de rumen + 4.5L de orina.

### 2.1.15. Cálculo de la relación carbono/nitrógeno (C/N)

Los valores de MO y N obtenidos de los resultados del análisis de laboratorio (tabla 1-3) se utilizaron para calcular la relación C/N inicial. Por lo tanto, se multiplicó la cantidad (MO) de los desechos por la constante 0.58 para determinar la cantidad de carbono orgánico (CO), a continuación, se procedió a dividir el CO para el N y así se obtuvo la relación C/N inicial (Tabla 4-2). (Eyherabide et al., 2014) (Vargas, 2007)

**Tabla 3-2:** Cálculo de la relación C/N inicial

Descripción	MO (%)	CO	N (%)	Relación C/N (inicial)
Rumen	90,87	52,7	4,54	11,6
Orina	37,07	21,5	1,85	11,6
Estiércol	100,0	58,0	8,06	7,2
Guaba	52,0	30,2	1,82	16,6

Realizado por: Karla Gualoto, 2018

La relación carbono-nitrógeno en abonos orgánicos recomendada es 30:1, por lo tanto, se procedió a ajustar la misma con la adición de leguminosa de la zona (hojas de guabas), con estas consideraciones, se realizaron los tratamientos. (Restrepo, 2007) (tabla 4-2)

**Tabla 4-2:** Cantidad de ingredientes utilizados para la elaboración de los cuatro tipos de biol

Tratamientos	Rumen (Kg)	Orina (L)	Estiércol (Kg)	Leguminosa-guaba (Kg)	Inóculo (L)	Agua (L)
T1	5	-	-	32	10	8
T2	-	4	-	33	10	8
T3	4.5	4.5	-	36	10	8
T4	-	-	5	33	10	8

Realizado por: Karla Gualoto, 2018

**Tabla 5-2:** Ingredientes utilizados en la preparación del inóculo

<b>Ingrediente</b>	<b>Cantidad</b>
Leche (L)	14,5
Melaza (L)	7
Ceniza (Kg)	5
Levadura (Kg)	4
Agua (L)	95

Fuente: Jiménez, 2011

Realizado por: Karla Gualoto, 2018

### **2.1.16 Proceso de obtención de biol**

Se siguió el siguiente procedimiento:

- Se preparó el inóculo utilizando un recipiente de 200L, en el cual se colocó 14.5L de leche, 7L de melaza, 5Kg de ceniza, 4Kg de levadura, a continuación, se añadió agua hasta completar 120L, se agitó y se dejó reposar 24 horas. (Jiménez, 2011)
- En la caneca de 20L se añadió 8L de agua.
- Posteriormente se colocó el residuo orgánico a tratar (rumen, orina y estiércol,) dependiendo del tratamiento.
- Además, se adicionó las hojas de guaba picadas en pequeñas proporciones.
- Se mezcló con un palo, posteriormente se colocó 10L del inóculo preparado y nuevamente se volvió a remover.
- Cuando todos los ingredientes se añadieron se procedió a cerrar la caneca y se verificó que la manguera que se adaptó a la tapa ingresara correctamente a la botella con agua, para evitar así el ingreso o salida de los gases, para así crear un ambiente anaerobio.
- Una vez implantados los tratamientos se controló cada quince días la temperatura ambiental, humedad relativa y pH.
- Una vez sellados los tratamientos, comenzó el proceso de descomposición, el mismo que culminó a los 128 días, cuando dichos tratamientos dejaron de burbujear.
- Concluido el periodo de fermentación se procedió a filtrar los bioles utilizando telas las cuales sirvieron como cernidores.
- Finalmente se recogieron muestras para llevarlas a realizar el análisis nutricional en el laboratorio. (Anexo B)

### **2.1.17 Variables de control**

Se procedió a controlar el pH de las unidades experimentales cada 15 días, siempre a la misma hora, es decir a las 10h00, durante 128 días, utilizando un frasco esterilizado (recipiente para muestras de orina de 100 ml), en el cual se recolectaban 90ml de cada caneca, y posteriormente se trasladaron al laboratorio del GAD provincial de Orellana para la medición respectiva. Cabe mencionar que, las muestras se extraían mediante la llave de paso instalada en cada caneca, la cual permitía solamente la salida del líquido, sin que entrara aire al interior. (Anexo B)

Además, se evaluaron las variables de temperatura ambiental y humedad relativa del lugar donde se realizó la investigación, es decir del camal municipal de Francisco de Orellana, cada 15 días en horas de la mañana y la tarde durante 128 días. (tabla 2-3) (tabla 3-3)

### **2.1.18. Muestreo de biol**

A los 128 días después de implementado el proceso se observó que la botella plástica descartable que estaba conectada a la caneca no tenía presencia de burbujas (señal de que el proceso ha finalizado), se procedió a abrir las canecas, la primera prueba que se realizó fue la del olfato, debido a que cuando un biol está bien elaborado, éste huele a jugo de caña (Álvarez, 2010). Luego de verificar que el proceso de formación del biol había culminado correctamente se procedió a mezclar y cernir el contenido de las mismas. (Anexo B)

### **2.1.19 Cantidad de biol obtenido**

Culminado el proceso de fermentación del biol se obtuvieron las siguientes cantidades del abono líquido:

**Tabla 6-2:** Cantidad de biol obtenido

<b>Tratamiento (T)</b>	<b>Cantidad (L)</b>
T1	14
T2	17
T3	16
T4	15

**Realizado por:** Karla Gualoto, 2018

### ***2.1.20 Contenido nutricional del biol***

Una vez cernidos los bioles se tomaron muestras de 300ml por cada tratamiento y su respectiva repetición, en total se tomaron 12 muestras en botellas de vidrio esterilizadas, se etiquetaron las botellas, se introdujeron en un termo y se trasladaron al laboratorio del Suelos y Aguas del INIAP - EECA, para el análisis nutricional de N, P, K, Ca, Mg, pH y MO. (Tabla 5-3) (Anexo B)

## CAPÍTULO

### 3. MARCO DE RESULTADOS, DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

#### 3.1. Contenido nutricional de desechos orgánicos

Una vez realizado el análisis químico de los desechos orgánicos (rumen, orina y estiércol) se evidenció que el contenido más alto de N, P, Ca y Mg se obtuvo con el estiércol y el más bajo con la orina, esto se debe posiblemente a que la cantidad de nutrientes presentes en los desechos animales depende mucho de su alimentación. Sagarpa (1997), indica que el contenido total de nutrientes en los desechos es muy variable y depende de la especie, edad del animal, su eficiencia digestiva, tipo de alimentación y el manejo al que se somete el desecho desde su recolección, maduración y almacenamiento. (Tabla 1-3). Además, se obtuvo que el pH de la orina del ganado bovino es más alto que del rumen y el estiércol. Sierra (2005), manifiesta que cuando el valor del pH del ganado bovino es de 8.5 significa que el animal presenta problemas de hipocalcemia (nivel de calcio inferior a lo normal). El valor de pH en el estiércol fue de 7.1, valor considerado como adecuado (Sierra, 2005). Por otro lado, el valor de pH encontrado en el rumen indica que posiblemente el desecho estaba ya algunas horas en el recipiente recolector, generalmente el pH ruminal presenta variaciones durante el día, es así que vacas mantenidas en pastoreo permanente poseen un valor máximo de 6,7 en horas de la mañana y un mínimo de 5,9 al final de la tarde (Sepúlveda, 2011). Sierra (2005), indica que un pH normal-óptimo en el rumen oscila entre 6.2 y 6.8 pero cuando llega a 5.2 – 6.2 el animal presentó un problema de acidosis metabólica.

**Tabla 1-3:** Contenido nutricional de los desechos orgánicos.

Desechos	P	K	Ca	Mg	N	MO	pH
	%						
Rumen	0.08	6.4	0.1	0.04	4.5	90.9	7.4
Orina	0.0001	0.4	0.08	0.002	1.9	37.1	8.2
Estiércol	0.15	0.8	0.4	0.2	8.1	100.0	7.1

Fuente: Laboratorio del GAD provincial de Orellana, 2017.

Realizado por: Karla Gualoto, 2018

### 3.2. Variables de control

#### 3.2.1. Temperatura (°C)

Una vez implementado el experimento se evidenció que la temperatura en el lugar de experimentación varió de 25°C a 30°C. En el día 1, 45 y 105 se obtuvieron temperaturas superiores a 30 °C. La temperatura registrada desde el 30 octubre del año 2017 hasta el 5 marzo del año 2018, nos indica que ésta fue la época donde se registraron las temperaturas más altas (época más calurosa) (Gráfico1-3). De acuerdo al INAMHI (2015), la temperatura promedio de la ciudad del Coca en el año 2015 fue de 26.2°C.

**Tabla 2-3:** Temperatura ambiental durante el proceso de obtención del biol

<b>TEMPERATURA AMBIENTAL (°C)</b>	<b>MAÑANA</b>	<b>ATARDECER</b>	<b>PROMEDIO</b>
<b>Día 1</b>	31,6	31	31,3
<b>Día 15</b>	29,3	29,5	29,4
<b>Día 30</b>	27,8	27,2	27,5
<b>Día 45</b>	30,4	30,1	30,25
<b>Día 60</b>	28,6	28,4	28,5
<b>Día 75</b>	25,8	25,7	25,75
<b>Día 90</b>	29,6	29,2	29,4
<b>Día 105</b>	30,1	30,3	30,2
<b>Día 120</b>	28,8	28,5	28,65
<b>Día 128</b>	29,8	29,4	29,6

Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado municipal de Francisco de Orellana, 2017-2018

Realizado por: Karla Gualoto, 2018

#### 3.2.2. Humedad Relativa – HR (%)

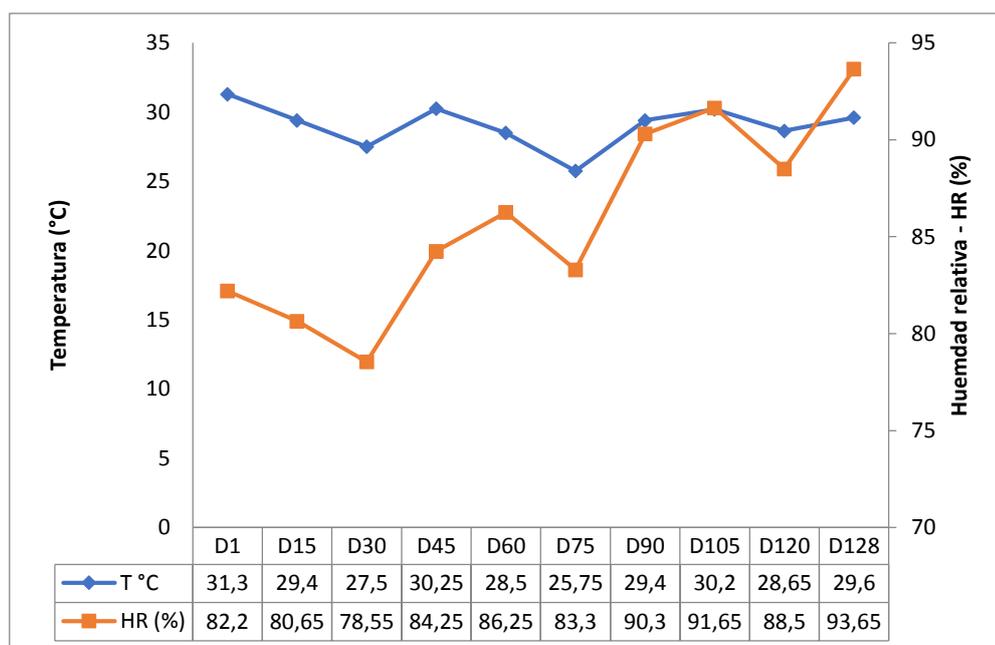
La humedad relativa durante el estudio varió de 80 a 94% (Tabla 3-3), los valores más bajos de HR se presentaron en el día 30. OAS (2018), menciona que en la Amazonía ecuatoriana los valores de HR oscilan entre el 85 y 90%.

**Tabla 3-3:** Humedad Relativa durante el proceso de obtención del biol

HUMEDAD RELATIVA (%)	MAÑANA	ATARDECER	PROMEDIO
Día 1	82,1	82,3	82,2
Día 15	80,5	80,8	80,7
Día 30	78,5	78,6	78,6
Día 45	84	84,5	84,3
Día 60	86,4	86,1	86,3
Día 75	83,7	82,9	83,3
Día 90	90,5	90,1	90,3
Día 105	91,8	91,5	91,7
Día 120	88,4	88,6	88,5
Día 128	93,8	93,5	93,7

Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado municipal de Francisco de Orellana, 2017-2018

Realizado por: Karla Gualoto, 2018



**Gráfico 1-3:** Comportamiento de Temperatura y Humedad del camal municipal.

Realizado por: Karla Gualoto, 2018

### 3.2.3. Potencial hidrógeno (pH)

Cada 15 días se evidenció la variación de pH (5 a 6.3) en los tres tratamientos (T1, T2 y T3) y el testigo (T4). El valor más alto de pH en todos los tratamientos se determinó en el día uno (D1). Solo el T3 tuvo un comportamiento decreciente (pH 5.9 a 4.9) con respecto a los demás tratamientos. Estos valores bajos de pH es un indicativo de fenómenos anaeróbicos. (Márquez et al., 2008)

**Tabla 4-3:** Control de pH

Tratamientos	DÍA									
	1	15	30	45	60	75	90	105	120	128
<b>T1R1</b>	6,07	4,96	4,97	5,01	5,03	5,28	4,78	4,85	4,98	5,01
<b>T1R2</b>	6,26	5,01	5,04	5,06	5,10	4,87	4,99	4,88	5,00	5,04
<b>T1R3</b>	5,92	5,08	5,08	5,03	5,04	5,54	5,66	5,38	5,02	5,07
<b>T2R1</b>	6,29	5,41	5,11	5,06	5,11	5,29	5,48	5,25	5,13	5,17
<b>T2R2</b>	6,26	5,07	5,09	5,07	5,09	5,25	5,38	5,79	5,85	5,20
<b>T2R3</b>	6,30	5,05	4,97	5,03	4,99	5,26	5,42	5,33	5,01	5,06
<b>T3R1</b>	5,74	5,00	4,97	4,97	4,96	4,86	4,89	4,91	4,94	4,96
<b>T3R2</b>	6,10	5,00	4,96	4,96	4,99	4,89	4,91	4,93	4,90	4,95
<b>T3R3</b>	5,87	5,03	4,99	5,00	5,00	5,05	4,88	4,97	4,91	4,93
<b>E</b>	5,88	4,86	4,83	4,88	4,87	5,01	4,79	4,86	4,88	4,90
<b>E1</b>	6,03	5,08	5,1	5,21	4,99	5,31	5,22	5,18	4,95	5,00
<b>E2</b>	5,98	4,75	5,01	5,11	5,21	5,18	5,05	4,9	4,93	4,96

Fuente: Laboratorio del GAD provincial de Orellana, 2017-2018

Realizado por: Karla Gualoto, 2018

La disminución de pH en todos los tratamientos es producto de la acción de las bacterias ácido lácticas, las cuales realizan la fermentación de los carbohidratos hidrosolubles provenientes de la melaza, generándose ácido láctico y en consecuencia se aumenta la acidez en las mezclas. (Medina et al., 2014)

### 3.3. Contenido nutricional del biol

En la (tabla 5-3) se plasman los resultados del contenido nutricional del biol, emitido por el laboratorio del INIAP. Es importante indicar que en el cuadro se señalan once unidades experimentales, debido a que finalizado el proceso de obtención del biol se presentó un olor desagradable en una de las repeticiones del tratamiento con estiércol (testigo).

**Tabla 5-3:** Contenido nutricional de las unidades experimentales.

Descripción tratamientos	Tratamientos	Repetición	MO	N	P	K	Ca	Mg
			%					
Rumen	T1	1	1,9	0,14	0,06	0,48	1,54	0,28
	T1	2	2,3	0,14	0,02	0,46	1,74	0,1
	T1	3	2,6	0,07	0,04	0,54	1,08	0,13
Orina	T2	1	3	0,14	0,04	0,69	1,2	0,3
	T2	2	1,9	0,35	0,03	0,57	1,9	0,11
	T2	3	1,9	0,21	0,04	0,43	1,53	0,12
Rumen + orina	T3	1	2,6	0,21	0,03	0,51	1,05	0,12
	T3	2	3,4	0,14	0,03	0,5	1	0,12
	T3	3	1,9	0,21	0,03	0,5	1,22	0,17
Estiércol (Testigo)	T4	1	0,78	0,07	0,02	1,7	0,23	0,11
	T4	2	2,3	0,14	0,04	0,55	1,43	0,16
	T4	3	-	-	-	-	-	-

Fuente: Laboratorio de Suelos y Aguas del INIAP - EECA, 2018.

Realizado por: Karla Gualoto, 2018

### 3.4. Análisis de los cuatro tipos de biol

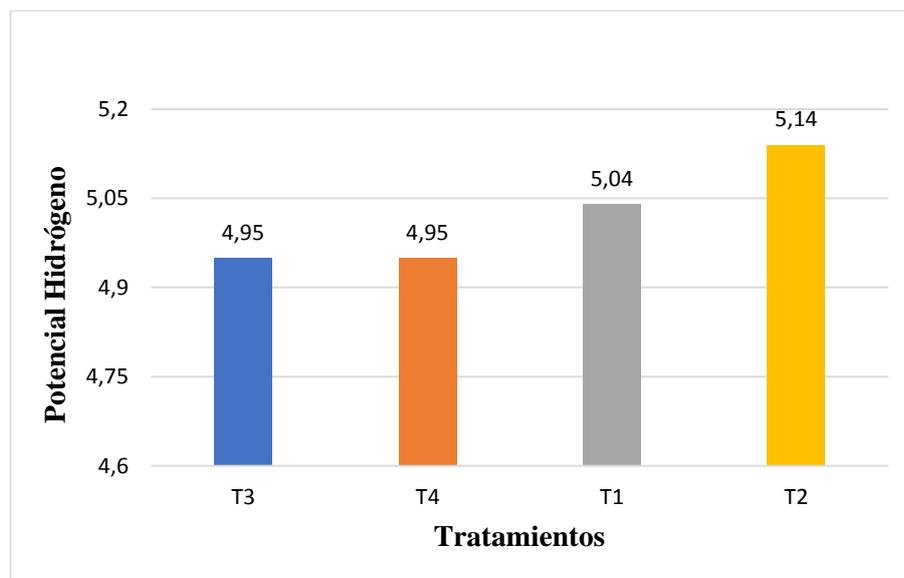
En este estudio no se encontró diferencias estadísticamente significativas entre los cuatro tipos de biol para los elementos de N, P, K, Ca, Mg y MO, pero si se encontró diferencias significativas para pH (Anexo E). Pomboza et al. (2016), manifiesta que la composición del biol depende de varios factores: el tipo de estiércol (animal, humano u otro tipo de materia), el agua, las razas y las edades de los animales, el tipo de pienso (ración de alimento seco) y la programación de la alimentación.

#### 3.4.1. Potencial Hidrógeno

El pH más alto se obtuvo con el T2 (orina), con 5.14 y el más bajo con el T3 (Rumen + orina) y T4 (estiércol), con 4.95. Estos valores indican que este biol es muy ácido. La disminución del pH en este proceso nos indicó la presencia de sulfuros no ionizados, estas sustancias pueden producir la inhibición de la fase metanogénica (formación de metano) por la fase acidogénica (las bacterias anaerobias producen acetato a partir de diversas fuentes de energía), por lo tanto, la disminución de pH según el tiempo de fermentación puede ser consecuencia de la producción de ácidos grasos de cadena corta, que inhiben o eliminan los microorganismos que crecen en pH neutros, por lo que se deduce que el proceso no llegó a la fase acetogénica ni metanogénica cuyos pH varían de 6.5 a 7.5. (Carhuancho et al., 2012)

Por otro lado, cuando en la mezcla para la preparación del biol se utiliza una mayor variabilidad de materiales orgánicos, sales y microorganismos eficientes, en las primeras semanas el pH tiende a ser ligeramente ácido debido al proceso de fermentación, etapa en la que se liberan alcoholes, en cambio cuando se finaliza el proceso de fermentación, el pH tiende a la neutralidad, esto hace que el abono líquido sea apropiado para aplicar. (Pomboza et al., 2016).

Trinidad y Aguilar (2000), manifiestan que soluciones con pH ácido favorecen la absorción de fósforo en varios cultivos.



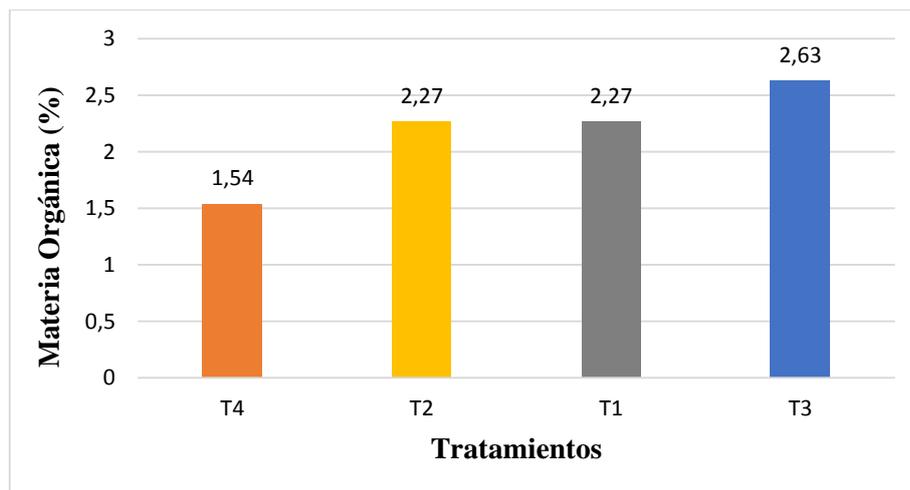
**Gráfico 2-3:** Potencial hidrógeno en cuatro tipos de biol  
Realizado por: Karla Gualoto, 2018

### 3.4.2. Contenido de materia orgánica

La cantidad de MO varió de 1.54 a 2.63%, estos valores obtenidos superan a los encontrados en un proceso de biocompost y vermicompost con valores de 0.45 y 0,59 respectivamente (Hernández et al., 2009). Por otro lado, la cantidad de materia orgánica adecuada para la producción agrícola es de 2 a 5 %. (Coronado, 2017)

Los valores de MO encontrados, superan a los reportados por Sagarpa (1997) y Hernández et al., (2009), quienes manifiestan que la cantidad de MO que se incorpora en el suelo cuando se aplica algunas pajas y rastrojos es de 1.06%, cuando se aplica 134 t/ha de estiércol es de 1.20% y cuando se aplica 40 t/ha de estiércol bovino se incorpora 2.21%.

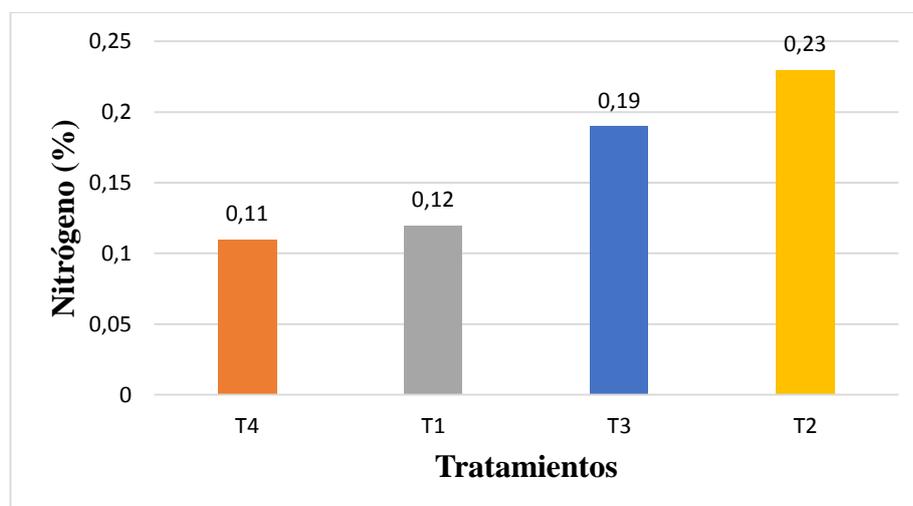
Por lo tanto, las variaciones de MO de 1,54% a 2,63% están dentro de la cantidad de materia orgánica requerida para la producción orgánica (2 a 5%) y superiores a los reportados por varios autores cuando incorporan materia prima directamente en el campo.



**Gráfico 3-3:** Contenido de materia orgánica en cuatro tipos de biol  
Realizado por: Karla Gualoto, 2018

### 3.4.3. Contenido de nitrógeno

Los contenidos de nitrógeno van desde 0.11 a 0.23%, valores que están por encima de los reportados por Aparcana (2008), quien obtuvo valores de este elemento de 0.02 a 0.26 % en cuatro tipos de biol. Warnars & Oppenoorth (2014), obtuvieron 0,06% de N en un biol fresco, por lo cual los valores de N en este estudio superan la cifra reportada. Por otra parte, la concentración de N en los cuatro tipos de biol es superior al que toleran los cultivos en aplicaciones foliares con un valor 0.07% de N (Mélendez & Molina, 2002). En cuanto al contenido de nitrógeno total, se puede decir que, a mayor cantidad de orina y contenido ruminal, mayor es la concentración de nitrógeno. Sin embargo, la concentración de nitrógeno en el presente estudio va acorde a los reportados por algunos autores, pero superior a la cantidad de N que toleran los cultivos en aplicaciones foliares.

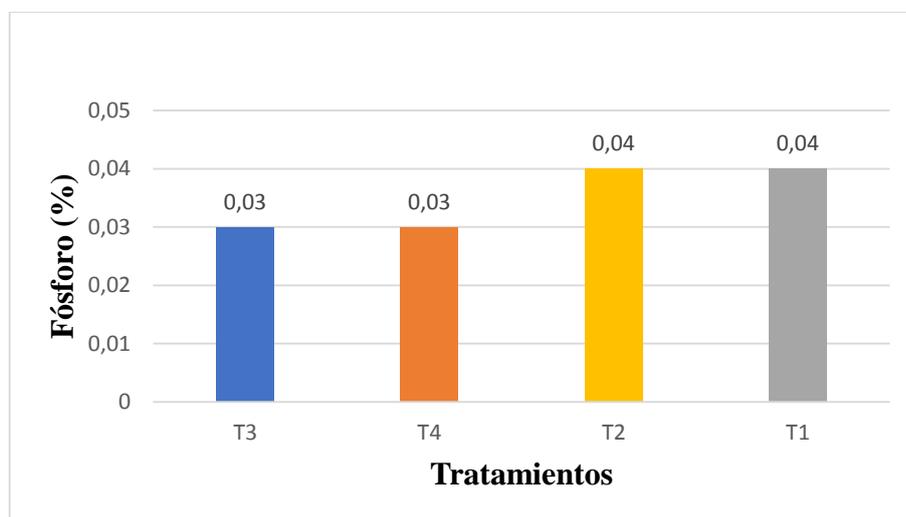


**Gráfico 4-3:** Contenido de Nitrógeno en cuatro tipos de biol  
Realizado por: Karla Gualoto, 2018

### 3.4.4. Contenido de fósforo

La cantidad de P encontrado en las muestras de biol van desde 0.03 a 0.04%, estos valores son más altos a los reportados por Pérez et al., (2017), quienes obtuvieron valores de P de 0.002 a 0.02%, en un biol fresco, los valores encontrados posiblemente se deben a que el contenido inicial de P en los desechos orgánicos utilizados (rumen, orina y estiércol) osciló desde 0.001 hasta 0.15%.

Por lo tanto, los contenidos estuvieron dentro de los parámetros de P requeridos para realizar una aplicación foliar con un valor de P de 0.04%. (Mélendez & Molina, 2002). Una concentración alta de fósforo soluble en el biol generará efectos tóxicos para el crecimiento de la planta, debido a que puede quemar el follaje. (Warnars & Oppenoorth, 2014)



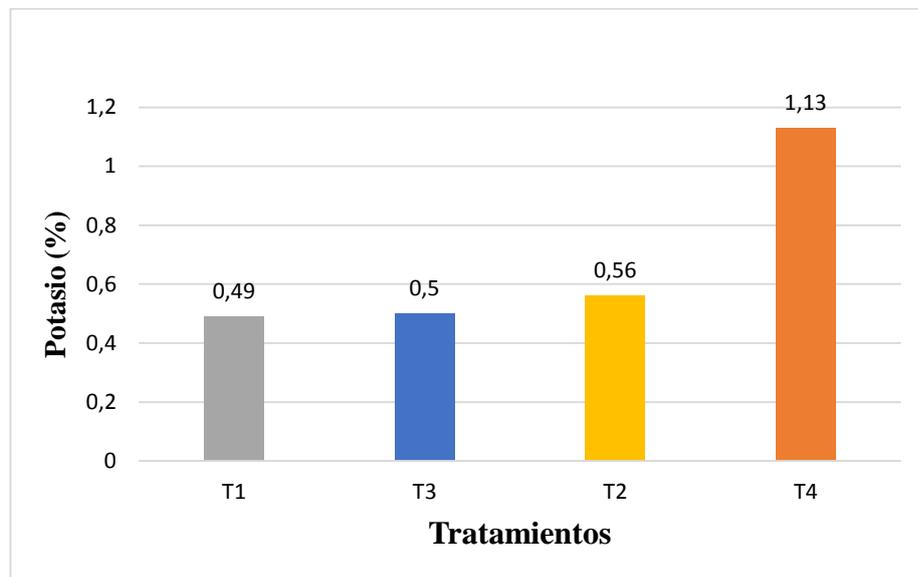
**Gráfico 5-3:** Contenido de Fósforo en cuatro tipos de biol  
Realizado por: Karla Gualoto, 2018

### 3.4.5. Contenido de potasio

El análisis de los cuatro bioles muestra que el contenido de K fue de 0.49 a 1.13%, estos valores se deben posiblemente al contenido encontrado en los alimentos de origen vegetal que se le proporciona al ganado vacuno, generalmente se recomienda un contenido de K de 2.55% (Ciria et al., 2005). El valor de este elemento también varía en función de la cantidad de potasio que se encuentra en los pastos ingeridos antes del faenamiento. (Peñafiel & Ticona, 2015)

Por otro lado, los valores encontrados superan al contenido de K (0.06%) en un biol fresco (Warnars & Oppenoorth, 2014). Aparcana (2008), quien al elaborar cuatro tipos de biol registró valores de K de 0.029 a 0.42%, los cuales son menores a los obtenidos mediante esta

investigación; sin embargo, el contenido de K de los cuatro bioles elaborados en este trabajo es superior al recomendado para una aplicación foliar. (Mélendez & Molina, 2002)



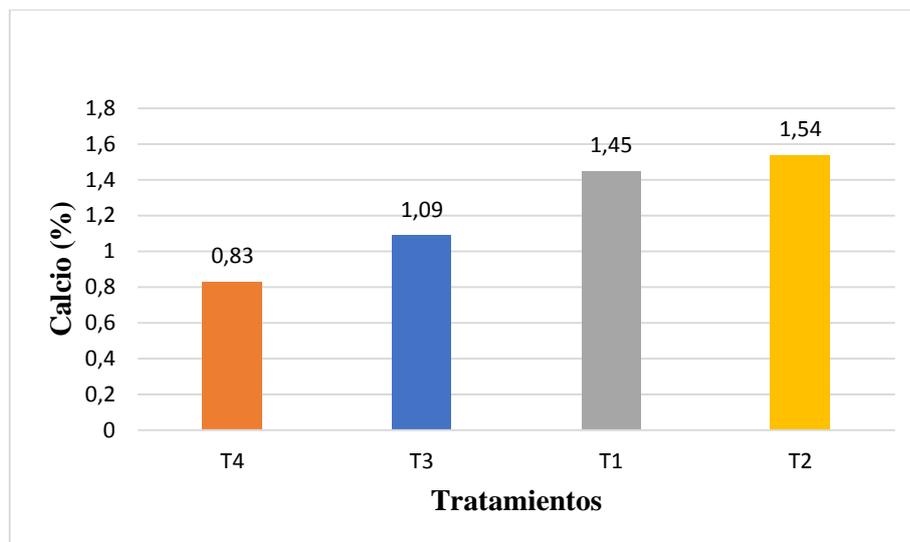
**Gráfico 6-3:** Contenido de Potasio en cuatro tipos de biol  
Realizado por: Karla Gualoto, 2018

#### 3.4.6. Contenido de calcio

El contenido de Ca en los bioles obtenidos varió de 0.83 a 1.54%, estos valores son superiores a los reportados por Aparcana (2008), quien indica que la cantidad de calcio en cuatro tipos de biol que elaboró estuvo entre 0.01 y 0.21%.

Es importante considerar que cuando el ganado bovino entró al centro de faenamiento con hipocalcemia, se produce una falta de calcio disponible al momento de elaborar las mezclas (Ciria et al., 2005).

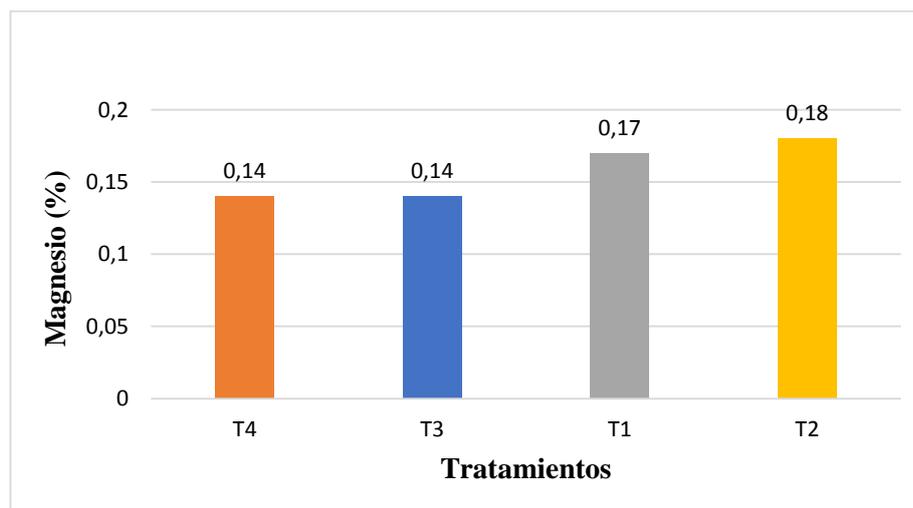
Por otro lado, los contenidos encontrados en este estudio son superiores a los recomendados para las aplicaciones foliares en las plantas cuyo valor es de 0.07%. (Mélendez & Molina, 2002).



**Gráfico 7-3:** Contenido de Calcio en cuatro tipos de biol  
Realizado por: Karla Gualoto, 2018

### 3.4.7. Contenido de Magnesio

Los valores de Mg variaron de 0.14 a 0.18%, estos valores son superiores a los reportados por Aparcana (2008), quien indica que el contenido de Ca que obtuvo en la elaboración de cuatro tipos de biol fue de 0.013 a 0.038%. Este contenido bajo de Mg posiblemente se deba a que este elemento en el rumen se encuentra de forma soluble. (Peñañiel & Ticona, 2015; Pérez et al., 2017) Por otra parte, los valores obtenidos son superiores a los recomendados para aplicaciones foliares cuyo valor es de 0.07%. (Mélendez & Molina, 2002)



**Gráfico 8-3:** Contenido de Magnesio en cuatro tipos de biol  
Realizado por: Karla Gualoto, 2018

## CONCLUSIONES

- La caracterización físico-química de los residuos orgánicos tratados provenientes del ganado bovino presentaron los siguientes resultados: Rumen (0.08% P, 6.4% K, 0.1% Ca, 0.04% Mg, 4.5% N, 90.9% MO, pH 7.4), Orina (0.0001% P, 0.4% K, 0.08% Ca, 0.002% Mg, 1.9% N, 37.1% MO, pH 8.2) y Estiércol: (0.15% P, 0.8% K, 0.4% Ca, 0.2% Mg, 8.1% N, 100% MO y pH 7.1), es necesario mencionar que, el contenido nutricional de estos residuos varía en función de la alimentación que recibe el ganado y el manejo que se le da a sus residuos.
- La caracterización físico-química de los bioles elaborados en esta investigación presentaron los siguientes resultados: T1-rumen (0.04% P, 0.56% K, 1.45% Ca, 0.17% Mg, 0.19% N, 2.27% MO, pH 5.04), T2-orina (0.04% P, 1.12% K, 1.54% Ca, 0.18% Mg, 0.23% N, 2.63% MO, pH 5.14), T3-rumen+orina (0.03% P, 0.49% K, 0.81% Ca, 0.13% Mg, 0.1% N, 1.54% MO, pH 4.95) y T4-estiércol (0.03% P, 0.5% K, 1.09% Ca, 0.14% Mg, 0.12% N, 2.27% MO, pH 4.95).
- El biol de mejor calidad respecto al parámetro pH es el T2 (5.14), seguido del T1 (5,04) y finalmente los T3 y T4 (4,95), además se determinó que no existen diferencias entre los tratamientos analizados respecto a los parámetros de MO, N, P, K, Ca y Mg.

## RECOMENDACIONES

- Diseñar biodigestores con un sistema de agitación para permitir la mezcla del sustrato fresco con la población bacteriana y así evitar la formación de costra dentro del biodigestor.
- Implementar un sistema de monitoreo de temperatura y pH con equipos digitales de medición continua para analizar y conocer el proceso de digestión en las cuatro fases.
- Implementar un área de procesamiento de desechos orgánicos en el centro de faenamiento con el objetivo de aprovechar los residuos generados y evitar la contaminación de aguas subterráneas, suelo y aire.

## BIBLIOGRAFÍA

**Álvarez, F.** *Preparación y uso de biol* [en línea]. Lima: Cossío, M, 2010. [Consulta: 21 febrero 2018]. Disponible en: <http://www.funsepa.net/soluciones/pubs/Njc0.pdf>

**Aparcana, S.** *Estudio sobre el valor fertilizante del proceso fermentación anaeróbica para producción de biogás* [en línea]. Perú, 2008. [Consulta: 14 febrero 2018]. Disponible en: [http://www.german-profec.com/cms/upload/Reports/Estudio%20sobre%20el%20Valor%20Fertilizante%20de%20los%20Productos%20del%20Proceso%20Fermentacion%20Anaerobica%20para%20Produccion%20de%20Biogas\\_ntz.pdf](http://www.german-profec.com/cms/upload/Reports/Estudio%20sobre%20el%20Valor%20Fertilizante%20de%20los%20Productos%20del%20Proceso%20Fermentacion%20Anaerobica%20para%20Produccion%20de%20Biogas_ntz.pdf)

**Atilio, E.** *Contaminación*. [en línea]. Catamarca, 2005. [Consulta: 17 febrero 2018]. Disponible en: <http://www.editorial.unca.edu.ar/Publicacione%20on%20line/Ecologia/imagenes/pdf/007-contaminacion.pdf>

**BRICEÑO SOTO, Karla Yovanna, & CASTILLO CEVALLOS, Ximena Alexandra.** Diagnóstico ambiental y plan de manejo para el camal municipal de Zapotillo. [en línea] (tesis). Universidad Nacional de Loja, Facultad de Agropecuaria y Recursos Naturales Renovables, Loja, Ecuador. 2009. pp. 16-18 [Consulta: 2018-02-15]. Disponible en: <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/5047/1/DIAGN%20C3%93STICO%20AMBIENTAL%20Y%20PLAN%20DE%20MANEJO.pdf>

**CARHUANCHO LEÓN, Fanny Mabel.** *Aprovechamiento del estiércol de gallina para la elaboración de biol en biodigestores tipo batch como propuesta al manejo de residuo avícola* [en línea] (tesis). Universidad Nacional Agraria la Molina, Facultad de Ciencias. Lima-Perú. 2012. [Consulta: 17 marzo 2018]. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/1769/P06.C375-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**Castells, X.** *Clasificación y gestión de residuos*. 2ª ed. Madrid-España: Díaz de Santos, 2012. ISBN (978-84-7978-835-3), pp. 70-72.

**Ciria, J. et al.** *Avances en nutrición mineral en ganado bovino* [en línea]. Argentina, 2005. [Consulta: 22 enero 2018]. Disponible en: [http://www.produccion-animal.com.ar/suplementacion\\_mineral/112-Minerales.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/suplementacion_mineral/112-Minerales.pdf)

**CORONADO RAMOS, Doris Oliva.** *Incidencia de biol y bocashi en la recuperación de la fertilidad y edafofauna de suelos agrícolas degradados de la Parroquia Mariano Acosta-*

*Imbabura* (tesis). Universidad Técnica Del Norte, Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Ibarra-Ecuador. 2017. pp. 65-70.

**COSECHANDO NATURAL.** *Clasificación de los abonos orgánicos* [en línea]. México: Grupo XAXENI, 2017. [Consulta: 06 febrero 2018]. Disponible en: <https://www.cosechandonatural.com.mx/guias-clasificacion-abonos-organicos.html>

**Di Rienzo, Julio; et al. Robledo:** *InfoStat Software Estadístico*. Córdoba-Argentina: editorial Brujas, 2008, pp. 84-90.

**Doménech, T.** *La contaminación en la actualidad*. Barcelona-España: Idea Books S.A., 2000. ISBN (84-8236-064-7), pp. 88-95.

**EcuRed.** *Abono Líquido* [en línea]. Cuba, 2018. [Consulta: 22 febrero 2018]. Disponible en: [https://www.ecured.cu/Abono\\_1%C3%ADquido](https://www.ecured.cu/Abono_1%C3%ADquido)

**Eyherabide, Mercedes et al.** “Comparación de métodos para determinar carbono orgánico en suelo”. *Ciencia del suelo* [en línea], 2014, (Argentina) 32(1), pp. 13-19. [Consulta: 11 febrero 2018]. ISSN 1850-2067. Disponible en: <http://www.scielo.org.ar/pdf/cds/v32n1/v32n1a02.pdf>

**Figuroa, J.** *Auditoría ambiental de cumplimiento de la planta de faenamiento (Camal) del cantón Francisco de Orellana*. Francisco de Orellana, Ecuador: 2014, p. 43.

**FONAG.** *Manual para elaborar y aplicar abonos y plaguicidas orgánicos* [en línea]. Ecuador: Puente Figuroa, N., 2010. [Consulta: 28 enero 2018]. Disponible en: [http://www.fonag.org.ec/doc\\_pdf/abonos\\_organicos.pdf](http://www.fonag.org.ec/doc_pdf/abonos_organicos.pdf)

**Hernández, Manuel et al.** “Aplicación de abonos orgánicos en la producción de maíz forrajero con riego por goteo”. *Terra latinoamericana* [en línea], 2009, (México) 27(4), pp. 329-336. [Consulta: 16 febrero 2018]. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v27n4/v27n4a7.pdf>

**Hómez, M.** *Aspectos técnicos para el aprovechamiento de residuos orgánicos generados en mataderos* [en línea]. Colombia: ACODAL, 2001. [Consulta: 29 marzo 2018]. Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/resisoli/peru/colres001.pdf>

**INAMHI.** *Boletín climatológico anual 2015* [en línea]. Quito: Olmedo Morán, J., 2015. [Consulta: 17 febrero 2018]. Disponible en: [http://www.serviciometeorologico.gob.ec/meteorologia/boletines/bol\\_anu.pdf](http://www.serviciometeorologico.gob.ec/meteorologia/boletines/bol_anu.pdf)

**INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS.** *Agricultura orgánica principios y prácticas de producción* [en línea]. Chillán, Chile: Céspedes, M., 2005. [Consulta: 15 enero 2018]. Disponible en: <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR33207.pdf>

**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN AGRARIA – INIA.** *Producción y uso del biol* [en línea]. Lima: Roldán A., 2008. [Consulta: 28 marzo 2018]. Disponible en: [http://ong-adg.be/bibliadg/bibliotheque/opac\\_css/doc\\_num/fiches\\_techniques/biol.pdf](http://ong-adg.be/bibliadg/bibliotheque/opac_css/doc_num/fiches_techniques/biol.pdf)

**Jaramillo, J.** *Gestión integral de residuos sólidos municipales* [en línea]. Medellín: 1999. [Consulta: 02 marzo 2018]. Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/acodal/viii.pdf>

**Jiménez, E.** *Aplicación de biol y fertilización química en la rehabilitación de praderas, “Aloag–Pichincha”*. (Tesis). Escuela Politécnica del Ejército, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Sangolquí-Ecuador. 2011. pp. 38-40

**Márquez, P et al.** *Factores que afectan al proceso de compostaje* [en línea]. Sevilla-España: IRNAS, 2008. [Consulta: 25 marzo 2018]. Disponible en: <http://digital.csic.es/bitstream/10261/20837/3/Factores%20que%20afectan%20al%20proceso%20de%20compostaje.pdf>

**Medina, Alicia et al.** “Evaluación de la calidad de biol de segunda generación de estiércol de ovino producido a través de biodigestores”. *Anales Científicos* [en línea], 2014, (Perú) 76(1), pp. 116-124. [Consulta: 16 febrero 2018]. ISSN 2519-7398. Disponible en: <http://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/acu/article/view/772/740>

**Meléndez, G., & Molina E.** *Fertilizantes: características y manejo* [en línea]. Costa Rica, 2003. [Consulta: 26 febrero 2018]. Disponible en: <http://www.cia.ucr.ac.cr/pdf/Memorias/Memoria%20Curso%20Fertilizantes.pdf>

**OAS.** *Plan de ordenamiento y manejo de las cuencas de los ríos San Miguel y Putumayo* [en línea]. Washington, 2018. [Consulta: 28 marzo 2018]. Disponible en: <https://www.oas.org/dsd/publications/Unit/oea32s/ch13.htm#3.1.3%20humedad%20relativa>

**Peñafiel, W. & Ticona D.** “Elementos nutricionales en la producción de fertilizante biol con diferentes tipos de insumos y cantidades de contenido ruminal de bovino - Matadero Municipal de la Paz”. *Revista de investigación e innovación agropecuaria y de recursos naturales-RIIARn* [en línea], 2015, (Bolivia) 2 (1), pp. 87-90. [Consulta: 29 enero 2018]. ISSN 2518-6868. Disponible en: <http://ojs.agro.umsa.bo/index.php/RIIARn/article/view/48/49>

**Pérez, M. et al.** “Producción de biol y determinación de sus características físico-químicas”. *Ojeando la agenda* [en línea], 2017, (Cuba) 1 (1). [Consulta: 24 enero 2018]. ISSN 1989-6794. Disponible en: <https://ojeandolaagenda.com/2017/07/28/produccion-de-biol-y-determinacion-de-sus-caracteristicas-fisico-quimicas/>

**Picado J., & Añazco A.** *Preparación y uso de abonos orgánicos sólidos y líquidos* [en línea]. San José-Costa Rica: Corporación Educativa para el Desarrollo Costarricense, 2005. [Consulta: 13 marzo 2018]. Disponible en: [http://cedeco.or.cr/files/Abonos\\_organicos.pdf](http://cedeco.or.cr/files/Abonos_organicos.pdf)

**Pomboza, Pablo et al.** “Influencia del biol en el rendimiento del cultivo de *Lactuca sativa* L variedad Iceberg”. *Scielo* [en línea], 2016, (Ecuador) 4(2), pp. 84-92. [Consulta: 18 febrero 2018]. ISSN 2308-3859. Disponible en: [http://www.scielo.org.bo/pdf/jsab/v4n2/v4n2\\_a05.pdf](http://www.scielo.org.bo/pdf/jsab/v4n2/v4n2_a05.pdf)

**Restrepo, J.** *Biofertilizantes preparados y fermentados a base de mierda de vaca* [en línea]. Cali-Colombia: Feriva, 2007. [Consulta: 18 marzo 2018]. Disponible en: <http://agroecologia.org/wp-content/uploads/2016/12/ABC-de-la-Agricultura-organica-Abonos-organicos.pdf>

**Reynoso, V.** *Leguminosas, regeneración para el suelo* [en línea]. México: Vía Orgánica, 2016. [Consulta: 26 marzo 2018]. Disponible en: <https://viaorganica.org/15451-2/>

**Sagarpa, T.** *Utilización de estiércoles: programa de apoyo al desarrollo rural* [en línea]. México-Distrito Federal: Trinidad Santos, 1997. [Consulta: 15 marzo 2018]. Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasCOUSSA/Utilizacion%20de%20estiercoles.pdf>

**Sepúlveda, P et al.** “pH ruminal y balance metabólico de Mg en vacas lecheras en pastoreo suplementadas con óxido de magnesio”. *Scielo* [en línea], 2011, (Chile) 43(3), pp. 242-248. [Consulta: 11 marzo 2018]. ISSN 0301-732X. Disponible en: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0301-732X2011000300006](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-732X2011000300006)

**SIERRA MÉNDEZ, José Francisco.** *El pH urinario, el pH en el estiércol y la temperatura rectal como indicadores de hipocalcemia, acidosis ruminal o infecciones uterinas en vacas en transición* [en línea] (tesis). Universidad Zamorano, Facultad de Ciencias, Escuela de Producción Agropecuaria. Zamorano-Honduras. 2005. [Consulta: 27 marzo 2018]. Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/5265/1/CPA-2005-T084.pdf>

**SISTEMA BIOBOLSA.** *Manual de biol* [en línea]. México, 2016. [Consulta: 26 marzo 2018]. Disponible en: <http://sistemabiobolsa.com/pdf/manualDeBiol.pdf>

**TRINIDAD SANTOS, Antonio & AGUILAR MANJARREZ, Diana.** “Fertilización foliar, un respaldo importante en el rendimiento de los cultivos”. *Terra latinoamericana* [en línea], 2000, (México) 17(3), pp. 247-255. [Consulta: 18 febrero 2018]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57317309>

**Vargas, F.** “La contaminación ambiental como factor determinante de la salud”. *Revista Española de Salud Pública* [en línea], 2005, (España) 79(2), p. 117. [Consulta: 12 febrero 2018]. ISSN 1135-5727. Disponible en: <http://scielo.isciii.es/pdf/resp/v79n2/editorial1.pdf>

**VARGAS TIERRAS, Yadira Beatriz.** *Evaluación del contenido nutrimental del compost elaborado con tres tipos de mezclas de desechos orgánicos y su efecto en el rendimiento del cultivo de brócoli (Brassica oleracea var. Italica plenk)* (tesis). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ingeniería Agronómica. Riobamba-Ecuador. 2007. pp. 35-49.

**Veall, F.** *Estructura y funcionamiento de mataderos medianos en países en desarrollo* [en línea]. Roma: FAO, 1993. [Consulta: 03 marzo 2018]. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/004/T0566S/T0566S01.htm#ch1>

**Warnars, Lavinia; & Oppenoorth, Harrie.** *Estudio sobre el biol, sus usos y resultados*. México: Hivos, 2014, pp. 16-17.

## ANEXOS

### Anexo A. Caracterización de desechos orgánicos a tratar.

#### *Muestreo de residuos*



1.- Muestreo de estiércol.



2.- Muestreo de rumen.



3.- Muestreo de orina.

#### *Recepción de muestras en el Laboratorio del GAD Provincial de Orellana.*



1.- Muestras de rumen y estiércol.



2.- Muestra de orina.

**Anexo B.** Proceso de obtención de biol.

*Materia prima utilizada*



1.- Hojas de guaba.



2.- Leche.



3.- Melaza.



4.- Levadura.



5.- Estiércol.



6.- Orina



7.- Rumen.



8.- Ceniza.

*Especificaciones de las canecas de biol*



1.- Adaptación de llaves de paso.



2.- Construcción de sistema anaerobio.

*Procedimiento*



1.- Preparación del inóculo.



2.- Adición de agua.



3.- Adición de rumen.



4.- Adición de orina.



5.- Adición de estiércol.



6.- Adición de hojas de guaba.



7.- Adición de inóculo.

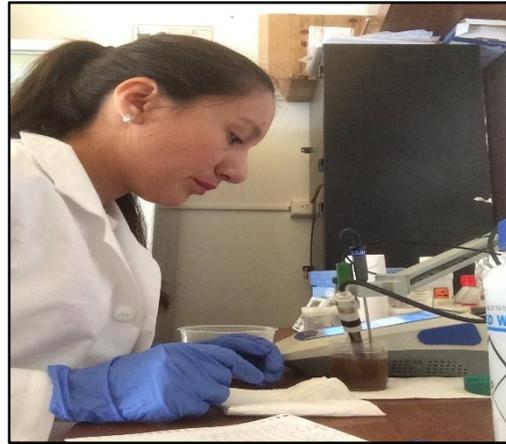


8.- Sellado de unidades experimentales.

### *Control de pH*



1.- Toma de muestras.



2.- Medición de pH en el laboratorio.

### *Cosecha del biol*



1.- Filtrado del biol.



2.- Muestras finales.



3.- Transporte de muestras.

Anexo C. Resultados de análisis de laboratorio. (caracterización inicial)



Dir.: Av. 9 de Octubre y Enrique Castillo  
Fco. de Orellana-Ecuador  
Tel: 062881797

INFORME DE RESULTADOS  
IS-220

Fco. de Orellana, 13 de Noviembre del 2017.

Srta. Karla Gualoto

ESTUDIANTE DE LA ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL CHIMBORAZO-ENA

Dirección: Barrio 24 de Mayo, Pto. Francisco de Orellana, Fco. de Orellana, Orellana

Datos de la muestra

Toma de muestra realizada por: Srta. Karla Gualoto  
Fecha hora de toma de muestra: 30 / 10 / 2017 10:05  
Fecha hora ingreso al laboratorio: 30 / 10 / 2017 11:12  
Fecha del Análisis: 10 / 11 / 2017  
Descripción de la muestra: Residuos orgánicos de origen animal, M<sub>1</sub> Heces de bovinos del Camal de Fco. de Orellana.  
Código de LABGADPO: s17-220

Resultados

Ítem	Parámetro*	Norma de Referencia / Procedimiento Interno	Unidad	Resultado	Incertidumbre %U K=2, 95% de confianza
1	Potencial Hidrógeno	APHA 4500-H <sup>+</sup> B, 22 <sup>nd</sup> Ed/ Booker Tropical Soil Manual	-	7,08	-
2	Potasio	APHA 3030 B, 22 <sup>nd</sup> Ed/ Booker Tropical Soil Manual	mg/Kg	8266,12	-
3	Calcio	APHA 3030 B, 22 <sup>nd</sup> Ed/ Booker Tropical Soil Manual	mg/Kg	3552,71	-
4	Magnesio	APHA 3030 B, 22 <sup>nd</sup> Ed/ Booker Tropical Soil Manual	mg/Kg	2153,73	-
5	Cobre	APHA 3030 B, 22 <sup>nd</sup> Ed/ Booker Tropical Soil Manual	mg/Kg	0,52	-
6	Sustancia Orgánica	Espectrofotometría UV-Vis/ Booker Tropical Soil Manual	%	100,00	-
7	Nitrógeno	EPA 351.2/ Kjeldahl	%	8,06	-
8	Fósforo	Espectrofotometría UV-Vis/ Extracción Método Olsen	mg/Kg	1485,33	-

\* El resultado emitido corresponde a parámetros de análisis que no se encuentran considerados dentro del alcance de acreditación del Laboratorio LABGADPO.

Ing. Lucía González  
DIRECTOR TECNICO

Ing. Fulton Garay  
ANALISTA

Fco. de Orellana, 13 de Noviembre del 2017.

**Srta. Karla Gualoto**

**ESTUDIANTE DE LA ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL CHIMBORAZO-ENA**

Dirección: Barrio 24 de Mayo, Pto. Francisco de Orellana, Fco. de Orellana, Orellana

**Datos de la muestra**

Toma de muestra realizada por: Srta. Karla Gualoto  
Fecha hora de toma de muestra: 30 / 10 / 2017 10:10  
Fecha hora ingreso al Laboratorio: 30 / 10 / 2017 11:12  
Fecha del Análisis: 10 / 11 / 2017  
Descripción de la muestra: Residuos orgánicos de origen animal, M<sub>2</sub> Rumen de bovinos del Camal de Fco. de Orellana  
Código de LABGADPO: s17-221

**Resultados**

Ítem	Parámetro*	Norma de Referencia / Procedimiento Interno	Unidad	Resultado	Incertidumbre %U K=2, 95% de confianza
1	Potencial Hidrógeno	APHA 4500-H <sup>+</sup> B, 22 <sup>nd</sup> Ed/Booker Tropical Soil Manual	-	7,39	-
2	Potasio	APHA 3030 B, 22 <sup>nd</sup> Ed/Booker Tropical Soil Manual	mg/Kg	64248,62	-
3	Calcio	APHA 3030 B, 22 <sup>nd</sup> Ed/Booker Tropical Soil Manual	mg/Kg	1147,79	-
4	Magnesio	APHA 3030 B, 22 <sup>nd</sup> Ed/ Booker Tropical Soil Manual	mg/Kg	413,75	-
5	Cobre	APHA 3030 B, 22 <sup>nd</sup> Ed/ Booker Tropical Soil Manual	mg/Kg	0,34	-
6	Sustancia Orgánica	Espectrofotometría UV-Vis/Booker Tropical Soil Manual	%	90,87	-
7	Nitrógeno	EPA 351.2/ Kjeldahl	%	4,54	-
8	Fósforo	Espectrofotometría UV-Vis/ Extracción Método Olsen	mg/Kg	762,13	-

\* El resultado emitido corresponde a parámetros de análisis que no se encuentran considerados dentro del alcance de acreditación del Laboratorio LABGADPO.



**Ing. Lucía González**  
DIRECTOR TECNICO



**Ing. Fulton Garay**  
ANALISTA

Fco. de Orellana, 13 de Noviembre del 2017.

**Srta. Karla Gualoto**

**ESTUDIANTE DE LA ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL CHIMBORAZO-ENA**

Dirección: Barrio 24 de Mayo, Pto. Francisco de Orellana, Fco. de Orellana, Orellana

**Datos de la muestra**

Toma de muestra realizada por: Srta. Karla Gualoto  
 Fecha hora de toma de muestra: 30 / 10 / 2017 10:00  
 Fecha hora ingreso al laboratorio: 30 / 10 / 2017 11:03  
 Fecha del Análisis: 10 / 11 / 2017  
 Descripción de la muestra: Residuos orgánicos de origen animal, vis. Orina de bovinos del camal de Fco. de Orellana.  
 Código de LABGADPO: a17-191

**Resultados**

Ítem	Parámetro*	Norma de Referencia /Procedimiento Interno	Unidad	Resultado	incertidumbre %U $k=2$ , 95% de confianza
1	Potencial Hidrógeno	APHA 4500 H <sup>+</sup> B, 22 <sup>nd</sup> Ed/ PT-01	-	8,23	-
2	Potasio	APHA 3030 B, 22 <sup>nd</sup> Ed/ PT-05	mg/Kg	4346,19	-
3	Calcio	APHA 3030 B, 22 <sup>nd</sup> Ed/ PT-05	mg/Kg	863,00	-
4	Magnesio	APHA 3030 B, 22 <sup>nd</sup> Ed/ PT-05	mg/Kg	18,17	-
5	Cobre	APHA 3030 B, 22 <sup>nd</sup> Ed/ PT-05	mg/Kg	0,019	-
6	Sustancia Orgánica	Espectrofotometría UV-Vis	%	37,07	-
7	Nitrógeno	EPA 351.2/ Kjeldahl	%	1,85	-
8	Fosforo	Espectrofotometría UV-Vis/HACH 8048	mg/L	1,34	-

\* El resultado obtenido corresponde a parámetros de análisis que no se encuentran considerados dentro del alcance de acreditación del Laboratorio LABGADPO.



**Ing. Lucia González**  
DIRECTOR TECNICO



**Ing. Fulton Garay**  
ANALISTA

Anexo D. Resultados de análisis de laboratorio (Caracterización final)



**INIAP**  
Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias

**ESTACIÓN EXPERIMENTAL CENTRAL DE LA AMAZONÍA**  
**LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS**  
Vía Sacha-San Carlos, Km. 3 de la Parker, Joya de los Sachas - Ecuador  
Teléfono: 063 700 000 correo electrónico: centralamazonia@iniap.gob.ec



Ministerio de  
Agricultura, Ganadería,  
Acuicultura y Pesca

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD	
Nombre :	Karla Gualoto	Nombre :	Camal Municipal Francisco de Orellana
Dirección :	Barrio 24 de Mayo	Provincia :	Orellana
Ciudad :	Francisco de Orellana	Cantón :	Francisco de Orellana
Teléfono :	N/E	Parroquia :	Puerto Francisco
Fax :	N/E	Ubicación :	Barrio 24 de Mayo

N.º Muestr. Laborat.	Identificación	pH	C/N	ml/100ml (%)							ml/L (ppm)						
				M.O	N.Total	P	S	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	B		
3129	T1R1	5.01		1.90	0.14	0.06		0.48	1.54	0.28							
3130	T1R2	5.04		2.30	0.14	0.02		0.46	1.74	0.10							
3131	T1R3	5.07		2.60	0.07	0.04		0.54	1.08	0.13							
3132	T2R1	5.17		3.00	0.14	0.04		0.69	1.20	0.30							
3133	T2R2	5.20		1.90	0.35	0.03		0.57	1.90	0.11							
3134	T2R3	5.06		1.90	0.21	0.04		0.43	1.53	0.12							
3135	T3R1	4.96		2.60	0.21	0.03		0.51	1.05	0.12							
3136	T3R2	4.95		3.40	0.14	0.03		0.50	1.00	0.12							
3137	T3R3	4.93		1.90	0.21	0.03		0.50	1.22	0.17							
3138	E	4.90		2.30	0.14	0.04		0.55	1.43	0.16							

INTERPRETACION	
<p>pH</p> <p>&lt; 5 = Muy Acido</p> <p>5 - 5.5 = Acido</p> <p>5.5 - 6 = Media Acido</p>	<p>pH</p> <p>= Suelo: agua (1:5)</p> <p>N.P.B = Colorimetria</p> <p>S = Turbidimetria</p> <p>K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn = Abs. Atómica</p>

  
 Responsable laboratorio

  
 Analista

## Anexo E. Resultados de análisis estadísticos

### pH

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,08	5	0,02	4,88	0,0533
Tratamientos	0,07	3	0,02	7,84	0,0245
Repetición	2,8E-03	2	1,4E-03	0,45	0,6615
Error	0,02	5	3,1E-03		
Total	0,09	10			

#### Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,12343

Error: 0,0031 gl: 5

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T3	4,95	3	0,03	A
T4	4,95	2	0,04	A
T1	5,04	3	0,03	A B
T2	5,14	3	0,03	B

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

### Materia orgánica

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2,07	5	0,41	0,76	0,6131
Tratamientos	1,45	3	0,48	0,89	0,5071
Repetición	0,62	2	0,31	0,57	0,5969
Error	2,71	5	0,54		
Total	4,78	10			

#### Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=1,63992

Error: 0,5427 gl: 5

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T4	2,27	2	0,52	A
T2	2,63	3	0,43	A
T1	2,27	3	0,43	A
T3	1,54	3	0,52	A

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

### Nitrógeno total

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,04	5	0,01	1,43	0,3509
Tratamientos	0,03	3	0,01	1,96	0,2391
Repetición	0,01	2	3,3E-03	0,65	0,5595
Error	0,03	5	0,01		
Total	0,06	10			

#### Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,15820

Error: 0,0050 gl: 5

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T4	0,12	2	0,04	A
T1	0,19	3	0,04	A
T3	0,10	3	0,05	A
T2	0,23	3	0,04	A

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

### Fósforo total

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3,2E-04	5	6,5E-05	0,34	0,8682
Tratamientos	2,1E-04	3	6,9E-05	0,36	0,7838
Repetición	1,2E-04	2	5,9E-05	0,31	0,7458
Error	9,5E-04	5	1,9E-04		
Total	1,3E-03	10			

**Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,03066**

Error: 0,0002 gl: 5

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T3	0,03	3	0,01	A
T4	0,03	2	0,01	A
T2	0,04	3	0,01	A
T1	0,04	3	0,01	A

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

### Potasio total

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,82	5	0,16	1,70	0,2868
Tratamientos	0,61	3	0,20	2,09	0,2196
Repetición	0,22	2	0,11	1,11	0,3981
Error	0,48	5	0,10		
Total	1,31	10			

**Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,69216**

Error: 0,0967 gl: 5

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T1	0,49	3	0,18	A
T3	0,50	3	0,18	A
T2	0,56	3	0,18	A
T4	1,13	2	0,22	A

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

### Calcio total

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1,37	5	0,27	2,06	0,2228
Tratamientos	0,81	3	0,27	2,04	0,2277
Repetición	0,56	2	0,28	2,11	0,2170
Error	0,66	5	0,13		
Total	2,03	10			

**Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,81046**

Error: 0,1325 gl: 5

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T4	0,83	2	0,26	A
T3	1,09	3	0,21	A
T1	1,45	3	0,21	A
T2	1,54	3	0,21	A

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

### Magnesio total

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,02	5	3,7E-03	0,63	0,6869
Tratamientos	3,9E-03	3	1,3E-03	0,22	0,8799
Repetición	0,01	2	0,01	1,25	0,3625
Error	0,03	5	0,01		
Total	0,05	10			

#### Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,17122

Error: 0,0059 gl: 5

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T4	0,14	2	0,05	A
T3	0,14	3	0,04	A
T1	0,17	3	0,04	A
T2	0,18	3	0,04	A

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