



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS

**“EVALUACIÓN DE BIOABONOS OBTENIDOS A PARTIR DE
RESIDUOS ANIMALES PROVENIENTES DEL CAMAL
MUNICIPAL DE GUARANDA”**

TRABAJO DE TITULACIÓN

TIPO: PROYECTO TÉCNICO

Presentado para optar el grado académico de:

INGENIERA EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL

AUTORAS: MARÍA JOSÉ ARREGUI ARELLANO

MARÍA INDELIRA MÁRQUEZ ALCÍVAR

TUTOR: DR. IVÁN RAMOS

Riobamba – Ecuador

2018

© 2018, María José Arregui Arellano, María Indelira Márquez Alcívar

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: **“EVALUACIÓN DE BIOABONOS OBTENIDOS A PARTIR DE RESIDUOS ANIMALES PROVENIENTES DEL CAMAL MUNICIPAL DE GUARANDA”**, de responsabilidad de las señoritas María José Arregui Arellano y María Indelira Márquez Alcívar, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal de Trabajo de Titulación, quedando autorizada su presentación.

NOMBRE

FIRMA

FECHA

Dr. Iván Ramos

.....

.....

**DIRECTOR DEL TRABAJO
DE TITULACIÓN**

Ing. Camilo Haro

.....

.....

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Nosotras, María José Arregui Arellano y María Indelira Márquez Alcívar somos responsables 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.

MARÍA JOSÉ ARREGUI ARELLANO

020152656-3

MARÍA INDELIRA MÁRQUEZ ALCÍVAR

080305895-7

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado primeramente a Dios, quien siempre ha cuidado y protegido de mí, ha sabido darme la fuerza necesaria para seguir adelante con mis objetivos.

A las personas a quienes amo con mi vida MIS PADRES, por ser quienes han guiado mi camino, han caminado junto a mí y gracias al sacrificio y la confianza puesta han hecho que alcance las metas que me he propuesto.

A mi HERMANA quien ha sido la persona quien me ha sostenido en momentos malos y con quien he disfrutado los mejores momentos y ahora me ha dado mi mejor regalo de vida a mi sobrina María Emilia, quienes ahora son las personas por las cuales luchare por ser cada vez mucho mejor y en quienes ellas se puedan sostener para salir adelante.

María José

Le dedico este trabajo en primer lugar a mi papá Omar Márquez Ramírez, que desde el cielo sé que está orgulloso de mí por cumplir una meta más, a mi tío Wellington Márquez por haberme apoyado en mis estudios, a mis abuelitos paternos por siempre haber estado conmigo en todo momento, a mi novio Paúl Porras Camacho por siempre haber creído en mí, y por tener siempre su apoyo incondicional cuando más lo necesitaba.

María Indelira

AGRADECIMIENTO

A mis padres y mi hermana, por siempre ser el motor de vida, mi guía en todo el camino que recorrí y que aún tengo por transitar.

A mi tío Miguel por ser una ayuda indispensable al inicio de este camino y demás familiares quienes con sus palabras de aliento me han ayudado a seguir con mi carrera.

Al Doctor Iván Ramos, al Ingeniero Camilo Haro, por ser parte de este último paso para conseguir la meta de llegar hacer una profesional, impartiendo su experiencia y conocimientos para la realización del trabajo de titulación.

Al Municipio de Guaranda y al Sr Aníbal Coronel, por ser quienes me brindaron el apoyo suficiente para poder realizar el presente trabajo.

A mi amiga Inde con quién caminamos este largo trayecto y hemos construido una gran amistad.

María José

A mi familia paterna; tíos, primos, abuelitos, por todo el apoyo que me han dado, por sus palabras de motivación, las que me han servido para ser una mejor persona y por siempre haber confiado en mí.

A mi novio Paúl por su amor y apoyo incondicional, por sus palabras de motivación cuando estuve a punto de dejarlo todo, por ser quien caminó junto a mí en este trayecto de vida para poder llegar a ser profesional.

Al Doctor Iván Ramos, al Ingeniero Camilo Haro, al Doctor Fausto Yaulema, por habernos tenido paciencia, tolerancia y por habernos guiado con su experiencia y conocimientos, para culminar con esta etapa.

A mi amiga Majito por su amistad sincera, por haberme tenido paciencia y por haberme apoyado en el trayecto de este trabajo.

María Indelira

TABLA DE CONTENIDOS

	Pp.
RESUMEN	xv
ABSTRACT.....	xvi
INTRODUCCIÓN.	1
CAPÍTULO I	
1. MARCO TEÓRICO.....	4
1.1. Camal o Matadero.....	4
1.1.2. Camales en Ecuador.....	4
1.1.3. Categorías de los camales.	5
1.3. Residuos generados en los camales.	6
<i>1.3.1. Residuos sólidos.....</i>	<i>6</i>
<i>1.3.2. Residuos líquidos.....</i>	<i>8</i>
<i>1.3.3. Residuos gaseosos.....</i>	<i>9</i>
1.4. Manejo de residuos en los camales.....	10
<i>1.4.1. Manejo de residuos orgánicos para la producción de abonos.....</i>	<i>10</i>
1.5. Bioabonos.....	11
<i>1.5.1. Tipos de bioabonos.</i>	<i>12</i>
1.6. El Compost.	13
<i>1.6.1. Beneficios del Compost.</i>	<i>14</i>
<i>1.6.2. Materia orgánica usada para la elaboración del compost.....</i>	<i>14</i>
<i>1.6.2.1. Materia Orgánica de Origen Animal.....</i>	<i>14</i>

1.6.2.2. <i>Materia orgánica de origen vegetal</i>	15
1.6.3. <i>Etapas del compostaje</i>	16
1.6.3.1. <i>Mesofílica</i>	16
1.6.3.2. <i>Termofílica</i>	17
1.6.3.3. <i>Enfriamiento</i>	17
1.6.3.4. <i>Maduración</i>	17
1.6.4. <i>Sistemas de compostaje</i>	18
1.6.4.1. <i>Compostaje Aeróbico</i>	18
1.6.4.2. <i>Compostaje Anaeróbico</i>	18
1.6.5. <i>Diseño y manejo de la compostera</i>	19
1.6.5.1. <i>Preparación del Material</i>	19
1.6.5.2. <i>Riego y Control de la Humedad</i>	19
1.6.5.3. <i>Aireación</i>	20
1.6.5.4. <i>Control de la Temperatura</i>	20
1.6.6. <i>Ciclo de Compostaje</i>	21
1.6.6.1. <i>Parámetros que considerar en el ciclo del compostaje</i>	21
1.6.7. <i>Condición ideal del compost</i>	22
1.6.8. <i>Usos del compost</i>	24
1.6.8.1. <i>El compost como medio de trasplante</i>	24
1.6.8.2. <i>Uso de compost para mejorar el suelo</i>	24
1.6.8.3. <i>Eliminación de enfermedades en el suelo</i>	24

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO EXPERIMENTAL.....	26
2.1. Lugar de la Investigación.....	26
2.2. Hipótesis y especificación de las variables.	26
<i>2.2.1. Hipótesis</i>	<i>26</i>
<i>2.2.2. Variables.....</i>	<i>26</i>
2.3. Tipo y Diseño de Investigación.....	26
2.4. Unidad de Análisis.....	27
2.5. Población de Estudio.....	28
2.6. Tamaño de Muestra.	28
2.7. Procedimientos realizados en el estudio.....	28
<i>2.7.1. Preparación del terreno para las pilas.</i>	<i>29</i>
<i>2.7.1.1. Limpieza y retiro de basura del terreno</i>	<i>29</i>
<i>2.7.1.2. Medición y Trazado de dimensiones de las pilas de compostaje</i>	<i>29</i>
<i>2.7.1.3. Recolección de materiales para el compost.....</i>	<i>30</i>
<i>2.7.1.4. Caracterización de los sustratos</i>	<i>31</i>
<i>2.7.1.5. Levantamiento de las pilas de compostaje.....</i>	<i>31</i>
<i>2.7.1.6. Proceso de la composta.....</i>	<i>33</i>
<i>2.7.1.6.1. Variables por evaluarse</i>	<i>33</i>
<i>2.7.1.6.2. Valoración y análisis de los sustratos</i>	<i>33</i>

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	35
--	-----------

3.1. Análisis fisicoquímicos de los sustratos a implementar.	35
3.2. Análisis de la temperatura, humedad y pH durante el proceso de compostaje.	36
3.2.1. <i>Temperatura</i>	36
3.2.2. <i>Humedad</i>	38
3.2.3. <i>pH</i>	39
3.3. Análisis de los parámetros químicos del compost a los 3 meses y 6 meses	40
3.3.1. <i>Relación C/N</i>	40
3.3.2. <i>Nitrógeno</i>	41
3.3.3. <i>Fósforo</i>	42
3.3.4. <i>Potasio</i>	43
3.3.5. <i>Materia Orgánica.</i>	44
3.4. Análisis estadístico	45
3.4.1. Análisis de varianza de los parámetros químicos a los 3 y 6 meses	45
3.4.1.1. <i>Análisis de varianza de la Relación C/N</i>	45
3.4.1.2. <i>Análisis de varianza del Nitrógeno.</i>	47
3.4.1.3. <i>Análisis de varianza del Fósforo</i>	49
3.4.1.4. <i>Análisis de varianza del Potasio</i>	51
3.4.1.5. <i>Análisis de varianza de la Materia Orgánica.</i>	53
CONCLUSIONES.	56
RECOMENDACIONES.	57
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1. Capas para el compost	19
--	----

ÍNDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1-2. Metodología de la investigación.....	28
Gráfico 2-2. Distribución de las pilas de compostaje	32
Gráfico 1-3. Comportamiento de la temperatura de los tratamientos y la temperatura del testigo y los distintos tratamientos durante el proceso.....	37
Gráfico 2-3. Porcentaje de humedad en el testigo y en los diferentes tratamientos en los análisis a los 3 y 6 meses.	38
Gráfico 3-3. pH en los diferentes tratamientos y en el testigo a los 3 y 6 meses.	39
Gráfico 4-3. Relación C/N en el testigo y en los diferentes tratamientos a los 3 y 6 meses.	40
Gráfico 5-3. Porcentaje de nitrógeno en el testigo y en los diferentes tratamientos a los 3 y 6 meses.....	41
Gráfico 6-3. Porcentaje de fósforo en el testigo y en los diferentes tratamientos a los 3 meses.	42
Gráfico 7-3. Porcentaje de potasio en el testigo y en los diferentes tratamientos a los 3 meses.	43
Gráfico 8-3. Porcentaje de materia orgánica en el testigo y en los diferentes tratamientos a los 3 meses.....	44

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1. Materia orgánica y macronutrientes contenidos en el estiércol fresco (kg de materia seca)	7
Tabla 2-1. Características químicas del rumen del ganado vacuno.....	7
Tabla 3-1. Composición química de la sangre del ganado vacuno (g/100g porción comestible) .	9
Tabla 4-1. Características del material vegetal	15
Tabla 1-2. Número de réplicas de cada tratamiento.....	27
Tabla 2-2. Características del área experimental	30
Tabla 3-2. Cantidad de materia prima	30
Tabla 4-2. Parámetros fisicoquímicos evaluados, con su respectiva normativa y metodología, laboratorio de suelos ESPOCH	31
Tabla 5-2. Aporte de macronutrientes al compost	31
Tabla 6-2. Descripción de los tratamientos	32
Tabla 7-2. Análisis de macronutrientes	34
Tabla 1-3. Análisis de los Sustratos por implementarse	35
Tabla 2-3. Cuadro de análisis de varianza de la relación C/N a los 3 meses.....	45
Tabla 3-3. Prueba de Tukey al 5% de la relación C/N a los 3 meses	46
Tabla 4-3. Cuadro de análisis de varianza de la relación C/N a los 6 meses.....	46
Tabla 5-3. Prueba de Tukey al 5% de la relación C/N a los 6 meses	47
Tabla 6-3. Cuadro de análisis de varianza de Nitrógeno a los 3 meses.....	47
Tabla 7-3. Prueba de Tukey al 5% de Nitrógeno a los 3 meses	48

Tabla 8-3. Cuadro de análisis de varianza de Nitrógeno a los 6 meses.....	48
Tabla 9-3. Prueba de Tukey al 5% de Nitrógeno a los 6 meses.....	49
Tabla 10-3. Cuadro de análisis de varianza de Fósforo a los 3 meses	50
Tabla 11-3. Prueba de Tukey al 5% de Fósforo a los 3 meses.....	50
Tabla 12-3. Cuadro de análisis de varianza de Fósforo a los 6 meses	51
Tabla 13-3. Prueba de Tukey al 5% de Fósforo a los 6 meses.....	51
Tabla 14-3. Cuadro de análisis de varianza de Potasio a 3 meses.....	52
Tabla 15-3. Prueba de Tukey al 5% de Potasio a 3 meses	52
Tabla 16-3. Cuadro de análisis de varianza de Potasio a 6 meses.....	53
Tabla 17-3. Prueba de Tukey al 5% de Potasio a 6 meses	53
Tabla 18-3. Cuadro de análisis de varianza de Materia Orgánica a 3 meses.....	54
Tabla 19-3. Prueba de Tukey al 5% de Materia Orgánica a 3 meses	54
Tabla 20-3. Cuadro de análisis de varianza de Materia Orgánica a 6 meses.....	55

RESUMEN

En el presente trabajo investigativo se evaluaron los bioabonos obtenidos a partir de residuos animales provenientes del Camal Municipal de Guaranda, para esto se recolectaron residuos animales conformados por sangre, rumen y estiércol, esto se complementó con residuos vegetales de los mercados y tierra negra, los residuos se implementaron en dos tratamientos, el primero constó de sangre con estiércol y el segundo de sangre con rumen, mismos que se combinaron en tres concentraciones (25% - 75%, 50% - 50%, 75% - 25%), estas se mezclaron con una base conformada por los residuos vegetales y la tierra negra, cada pila quedó constituida con un total de 150kg, se controló su temperatura a partir de volteos diarios y la humedad con riegos directos, el compost se evaluó mediante un análisis físico químico, el cual se realizó a los tres y seis meses, los datos obtenidos se compararon a partir de un diseño completamente al azar (DCA), para determinar las diferencias significativas entre los parámetros evaluados. La relación c/n de los residuos fue de 15.3 para el estiércol y 15.9 para el rumen, estos valores se encontraron dentro de los rangos óptimos establecidos para iniciar un proceso de compostaje, este finalizó a los tres meses, debido a las altas temperaturas que se presentaron dentro del invernadero, el compost que presentó las mejores características físico químicas fue el tratamiento R3 el cual está conformado por 75% de sangre y el 25% de rumen, en el cual se registró un pH de 6.85, un porcentaje de materia orgánica del 4%, 0.19% de nitrógeno, 2% de fósforo, 0.06% de potasio, 13.7% de humedad, además, de una relación C/N del 11.4, valores idóneos para ser utilizados en cultivos agrícolas.

Palabras Clave: <<BIOTECNOLOGÍA>, <TRATAMIENTO DE RESIDUOS>, <SANGRE>, <RUMEN>, <ESTIÉRCOL>, <ABONO ORGÁNICO>, <COMPOSTAJE>, <COMPOST>, <CAMAL MUNICIPAL>, <GUARANDA (CANTÓN)>.

ABSTRACT

In the present investigative work the bio fertilizer obtained from animal waste coming from the Municipal Camal of Guaranda city were evaluated, for this animal waste was collected formed by blood, rumen and manure, this was completed with vegetal residues of the markets and black earth, waste was implemented in two treatments, the first consisted of blood with manure and the second one of blood with rumen, which were combined in three concentrations (25% -75% - 50% -50% 75% -25%), these were mixed with a base made up of plant waste and black soil, each pile was constituted with a total of 150kg, its temperature was controlled from daily flips and moisture with direct irrigation, the compost was evaluated at three and six months,

The data obtained were compared from a completely randomized design (CRD), to determine the significant differences between the parameters evaluated. The ratio c / n of the residuals was 15.3 for manure and 15.9 for the rumen, these values were found Within the optimum ranges established to start a composting process, this was completed after three months, due to the high temperatures that occurred inside the greenhouse,

The compost that presented the best physical and chemical characteristics was the R3 treatment, which is made up of 75% blood and 25% rumen, in which a pH of 6.85 was registered, a percentage of organic matter of 4%, 0.19 of nitrogen, 2% of phosphorus, 0.06% of potassium, 13.7 of humidity, in addition to a C/N ratio of 11.4, suitable values to be used in agricultural crops.

Keywords: <BIOTECHNOLOGY>, <WASTE TREATMENT>, <BLOOD>, <RUMEN>, <WASTE>, <ORGANIC FERTILIZER>, <COMPOSTING>, <COMPOST>, <MUNICIPAL CAMERA>, <GUARANDA (CANTÓN)>

INTRODUCCIÓN.

Durante los últimos años ha existido un crecimiento poblacional significativo en el país, esto ha ocasionado que se requiera de una mayor cantidad de alimentos para poder satisfacer las necesidades de la población, lo que ha provocado un aumento en la producción de los distintos tipos de ganado destinados para el consumo, como consecuencia, la generación de residuos producto del proceso de faenamiento que se emiten al ambiente también lo ha hecho, amenazando la estabilidad ecológica de los recursos naturales, la dimensión de estos impactos en la naturaleza depende exclusivamente de la composición y cantidad de residuos, así como de las técnicas que se han ido adecuando para su manejo.

El correcto manejo de residuos dentro de los camales del Ecuador es un tema al que no se le ha dado la importancia requerida, esto se ha producido principalmente por la falta de conocimiento en lo que respecta a la gestión de los residuos, omitiendo el grave problema ambiental que estos pueden ocasionar, a esto se suma a la falta de recursos económicos que han impedido cambiar e integrar tecnologías nuevas en el proceso productivo, con medidas amigables para el ambiente. Por estos motivos, los residuos tanto líquidos y sólidos son gestionados de manera errónea en una gran parte de los camales municipales, ocasionando un impacto negativo, principalmente en el recurso hídrico y la biodiversidad local, provocando consecuencias indirectas y directas en lo que tiene que ver con la salud pública, todo esto debido a la carga excesiva de contaminantes que forman parte de los residuos, por encontrarse sin un adecuado tratamiento y que son emitidos de manera directa a la red de alcantarillados y estos a su vez terminan desembocando en ríos y riachuelos.

La reutilización o transformación de los residuos producidos en el proceso de faenamiento se plantea como una opción de manejo que puede ayudar a disminuir la contaminación ambiental que estos ocasionan, la alternativa seleccionada debe ser adecuada al sitio donde esta será implementada, además, tiene que ser viable en la parte económica y amigable a nivel ecológico, de acuerdo con lo antes mencionado, el uso de los residuos orgánicos, como base para la elaboración de abonos, se plantea como una alternativa viable, que se presenta como una solución efectiva a la realidad actual del país y sobre todo a la de los camales como es el caso del camal municipal de Guaranda.

En este contexto, para aprovechar en su totalidad los residuos orgánicos, se debe implementar técnicas adecuadas que permitan una biodegradación controlada de la materia prima previo a su implementación como un abono, una de estas es el compostaje y su producto final denominado compost, proceso mediante el cual se pueden utilizar todos los residuos producidos en el camal

como: sangre, rumen y estiércol, los cuales se biodegradarán de forma progresiva, hasta alcanzar su mineralización, a través de procesos de fermentación donde prevalece un metabolismo aerobio, el cual permite obtener un producto final lo más apto posible para ser integrado al suelo, en tiempos relativamente cortos.

Las ventajas del compost son varias, entre las más destacadas tenemos que al implementar el proceso de compostaje, se previene el calentamiento global, ya que se reducen las emisiones de gas metano, mismo que se produce por la descomposición de la materia orgánica; como abono mejora el suelo al reciclar los nutrientes de origen vegetal, promueve un buen desarrollo radicular, aumenta la resistencia a plagas y enfermedades, proporciona un ambiente adecuado para microorganismos y hongos benéficos en el desarrollo de los cultivos; además, mejora la estructura, textura y densidad del suelo, lo que permite aumentar la capacidad de retención de la humedad.

El presente trabajo investigativo se plantea como una alternativa ecológica mediante la cual se transformarán los residuos orgánicos altamente contaminantes producidos por el camal municipal de Guaranda mediante un proceso de compostaje, donde además de disminuir los impactos ambientales producidos por dichos residuos, se obtendrá un producto final apto para ser usado como abono orgánico.

Justificación.

El camal municipal de la Ciudad de Guaranda al encontrarse ubicado en una zona urbana, a pesar de brindar un servicio a la sociedad, debido a los residuos orgánicos que se generan y producen por el proceso de faenamiento de los animales, lo convierten en un foco de contaminación, principalmente por la falta de un manejo adecuado de los mismos, por tal razón es necesario tomar acciones inmediatas, precisas e integrales, que permitan la eliminación o disminución de los impactos ambientales negativos producidos por estos residuos, los cuales tienden a ser un riesgo para el ecosistema ya que al estar conformados por sustancias altamente contaminantes, disminuyen la calidad de las fuentes de agua y los suelos donde son vertidos directamente.

En la actualidad, en el centro de faenamiento se produce una gran cantidad de desechos orgánicos, como estiércol, contenido ruminal, vísceras, pelos, sangre, pezuñas, aguas residuales, entre otros, los cuales son acumulados o eliminados sin tratamiento alguno, lo que incrementa la generación de malos olores, gases y lixiviados. En respuesta a esta problemática se propone implementar una alternativa sustentable para aprovechar estos residuos, al darles un adecuado

manejo, a partir de un sistema de compostaje que permite obtener un bioabono apto para la agricultura denominado compost, mismo que podrá ser utilizado para contribuir a mejorar la calidad del suelo, esto debido a que los residuos animales son ricos en elementos tales como N, P y K, los cuales se mantendrán al finalizar el proceso de compostaje.

Mediante el manejo adecuado y tecnificado de los residuos orgánicos se contribuirá a la conservación de los recursos naturales, demostrando así la importancia del compostaje como una alternativa que permite disminuir los impactos ambientales producidos, aprovechando los nutrientes de estas materias primas al transformarlas en abonos orgánicos. En países como el Ecuador, donde la mano de obra y la disponibilidad de la tierra son aspectos que se deben considerar en los procesos productivos, siendo la agricultura ecológica una importante alternativa de desarrollo para el país y es aquí donde el compost producido tendrá un amplio uso, ya que el mismo permite la producción de productos orgánicos, que con el pasar del tiempo han tendido una mayor demanda comercial ya que su consumo precautela la salud humana.

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

General:

Evaluar bioabonos obtenidos a partir de residuos animales provenientes del Camal Municipal de Guaranda.

Específicos:

- Determinar las características fisicoquímicas de los residuos provenientes del proceso de faenamiento.
- Elaborar las pilas para obtener el bioabono mediante compostaje.
- Determinar mediante análisis fisicoquímico las concentraciones de N, P, K y la relación C/N del compost.
- Comparar mediante un análisis estadístico las características físico químicas de los compost obtenidos.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Camal o Matadero

Se entiende por matadero o camal frigorífico, al establecimiento que posea las instalaciones adecuadas y un equipo mecánico específico para la muerte, manipulación, elaboración, preparación y conservación de las especies de carnicería, con el aprovechamiento total, racional y adecuado de los subproductos no comestibles; cuando la cantidad faenada justifique un aprovechamiento industrial, se dispondrán de instalaciones con refrigeración industrial proporcional al tamaño del establecimiento (EMRAQ-RP, 2016).

1.1.2. Camales en Ecuador.

Aproximadamente, se han identificado 200 mataderos en el Ecuador, un 38% está ubicado en la costa, un 45% en la Sierra, el restante 17% en la región de Galápagos y la Amazonía. Con una administración municipal en su mayoría estos son de propiedad pública, cuya distribución a nivel sectorial es la siguiente: el 7% de los camales se ubican en zonas semiurbanas, el 81% se encuentran en zonas urbanas y 12% restante en zonas rurales.

Los camales públicos y privados se diferencian de acuerdo a su funcionamiento, en el caso de los mataderos privados por lo general estos compran, faenan y comercializan el ganado de forma directa, mientras que los municipales principalmente ofrecen servicios de faenamiento e incluyen la revisión de salubridad ante y post-mortem (Padilla, 2014).

1.1.3. Categorías de los camales.

Conforme con la ley de mataderos en su artículo 3, se identifica tres tipos de camales o mataderos, mismos que se describen a continuación:

a) Públicos. son aquellos operados por entidades de derecho público o de derecho privado con finalidad social o pública.

b) Privados. son aquellos que están a cargo de personas naturales o jurídicas de derecho privado.

c) Mixtos. son aquellos en los cuales participan entidades de derecho público o de derecho privado con una finalidad social o pública, conformados por personas naturales o jurídicas (EMRAQ-RP, 2016).

1.2. Proceso de faenamiento.

Este proceso se realiza exclusivamente en los mataderos o camales, donde los animales son faenados con el fin de separar las partes comestibles para posteriormente ser procesadas según la forma en la que serán consumidas. Dentro de las líneas de producción o faenamiento, se ejecutan varios procesos, dentro de los más importantes se encuentran:

- **Corrales.** Es el lugar donde llegan los animales a ser faenados, los cuales deben aislarse con seis horas de anticipación antes de ser sacrificados, para su reposo y la realización de los exámenes ante-mortem; solo en casos específicos y con la autorización del veterinario encargado del servicio de salud, se permite reducir el tiempo de aislamiento.
- **Aturdimiento.** Para este proceso se realiza un disparo al cráneo del animal con una pistola neumática, esto le produce un sangrado inmediato, lo que provoca su muerte.
- **Sangría.** Proceso donde se realiza un corte a la altura de las arterias del cuello, lo cual ocasiona la una muerte del animal por desangrado.
- **Descuerado.** Después de desangrado del animal, se corta la cabeza y se separan los cuernos, posteriormente se realiza el descuerado, que consiste en la separación de la piel del animal, procurando no desgarrar los músculos ni provocar cortes profundos.

- **Faenamiento.** Este proceso se realiza luego de haber retirado el cuero del animal, para esto se ejecuta un corte longitudinal en el pecho, lo que permite extraer los órganos y las vísceras.
- **Evisceración.** Proceso donde se realiza la clasificación, supervisión, desinfección, enfriamiento y lavado de las vísceras.
- **Trozado en dos canales.** Consiste en un corte longitudinal con una sierra eléctrica, a la columna del ganado, separando el producto en dos segmentos.
- **Lavado, Inspección y Pesaje.** Proceso en el cual se lava, se clasifica y se pesa el ganado procesado.
- **Enfriamiento.** Proceso donde el animal tibio es colocado en una cámara de frío para su conservación (Castro y Vinuesa, 2011).

En los procesos de producción se dan algunas variantes de operación cuando se faena ovinos y porcinos, las cuales ocasionan los mismos problemas ambientales que los procesos generales.

1.3. Residuos generados en los camales.

1.3.1. Residuos sólidos.

Cerca del 25% del peso total del animal en pie dentro de los mataderos es considerado como un residuo, formando parte de este porcentaje se encuentra: la sangre, los huesos, el pelo, contenidos estomacales, las pezuñas, el estiércol, los cuernos, fragmentos de tejidos grasos, musculares y conjuntivos. Aproximadamente, el ganado bovino produce en el matadero de 7,5 a 30 kg de estiércol, en su mayoría semilíquido, de 30 a 35 litros de sangre, 66 kg de huesos y de 40 a 80 kg de contenidos estomacales; mientras que el ganado porcino produce de 2,0 a 3,5 kg de estiércol, de 4 a 6 litros de sangre, 9 kg de huesos y de 0,4 a 1,6 kg de contenidos estomacales.

En el caso de los porcinos, estos eliminan heces con una gran proporción de residuos alimenticios que no se encuentran digeridos, lo que aporta con una elevada cantidad de fibra

bruta (Kolb, 1996). En los animales, las características del estiércol varían según su color, olor y consistencia, todo ello depende del origen de los alimentos ingeridos. El agua contenida en el estiércol dependerá de la naturaleza de los alimentos que hayan consumidos y del porcentaje de agua ingerida, además del tiempo que permanecen los alimentos en el sistema digestivo (Domínguez, 1990), en la tabla 1-1 se muestra el contenido de materia orgánica y algunos micronutrientes en el estiércol de los animales.

Tabla 1-1. Materia orgánica y macronutrientes contenidos en el estiércol fresco (kg de materia seca)

Nutrientes	Vacunos (%)	Porcinos (%)	Caprinos (%)
Materia Orgánica	48.90	45.3	52.80
Nitrógeno total	1.27	1.36	1.55
Fosforo asimilable	0.81	1.98	2.92
Potasio	0.84	0.66	0.74
Calcio	2.03	2.72	3.2
Magnesio	0.51	0.65	0.57

Fuente: Arellano y Cruz, (2014)

Todos estos residuos en su mayoría son ricos en grasas y proteínas, consecuentemente tienen un alto contenido de N, P, K y Ca (Kolb, 1996). Por ejemplo, en el caso del contenido ruminal, este está conformado por restos de alimentos y sustancias vertidas por el aparato digestivo del animal al tracto intestinal, además está formado por los residuos de la excreción y secreción del intestino y de las glándulas anejas, todo este conjunto le confiere al rumen un alto contenido nutritivo que puede ser aprovechado (Tabla 2-1).

Tabla 2-1. Características químicas del rumen del ganado vacuno

Materia seca (%)	15.52
Humedad (%)	84.48
Proteína (%)	10.40
Grasa (%)	3.01
Fibra Cruda (%)	34.29
Cenizas (%)	15.05

Fuente: Domínguez, (2007)

Se debe recalcar que en líneas generales la disminución de los impactos ambientales producidos por los residuos del faenamiento está relacionado de forma directa con la reducción de los residuos sólidos, por tal razón cuando este tipo de residuos abarcan una mayor superficie, en otras palabras cuando su producción es mayor, las principales opciones de manejo son la biodigestión o la producción de biogás, por el contrario para cuando su producción es menor,

los procesos antes mencionados no son viables, desde el punto de vista económico, debido al volumen bajo de residuos que se genera, para este caso se sugiere el compostaje o la lombricultura (Domínguez, 1990).

1.3.1.1. Fuentes de residuos sólidos.

Las principales fuentes generadoras de residuos sólidos en los camales son los corrales, la etapa de corte, descuerado y la de evisceración. A nivel de los corrales, se generan significativas proporciones de estiércol combinado con orines, según aproximaciones realizadas, un bovino con un peso de 450-653 Kg, produce entre 38 y 53 Kg de estiércol por día. Después del sangrado, el animal pasa la etapa de descuerado, en la cual se obtiene huesos, cuernos y pezuñas. Por último, en la etapa de evisceración es donde se genera el mayor porcentaje de residuos sólidos, compuesto principalmente de rumen o el contenido de los estómagos del ganado, los cuales, en conjunto con la sangre, son los mayores responsables de la contaminación, entre las principales características de estos residuos tenemos la presencia de mucosas y fermentos digestivos, además presentan una cantidad elevada de microorganismos patógenos. Los animales decomisados que no están aptos para ser consumidos por el hombre son una fuente ocasional de residuos sólidos, mismos que son sometidos a un proceso de cocción a temperaturas elevadas, para posteriormente se desechados al sistema de alcantarillado (Castro y Vinueza, 2011).

1.3.2. Residuos líquidos.

En los mataderos otro de los problemas ocasionados al ambiente, se dan por un incorrecto manejo de sus residuos líquidos, cuya característica principal es poseer un elevado porcentaje de proteína (Tabla 3-1), la cual al ser emitida en un cuerpo hídrico ocasiona graves problemas provocando una disminución en la concentración de oxígeno disuelto en las aguas, produciendo la muerte de animales, proliferación de malos olores, lo que trae como consecuencia la generación de plagas que afectan la salud del ser humano.

Tabla 3-1. Composición química de la sangre del ganado vacuno (g/100g porción comestible)

Agua	80.5
Proteína	1.2 g de globulinas
	2.3 g de albúminas
	13.8 g de hemoglobinas
Grasa	0.13
Carbohidratos	0.065
Energía (kj)	335

Fuente: Beltrán y Perdomo, (2007)

El manejo de las aguas residuales debe considerarse como una operación íntegra en el proceso productivo, lo que involucra el análisis y el planteamiento de medidas de prevención antes que de corrección; para esto se debe verificar el uso eficiente del agua, con el único fin de menguar los vertidos producidos en cada proceso realizado en los camales (Domínguez, 1990).

1.3.3. Residuos gaseosos.

Con lo que respecta a la contaminación gaseosa, no se ha registrado daños ambientales relevantes, a excepción de los problemas producidos por los malos olores, estos pueden presentarse cuando se almacenan los residuos por largos periodos de tiempo, cuando se da tratamiento a las aguas residuales o en los procedimientos de estabulación, este problema cobra más relevancia sobre todo cuando hay núcleos habitados cerca de los establecimientos industriales, además, se debe poner especial atención a la contaminación atmosférica ocasionada por la quema a cielo abierto de desechos o la emanación de metano que es generada por la acumulación y descomposición de los residuos sólidos y líquidos. Todas estas actividades se pueden transformar en importantes fuentes de contaminación, en especial si los camales no están ubicados a una distancia mínima de una 1 Kilómetro a partir de la zona urbana (Silva & Samperi, 2004).

1.4. Manejo de residuos en los camales.

En el camal, la recuperación y clasificación de los residuos de forma integral es importante, ya que deben ser valorados de manera correcta en función al subproducto que se desea obtener, como es el caso de la producción de alimentos y harinas o la elaboración de compost e inclusive para la producción de energía. Al separar los residuos también se ayuda a disminuir la contaminación del recurso hídrico, ya que generalmente estos son desechados de forma conjunta en el mismo (Bonilla, 2007).

Las limitaciones de los recursos económicos no deben ser consideradas como un pretexto para una producción poco sustentable de los productos cárnicos, puesto que, con una organizada planificación y con la implementación de medidas preventivas poco costosas y simples en el manejo adecuado de los residuos orgánicos, se podrá abordar de una forma eficiente el problema, generando un valor agregado a todos los residuos manejados (Guerrero y Ramírez, 2004).

Las razones por las cuales en los camales no se da un correcto manejo de los residuos sólidos y líquidos, es debido a que existe una completa falta de interés por parte de las autoridades, ya que no realizan un mínimo esfuerzo para buscar alternativas que permitan dar un correcto manejo a dichos residuos, es importante hacer un cambio de pensamiento, en busca de uno que tenga una visión mucho más ambientalista donde se comprenda que los residuos generados son recursos que requieren y necesitan ser aprovechados (Bonilla, 2007).

1.4.1. Manejo de residuos orgánicos para la producción de abonos.

Los sistemas de manejo que se utilizan para el aprovechamiento de los residuos están orientados en su mayoría a producir abonos orgánicos que puedan ser utilizados en el suelo, por tal razón es importante saber el contenido de elementos químicos y materia orgánica que tiene los residuos de estos animales, esto permitirá tener una idea de la calidad del producto a obtenerse.

La ventaja que tienen estos sistemas es que, durante el proceso de transformación, los residuos van disminuyendo los olores fuertes que los caracterizan, por otra parte, la fase sólida se composta o unifica con facilidad y los elementos líquidos se pueden utilizar en fertirrigación o también en sistema de riego por goteo (López y Casp, 2004). Los residuos líquidos obtenidos de los diferentes procesos que anteriormente se mencionó, se pueden someter a procesos de digestión anaerobia, este procedimiento es de gran interés ya que se genera un gas combustible (biogás) y

un líquido (biol), este último posee una gran estabilidad y puede ser aplicado al suelo cultivado de manera directa (López y Casp, 2004).

El sistema de manejo denominado compostaje permite transformar la materia orgánica bruta en compost, a través de este sistema se produce un material que puede ser calificado como abono orgánico u órgano-mineral si se integra ciertos fertilizantes minerales. Para su elaboración se requiere de materiales complementarios, como paja, virutas de madera, cortezas de árboles, entre otros. En ciertos países europeos, donde se da una excesiva producción de estos materiales, es considerado como un sistema muy adecuado (Lugo, 1998).

1.5. Bioabonos.

Bioabonos o también conocidos como abonos orgánicos son aquellos materiales de origen animal o vegetal que se pueden descomponer a través de la acción de los microorganismos y con la ayuda del trabajo humano, además se incluyen a pequeños organismos que forman parte de las deposiciones de los animales y a la acción de microbios determinados, los cuales intervienen en conjunto principalmente para que el suelo pueda mantener o aumentar su fertilidad; a continuación, se señala las ventajas de los abonos orgánicos en comparación con los abonos químicos:

- Mayor efecto residual
- Aumenta la capacidad de retención de la humedad en el suelo a través del efecto producido en la estructura de este, como la granulación, estabilidad de los agregados, densidad aparente o la porosidad.
- Forma complejos orgánicos con los diversos nutrientes manteniéndolos en forma aprovechable para las plantas.
- Reduce la erosión de los suelos, al incrementar la resistencia de los agregados a la dispersión por el impacto de las gotas de lluvia, disminuyendo el escurrimiento superficial.
- Eleva la capacidad de intercambio catiónico del suelo, evitando que los nutrientes se pierdan por lixiviación.
- Libera CO₂ que aplaca la solubilización de nutrientes.
- Abastece de carbono orgánico como fuente de energía para la flora microbiana heterótrofa (Vásquez, 2008).

Hernández, (2010), indica que uno de los problemas más relevantes que en la actualidad enfrenta la agricultura de forma generalizada son la erosión y la pérdida de fertilidad de los suelos, suelos donde de manera tradicional los residuos orgánicos han usados para incrementar el porcentaje de materia orgánica y como aporte de nitrógeno en los cultivos, a pesar de esto, su aplicación por lo general no se realiza en forma idónea, ya que se toma en cuenta las características del suelo o el estado de descomposición de los residuos utilizados, lo que puede generar una serie de afectaciones a la salud de los ecosistemas, como por ejemplo salinizar los suelos, lixiviar las sustancias fitotóxicas o el escurrimiento de nitratos y fosfatos a los acuíferos o a los recursos hídricos superficiales, es en este punto donde radica la importancia de darle un tratamiento previo a los residuos transformándolos en bioabonos cuyo aporte al mejoramiento de los suelos es óptimo sin que esto cause ningún tipo de daño colateral.

El compost es un bioabono, que se ha transformado en una de las alternativa más usadas para ser implementadas en los suelo, ya que su uso disminuye los impactos ambientales que ocasiona la aplicación directa de los residuos orgánicos, el proceso de elaboración del compost permite la generación de materiales de interés agrícola, cuya comercialización es económicamente viable: el producto final se caracteriza por ser estable, esto le permite tener diversas aplicaciones de como bioabonos o sustratos orgánicos, su incorporación es una práctica que ha tomado cada vez más relevancia, ya que su efectos benéficos en las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos, han sido comprobadas.

Uicab y Sandoval, (2003), ratifican lo antes mencionado, los autores mencionan que una de las técnicas que permite la biodegradación controlada de la materia orgánica y su posterior transformación en un bioabono de calidad para su aplicación en el suelo es el compostaje, ya que dicho proceso les permitió incrementar el valor económico y nutritivo de los desechos orgánicos como el estiércol, el proceso les permitió transformar de manera progresiva los residuos, hasta alcanzar su mineralización total.

1.5.1. Tipos de bioabonos.

En nuestro país se puede disponer de una variedad de bioabonos, dentro de los cuales se mencionan los más destacados:

- Estiércoles
- Abonos verdes
- Compost

- Residuos de agroindustria
- Residuos de cosechas
- Abonos líquidos (bioles, té de estiércol, purines)
- Humus de lombriz, entre otros (Vásquez, 2008).

1.6. El Compost.

Es un proceso biológico controlado que transforma la materia orgánica en compost, con la ayuda de microorganismos, los cuales realizan este proceso a través de descomposición aeróbica (Meléndez, 2003). Los materiales orgánicos presentes en el compost están conformados por una amplia gama de elementos, que van desde las macromoléculas presentes en la madera hasta los grupos cuya constitución es de menor complejidad, como son los elementos nutricionales y las sustancias minerales de la vegetación.

El compostaje se fundamenta en un proceso mediante el cual por acción de los microorganismos aerobios se da un proceso de biodegradación continua sobre el material orgánico, tomando en cuenta la influencia de determinados factores, donde por acción de estos se incrementa la temperatura, se reduce el volumen y el peso de los residuos ocasionando la humificación y el oscurecimiento de la materia prima. Durante este proceso se deben controlar los distintos parámetros que permiten una idónea proliferación microbiana, lo que da como resultado una correcta mineralización del material orgánico (Casco y Moral, 2008).

El Compost como tal, es un bioabono que contiene altos contenidos de materia orgánica parcialmente humificados y mineralizados, este puede ser utilizado como abono orgánico o sustrato, además el material sufrirá mineralizaciones más lentas una vez que se haya incorporado al suelo y al final de su descomposición se termina convirtiendo en humus (Corpoica, 2005).

De acuerdo con el manual de Corpoica (2005), el humus es un compuesto diferente al compost, el humus es una porción residual que se caracteriza por tener un color aún más oscuro, ser muy resistente al ataque microbiano y relativamente estable, resultado de la descomposición de la materia orgánica en conjunto con el suelo. De acuerdo con esta definición, el compost vendría a ser la fase intermedia entre el humus y la materia orgánica bruta.

1.6.1. Beneficios del Compost.

Los residuos orgánicos frescos al momento de ser utilizados directamente en la agricultura presentan algunos problemas tales como: la fitotoxicidad, misma que se produce por el exceso de compuestos orgánicos, elementos o sustancias minerales, entre otras, lo que a su vez produce la falta de oxígeno a nivel de las raíces de la planta, además se da la inmovilización del nitrógeno y un excesivo aumento de la temperatura a nivel de la rizósfera, etc. (Abad. et al., 1999).

Dentro de los diferentes métodos utilizados para el aprovechamiento de los desechos orgánicos con fines agrícolas, se destaca el compostaje, tanto desde el punto de vista ecológico, como el económico, debido a que, al mismo tiempo que se contribuye con la gestión de los residuos sólidos, este sistema es el que más respeta el ciclo de preservación de la materia y el que tiene mayor aplicación en la Agricultura.

Actualmente el compostaje es implementado como un proceso técnico industrial, que no tiene una complejidad excesiva, a nivel técnico y económico es viable, poco contaminante y con un mayor grado de aceptación social, a diferencia de los vertederos o las plantas de incineración (Abad. et al., 1999).

1.6.2. Materia orgánica usada para la elaboración del compost.

Hay diferentes tipos de materia orgánica que aportan con los nutrientes necesarios para la elaboración de un compost de calidad para el suelo, mismos que se clasifican de acuerdo con su origen: animal y vegetal.

1.6.2.1. Materia Orgánica de Origen Animal.

Los materiales que se utilizan con mayor frecuencia son los estiércoles provenientes de animales, en general estos residuos se mezclan con la paja de los cereales, orina de ganado y residuos vegetales. Otro tipo de materia orgánica utilizada es la gallinaza, esta es una mezcla de excrementos de aves con aserrín o afrecho de arroz, además de estos elementos se adicionan restos de los concentrados que se usan en su alimentación. Los purines en cambio es una combinación de orina, estiércol y agua de lavado.

Regularmente la materia orgánica proveniente de un animal contiene bajas concentraciones de nutrientes en especial de fósforo, en comparación con su alto contenido de Nitrógeno y Potasio (Chávez, 2012).

1.6.2.2. *Materia orgánica de origen vegetal.*

La materia orgánica que proviene de los vegetales son la fuente principal de carbono, generalmente se usan los residuos de las cosechas, la calidad de estos residuos se diferencia del estado fisiológico y del tipo de planta. Las leguminosas son las que proporcionan un mayor porcentaje de nitrógeno, por su parte las gramíneas se constituyen como una fuente de carbono idónea para procesos de compostaje.

La descomposición de los residuos vegetales dependerá de varios factores como el contenido de humedad, tamaño de los residuos vegetales a ser incorporados, relación carbono nitrógeno (C/N) de los residuos vegetales y en especial la temperatura que se genere durante los procesos de biodegradación, este último es un factor determinante para la actividad microbiana (Chávez, 2012).

Tabla 4-1. Características del material vegetal

Elemento	Relación C/N	N	P	K
Césped	17/1	1,2	0,5	1
Desechos de fruta	35/1	1,8	0,9	1,2
Hojas	40-80/1	1	1	1,5
Humus	10/1	2,31	1,46	2,37
leguminosas recién cortadas	20-25/1	2,7	0,8	1,3
Paja	40-100/1	0,7	0,9	1,4
Paja de trigo	100/1	1,2	0,8	1,2
Ramas de poda otoñal	30-80/1	0,6	0,2	1,2
Residuos de café	20/1	0,5	0,1	1

Fuente: FAO (2014)

1.6.2.3. *Tierra negra*

La terra preta o tierra negra tiene una fracción de carbono entre alta y muy alta (más de 13-14% de materia orgánica), pero sin características hidromórficas. El principal uso de la tierra negra es formar parte del abono que le proporciona a las plantas para que tengan lo necesario para crecer vigorosas. Además, se puede usar como relleno de jardín que por lo regular se emplean para sembrar árboles, plantas para huertos y césped para aumentar la cantidad de nutrientes y mejorar

la textura del suelo, ayudando al crecimiento de las raíces, volviéndose más resistentes a enfermedades, pestes, virus que puedan generar un daño muy grave. (Pardo, 2009)

Un suelo rico en materia orgánica (humus) es rico en Nitrógeno. Cuanto más estiércol, mantillo o turba echas más Nitrógeno tendrá (y por supuesto, más humus). Recuerda: cuando aportas materia orgánica a un suelo estás consiguiendo dos cosas:

- Humus
- Nutrientes minerales (nitrógeno, fósforo, potasio, azufre.) de la descomposición de esta materia orgánica.

Su mayor fertilidad se debe a los altos niveles de materia orgánica y los nutrientes como el nitrógeno, fósforo, potasio y calcio. Comparado con el suelo circundante, la terra preta puede contener tres veces más fósforo y nitrógeno, y como su color indica, contiene mucho más carbono (150 g de carbono por kg de suelo, frente a 20-30 g para el normal) y además sus estratos son mucho más espesos. El carbón vegetal reduce significativamente la pérdida de nutrientes a causa de la lluvia, reteniéndolos con fuerza a los agregados del suelo. (Pilar Román, 2013)

1.6.3. Etapas del compostaje.

1.6.3.1. Mesofílica.

Las bacterias mesofílicas y hongos mesofílicos se generan en mayor cantidad en esta etapa del proceso, por lo que el número de actinomicetos permanece relativamente bajo. Producto de la actividad metabólica de estos microorganismos la temperatura se eleva hasta los 40°C, el pH se reduce a un valor neutro que va de los 5.5 a los 6, esto se da, debido a la descomposición de los glúcidos y lípidos en ácidos pirúvicos y de las proteínas en aminoácidos, con lo que se favorece el desarrollo de hongos mesofílicos más resistentes a los cambios de humedad y pH (Taibo. et al., 2009).

La relación C/N en esta parte del proceso es relevante, debido a que el carbono aporta la energía a los microorganismos y el nitrógeno es fundamental para la síntesis de nuevas moléculas, por lo que la relación debe ser la correcta, al variar esta proporción la respuesta biológica va a disminuir, debido a que, concentraciones mayores de nitrógeno ocasionaran la disminución rápida del oxígeno, lo que a su vez produce lixiviados como el amoníaco, el cual es tóxico para

las bacterias presentes. El color que presentan los residuos en esta etapa del proceso es claro y con olor a frutas, verduras y hojas frescas (Taibo. et al., 2009).

1.6.3.2. Termofílica

La temperatura en esta etapa sigue aumentando hasta alcanzar los 75°C, por esta razón las comunidades bacterianas y de hongos mesófilos disminuyen o pasan a un estado de dormancia, por su parte los actinomicetos, bacterias y hongos termofílicos se encuentran en su ambiente ideal, lo que ocasiona el aumento general de la temperatura. La degradación de los ácidos producidos en la etapa mesofílica ocasiona el aumento del pH de un inicial de 5.5 hasta alcanzar un 7.5, el cual se mantendrá casi constante hasta llegar a la culminación del proceso, en cuanto al color del compost este se torna más oscuro y el olor inicial se empieza a modificar por un olor a tierra húmeda. Debido a las temperaturas elevadas y a la concentración de CO₂ dentro del material en proceso de compostación, se da un proceso de pasteurización, donde la mayor parte de las semillas y patógenos mueren al estar sometidos por varios días a temperaturas mayores a los 45° C (Taibo. et al., 2009).

1.6.3.3. Enfriamiento

En el momento, en que la energía y los nutrientes comienzan a disminuir, la actividad de los microorganismos termofílicos también lo hace, por esta razón la temperatura en la pila baja desde los 75°C hasta llegar a una temperatura ambiente, causando la muerte de estos microorganismos y la reaparición de los mesofílicos, llegando a una temperatura de 40°C, donde estos dominarán el proceso, hasta consumir toda la energía existente (Taibo. et al., 2009).

1.6.3.4. Maduración.

En la maduración, la temperatura y el pH se estabilizan, los actinomicetos adquieren gran importancia en la generación de ácidos húmicos y son los que producen antibióticos que inhiben el desarrollo de patógenos y bacterias, mientras que los macro organismos tales como rotíferos, escarabajos, nemátodos, lombrices entre otros, incrementan su actividad cumpliendo la función de remover, moler, masticar, excavar, y en general rompen físicamente los residuos,

aumentando el área superficial de estos, para facilitar el ingreso de los microorganismos (Taibo. et al., 2009).

El producto al final debe tener un color marrón oscuro o negro, el olor debe ser a tierra de bosque, además ya no se debe observar en el material resultante, restos de los residuos que se utilizaron al inicio del proceso. Cuando se implementa las composteras generalmente se usa un sistema de volteo, el mismo que permite conservar los porcentajes de oxígeno, temperatura, porosidad y humedad de manera proporcional en toda la pila de residuos, debido a que los componentes que se encuentran cerca de la parte superior tienden a recibir mayor aportación de oxígeno, pero tienen una menor temperatura, por otro lado, los componentes del interior tienen una menor porosidad a causa de la presión de los componentes que los rodean, adquiriendo una mayor humedad y temperatura (Taibo. et al., 2009).

1.6.4. Sistemas de compostaje.

1.6.4.1. Compostaje Aeróbico.

En terrenos que tienen cierta pendiente debe realizarse este tipo de composteras, con ello se podrá manejar los excesos de agua, cabe recalcar que cuando no se tenga una cubierta permanente para las composteras, en épocas lluviosas, se debe resguardar el material en descomposición con plásticos u otros materiales que se hallen presentes en el lugar de la implementación del proceso de compostaje (Bongcam, 2003). Con el fin de evitar que se eleve la temperatura en exceso y ayudar a la aireación, es recomendable realizar agujeros en el centro de la compostera con postes de madera de 10-20 cm de diámetro y 1,5 m de largo (Meléndez y Soto, 2003).

1.6.4.2. Compostaje Anaeróbico.

En este tipo de compostaje, el material es tratado con un proceso de tipo anaeróbico, mediante el cual los residuos se biodegradan en ausencia de oxígeno, bajo el suelo o cualquier estructura cerrada (tanque o cajón), esto para impedir el ingreso de aire. A partir de este procedimiento se obtienen temperaturas que pueden llegar a ser idénticas a las del método aeróbico, pero se debe agregar activadores microbianos para alcanzar dichas temperaturas (Guzmán, 2007).

1.6.5. Diseño y manejo de la compostera.

1.6.5.1. Preparación del Material.

Para tener una rápida acción de los microorganismos descomponedores, se debe tener el mayor grado de división posible, esto se consigue cortando los desechos con una máquina picadora o machete.

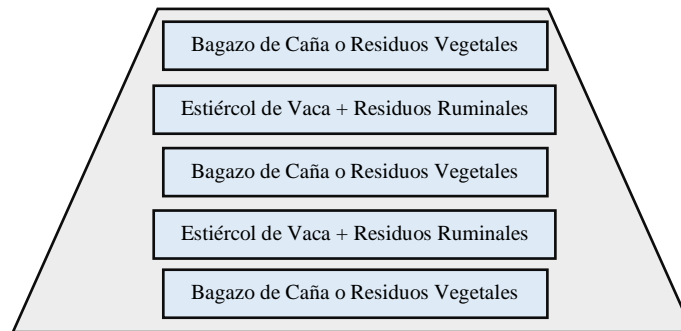


Figura 1-1. Capas para el compost

Fuente: Meléndez y Soto, (2003)

Como se muestra en la figura 1-1, para cualquier tipo de compostera se debe iniciar colocando una capa de material vegetal para enriquecer la pila, seguido se coloca una capa de estiércol o la mezcla de varios, si existieran varias especies de animales, así también se puede incorporar ceniza o cal agrícola de esta manera finalizado el proceso se obtendrá un compost de mayor calidad (Meléndez y Soto, 2003).

1.6.5.2. Riego y Control de la Humedad.

Al inicio del proceso en lo que respecta al riego de la compostera, éste debe ser constante, y estará en función a las condiciones climáticas de la zona, ya que se debe evitar el exceso de humedad, cuya principal consecuencia es la pudrición del material. Si el riego es necesario, un factor importante a tomar en cuenta es la calidad del agua, la misma que debe tener una buena proporción de oxígeno disuelto y una mínima cantidad de sustancias químicas (Chávez, 2012).

Mantener la humedad alrededor de un 60% es lo más recomendable para favorecer el proceso de compostaje, se recomienda humedecer las pilas con 20 litros de agua por metro cuadrado de residuos vegetales o animales, esta cantidad de agua se complementará con 200 ml de melaza, esto se realiza cuando se observa o determina que existe resequeidad en la mezcla (Meléndez y Soto, 2003).

1.6.5.3. Aireación.

Es primordial que exista una correcta ventilación de la pila de los residuos durante el proceso de compostaje, esto permitirá un flujo permanente de gases entre la atmósfera y la compostera, los microorganismos que se encuentran en la pila y descomponen los residuos orgánicos son de tipo aeróbico, por esta razón necesitan de una cantidad de oxígeno adecuado para tener un crecimiento normal (Chávez, 2012).

El procedimiento de aireación posee dos objetivos:

- Tratar que el proceso se cumpla de forma homogénea en toda la masa en compostaje.
- Beneficiar el metabolismo aerobio.

El proceso se puede realizar tanto de forma mecánica como manual, para esto se debe realizar movimientos continuos, buscando que el material correspondiente a la parte externa de la pila pase a formar parte del centro de esta y viceversa. Frecuencias preestablecidas de aireación y riego aplicables de forma general en el proceso de compostaje no existe, los riegos en exceso son tan perjudiciales como las aireaciones excesivas, uno de los parámetros que es de fácil determinación es la temperatura y a partir de mismo, se puede tener una referencia exacta de cuando se debe humedecer o airear la pila de compostaje (InfoAgro, 2005).

1.6.5.4. Control de la Temperatura.

Es recomendable, que cuando la temperatura alcance de los 55 °C a los 70 °C, se realice un volteo, este procedimiento disminuye ligeramente la temperatura, oxigena el material e inicia nuevamente el proceso, esto se debe realizar hasta cuando ya no se alcancen estos valores, y la temperatura se estabilice, siendo este un indicativo que el proceso se encuentra en la fase de maduración y por ende se está finalizando con el proceso de compostaje; la variación de la temperatura y su control están directamente relacionados con la estación del año, las condiciones del lugar y el clima, por lo que estos parámetros aceleraran o retardaran el proceso de compostaje, en función a si es un época fría o calurosa (Chávez, 2012).

1.6.6. Ciclo de Compostaje.

El ciclo o tiempo de compostaje se le denomina al periodo que ha transcurrido desde la conformación de un camellón o pila de compostaje hasta la producción de un compost estable. El ciclo de compostaje variara en función a las condiciones climatológicas, como el % de humedad relativa, temperatura, precipitaciones entre otras, además, de las características de los residuos a compostar, del manejo microbiológico y fisicoquímico, y características del producto final que se desea alcanzar (Sztern y Pravia, 2000).

1.6.6.1. Parámetros que considerar en el ciclo del compostaje.

- **Temperatura**

Si el volumen de los residuos es de gran tamaño y con los niveles de aireación y humedad adecuados, se podrá tener un aumento de la temperatura en unos pocos días, la diferencia de temperaturas va a depender del tipo de compostaje y de la temperatura ambiente, se puede llegar a alcanzar hasta los 70 °C, esto no se recomienda, ya que, al sobrepasar los 65 °C, pueden llegar a morir una gran cantidad de microorganismos benéficos y bacterias útiles en el proceso. Las variadas poblaciones microbianas se desarrollan en diferentes rangos de temperatura y son realmente pocas las que intervienen en todos estos rangos (Peña. et al., 2002).

- **pH**

El rango de pH que los microorganismos pueden tolerar por lo general es amplio, además existen grupos que se han adaptado a valores extremos, en función a lo antes mencionado, con pH cercanos al neutro (7.5 - 6.5) ligeramente alcalinos o ligeramente ácidos, se podría asegurar el desarrollo propicio de gran parte de los grupos de microorganismo que forman parte del proceso de compostaje, los valores de pH que son inferiores a 5.5 denominados ácidos, son aquellos que inhiben principalmente el crecimiento de gran parte de estos grupos, los valores superiores a 8, llamados alcalinos son agentes inhibidores del crecimiento, además, de que en estos rangos los nutrientes básicos de la materia prima comienzan a lixiviarse, por todo esto, cuando en las pilas de compostaje se den grandes variaciones del pH, el desarrollo de los microorganismos no será el adecuado (InfoAgro, 2005).

- **Humedad**

Para dar inicio al proceso de descomposición la humedad idónea recomendada debe estar entre el 60% y el 70%. La abundancia de humedad da paso a la reducción de nutrientes por lixiviación y también provoca que se dé una escasa aireación en el medio y esto a su vez genera malos olores, lo que es un indicativo que se ha iniciado un proceso de putrefacción, por lo tanto, el compostaje de los residuos se detendrá por la baja actividad microbiana.

En caso de no disponer de residuos húmedos para preparar la mezcla, se deberá humedecer la pila con residuos líquidos o los lixiviados acumulados de la misma (Casco y Moral, 2008). La actividad biológica general se reducirá si la humedad está en valores inferiores al 30%, lo que ocasiona que el proceso se vuelve demasiado lento (Haug, 1993).

- **Relación Carbono Nitrógeno**

Lo más recomendable es mezclar materiales de origen animal y vegetal, de esta forma se tiene un contenido aceptable en lo que respecta a todos los nutrientes básicos, para dar inicio a un proceso de compostaje. Se debe mantener una adecuada estabilidad entre los materiales que son ricos en carbono y nitrógeno, así una relación C/N ideal para el compostaje se encuentra en el rango de 25 a 35, el ritmo de humificación disminuye cuando se tiene una relación alta, mientras que las fermentaciones no requeridas son ocasionadas por un exceso de nitrógeno.

Para alcanzar una relación C/N correcta, la combinación de residuos, en lo que respecta al aporte de carbono, estos deben constar de abundante lignina (hojas muertas, pajas y restos de poda), celulosa y azúcares (restos de frutas, hierba verde y restos de vegetales), por su parte los purines, las leguminosas verdes, los restos de animales y el estiércol, serán los encargados de aportar con el nitrógeno, estos materiales en la medida que se pueda, deben ser mezclados de forma homogénea (Peña, et al., 2002).

1.6.7. Condición ideal del compost.

En cuanto al porcentaje final de nutrientes contenidos en el compost, se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones, la descomposición de ceras, grasas, lignina, celulosa, o sustancias húmicas es lenta, por el contrario, la cantidad de hemicelulosa, azúcares, proteínas se reduce rápidamente a una tercera parte o menos, por esta razón generalmente en el compostaje se da un incremento de los ácidos húmicos, además el nitrógeno que se encuentra contenido en el material original es mineralizado durante el proceso.

Entre las formas minerales del nitrógeno que predominan al inicio del compostaje está el amonio, mientras que hacia el final del compostaje se incrementa el contenido de nitratos. A los compuestos orgánicos se añaden nuevamente una cierta proporción de nitrógeno mineral ya sea como elementos húmicos o masa microbiana (Benzing, 2001).

Durante el proceso de compostaje el nitrógeno puede ser eliminado por cuatro vías, mismas que se describen a continuación: volatilización (amoníaco), esto se da cuando la temperatura comienza a aumentar; la desnitrificación (nitratos, nitritos y nitrógeno), en los procesos anaeróbicos; escurrimiento (amonio y nitrógeno orgánico); lixiviación (nitratos). Entre un 15 y 30% representan las pérdidas aproximadas del nitrógeno total, en casos aislados puede llegar a más del 50% (Benzing, 2001).

En lo que respecta al carbono, durante el proceso de descomposición de los residuos orgánicos, el 35% de los nutrientes es usado por los microorganismos en la síntesis de compuestos, para la formación de sus tejidos y otros compuestos orgánicos, mientras que cerca del 65% del carbono es emitido como CO₂ (Chávez, 2012). Los parámetros básicos mediante los cuales se puede establecer la condición de compost ideal se describen a continuación:

- El material debe ser algo disgregado, sin terrones y no muy compacto
- Si el material resultante tiene mal olor y está muy húmedo, es un indicativo que la fermentación es negativa por la excesiva humedad y la poca aireación, el compost deberá tener un color café oscuro o negro.
- Los malos olores son un indicativo que la descomposición aún está proceso, el olor debe ser similar al del suelo de bosque, humus o tierra
- La abundancia de acidez es una señal de que existe falta de oxígeno y un exceso de humedad. El resultado de la solución (pH) debe ser ligeramente ácida. Por ello el rango apropiado se ubica entre 6.0 y 7.4
- La proporción exacta de materia orgánica debe encontrarse entre el 25% y el 50% y la mezcla de los materiales al iniciar el proceso debe ser homogénea
- En condiciones de baja humedad no existe actividad biológica. La humedad debe estar dentro del rango del 15 y 30%.

- Diferentes tipos de material vegetal contienen cerca del 5% de potasio en toda su estructura, el contenido de potasio debe estar acorde al porcentaje registrado en el material inicial.
- En función a la proteína generada en el proceso de descomposición del material inicial, se encontrará el contenido de nitratos en el compost.
- Un compost idóneo para aportar con el crecimiento de los cultivos agrícolas deberá tener en su estructura micro elementos y trazas de manganeso (Chávez, 2012).

1.6.8. Usos del compost.

1.6.8.1. El compost como medio de trasplante.

La industria del trasplante, en la producción de hortalizas suele utilizar la turba como uno de los elementos más importantes para conformar los sustratos inertes que son usados para las plántulas, como tal la turba es un elemento caro y no renovable. Se ha demostrado que la germinación de las semillas y el desarrollo de los trasplantes fue idéntico al que se obtiene con sustratos clásicos, realizados en base a la combinación de turba y vermiculita, cuando la turba fue parcialmente remplazad por el compost, los efectos negativos en el desarrollo de la planta fueron registrados cuando el sustrato fue 100% compost, esto se produjo cuando se aplicó un compost inestable e inmaduro o con un contenido elevado de sales solubles (Ozores, 2010).

1.6.8.2. Uso de compost para mejorar el suelo.

Varios estudios han demostrado que se puede mejorar el suelo con la implementación del compost, aumentando los rendimientos en la producción de hortalizas. Los mejores rendimientos se dieron al combinar el compost con fertilizantes inorgánicos en comparación al uso de estos materiales de forma separada (Ozores, 2010).

1.6.8.3. Eliminación de enfermedades en el suelo.

La aplicación de compost puede eliminar enfermedades del suelo, a pesar de que su respuesta sea inconsistente, los resultados dependerán de la calidad del compost, del tipo de patógeno y de las condiciones del ambiente. Los microorganismos benéficos que colonización del compost en

las etapas mesofílicas del proceso de compostaje, suelen ser los responsables de la eliminación de enfermedades, es especial las que ocasionan la pudrición de la raíz y del cuello, en las planta; en comparación a la acción de los fungicidas químicos, el compost no suprime totalmente a los patógenos que producen las enfermedad, pero mantiene a los microorganismos benéficos activos y en desarrollo, de esta forma los patógenos no germinaran o permanecen inactivos (Ozores, 2010).

1.6.8.4. Control biológico de malezas.

El desarrollo de malezas es una característica del compost cuando se encuentra en una etapa inmadura, el cual se utiliza como mulch (compost utilizados a nivel del suelo). Un mulch orgánico elimina las malezas por su presencia física como cobertura superficial del suelo, debido a la acción de elementos fitotóxicos contenidos en el mismo, como los ácidos grasos volátiles y/o el amonio contenido en el compost en su etapa inmadura, ya que estos reducen la germinación de las semillas de las malezas. (Ozores, 2010).

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO EXPERIMENTAL.

2.1. Lugar de la Investigación.

Guaranda, Provincia de Bolívar, Invernadero del MAGAP, Instalaciones del Vivero Municipal

2.2. Hipótesis y especificación de las variables.

2.2.1. Hipótesis

Añadir sangre combinada con rumen o estiércol de ganado vacuno en distintas proporciones en una base de tierra con residuos vegetales, para un proceso de compostaje, incide en las características químicas del compost obtenido.

2.2.2. Variables.

- **Variable independiente:** Sangre, Rumen, Estiércol
- **Variable dependiente:** Compost (conformación de la pila)

2.3. Tipo y Diseño de Investigación.

En el presente estudio se realizó una investigación de tipo experimental, la cual es cuantitativa, ya que se efectuó una evaluación de los bioabonos obtenidos a partir de residuos animales, para determinar la eficiencia del mejor tratamiento. Para la evaluación de los tratamientos se realizó

una caracterización física química de los macronutrientes, estos se compararon con un Diseño Completamente al Azar (DCA), el cual se evaluó a partir de un análisis ANOVA, y la prueba de TUKEY para la separación de medias, mediante el software InfoStat.

2.4. Unidad de Análisis.

En el factor de estudio se tuvo dos tratamientos, los mismos que estaban compuestos por 2 residuos animales, el primero fue, una mezcla de sangre con rumen y el segundo de sangre con estiércol, en una base de tierra negra y material vegetal, los mismos se combinaron en 3 concentraciones diferentes, como se detalla en la tabla 1-2.

Tabla 1-2. Número de réplicas de cada tratamiento

TRATAMIENTO	CODIFICACIÓN	NÚMERO DE RÉPLICAS
25% Sangre - 75% Estiércol	E1	3
50% Sangre - 50% Estiércol	E2	3
75% Sangre - 25% Estiércol	E3	3
25% Sangre - 75% Rumen	R1	3
50% Sangre - 50% Rumen	R2	3
75% Sangre - 25% Rumen	R3	3
Testigo	P0	1

Elaborado por: Arregui y Márquez, (2017)

Se realizaron dos evaluaciones, la primera a los 3 meses y la segunda a los 6 meses, de cada pila de compostaje se analizaron los siguientes parámetros:

- Temperatura
- Humedad
- pH

- Nitrógeno
- Relación C/N
- Fósforo
- Potasio
- Materia orgánica

2.5. Población de Estudio.

La población de estudio representó 3 repeticiones de cada tratamiento aplicado, más el testigo, se obtuvo en total 19 unidades experimentales.

2.6. Tamaño de Muestra.

Durante el proceso se trabajó con todas las unidades experimentales, donde se evaluó la temperatura, pH y la humedad. Para la valoración del N, P, K, relación Carbono – Nitrógeno, materia orgánica, se realizó una muestra compuesta con las 3 réplicas de cada tratamiento.

2.7. Procedimientos realizados en el estudio.

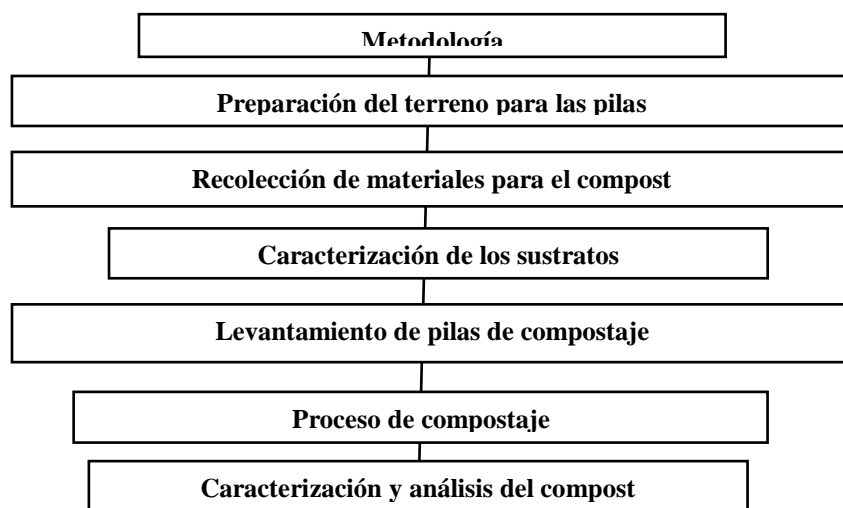


Gráfico 1-2. Metodología de la investigación.

Elaborado por: Arregui y Márquez, (2017)

2.7.1. Preparación del terreno para las pilas.

2.7.1.1. Limpieza y retiro de basura del terreno

Para la preparación del terreno se removió toda la maleza y la basura existente dentro del invernadero (Anexo A), para lo cual se necesitó de un rastrillo, machete y como equipo de protección guantes y mascarillas. Debido a que el suelo se encontraba nivelado se procedió directamente a la medición y el trazado para las pilas del compost (Fotografía 1-2).



Fotografía 1-2. Limpieza del terreno

Elaborado por: Arregui y Márquez, (2017)

2.7.1.2. Medición y Trazado de dimensiones de las pilas de compostaje

En la (Tabla 2-2) se describen las características del área de implantación, en la cual se instalaron las pilas de compostaje (Anexo B).

Tabla 2-2. Características del área experimental

Ensayo Total		Área Total		Área Neta	
Tratamientos:	2 + testigo	Largo:	18m	Largo:	13.60m
Concentraciones:	3	Ancho:	6m		
Repeticiones:	3	Área:	108m ²	Ancho:	4m
Área total del ensayo: 108 m ² Área neta del ensayo: 54.5 m ²		Espacios entre repeticiones	0.40 m	Área neta: 54.4m ²	
		Espacios entre tratamientos	2 m		

Elaborado por: Arregui y Márquez, (2017)

2.7.1.3. Recolección de materiales para el compost

Se recolectaron un total de 1404 kg de residuos animales del Camal Municipal, 204 kg correspondieron a Material vegetal obtenido de viveros y mercados locales, y 1710 kg de tierra negra (Tabla 3-2) (Anexo C)

Tabla 3-2. Cantidad de materia prima

MATERIA PRIMA	SÍMBOLO	TOTAL (KG)
Contenido ruminal	CR	468
Sangre de bovino	S	468
Estiércol	E	468
Materia vegetal	MV	204
Tierra	T	1710
Total		3318

Elaborado por: Arregui y Márquez, (2017)

2.7.1.4. Caracterización de los sustratos

Se tomó una primera muestra de cada sustrato, (1kg de sangre, 1kg de rumen y 1kg de estiércol), para la caracterización de los nutrientes, con el propósito de conocer el aporte nutricional al abono. Además de evaluar los parámetros fisicoquímicos de acuerdo con la normativa (Tabla 4-2) y metodología que consta en el Anexo D.

Tabla 4-2. Parámetros fisicoquímicos evaluados, con su respectiva normativa y metodología, laboratorio de suelos ESPOCH

Parámetro	Normativa	Metodología
Temperatura	MOSA 25-3	Termómetro (calibrado).
Humedad	AOAC 3.003	Estufa
pH	MOSA 60-3	pHmetro (calibrado).
Nitrógeno	AOAC-978.04	Kjeldahl
Fósforo	AOAC-931.01	Colorimetría
Potasio	AOAC-975.03	Absorción Atómica
Materia Orgánica	AOAC-975.03	Proceso de Ignición

Elaborado por: Arregui y Márquez, (2017)

2.7.1.5. Levantamiento de las pilas de compostaje

En la tabla 5-2, se describe el aporte nutricional de cada material a utilizarse, realizando un cálculo aproximado por kilogramo de muestra, para el inicio del proceso de compostaje.

Tabla 5-2. Aporte de macronutrientes al compost

	Relación C/N	N	P	K
Sangre bovina	8.3	1.52	0.21	0.03
Estiércol	15.3	2.2	2	1.3
Contenido Ruminal	15.9	2.4	3.4	0.67
*Material Vegetal	35	2.1	0.9	1.5
**Tierra negra	20	0.9	0.20	0.65

Elaborado por: Arregui y Márquez, (2017)

* **Fuente** Bongcam, (2003)

** **Fuente** Guerra, (2009)

Las concentraciones administradas a cada tratamiento se realizaron en forma de porcentajes, representando el 100% los 150 kg que conformaron cada pila. El 65% constituye la base de la pila, que representa 8 kg de materia vegetal y 90 kg de tierra negra y el 35% restante se distribuyó en cada concentración para la mezcla de los residuos del camal, lo cual constituyó 52 kg de residuo animal, distribuidas de la siguiente manera (Tabla 5-2) (Anexo E).

Tabla 6-2. Descripción de los tratamientos

Concentración		Sangre bovina	Estiércol	Contenido ruminal	Material vegetal	Tierra negra	Total
1° Tratamiento	25-75 %	13kg	39kg		8kg	90kg	150kg
	50-50%	26kg	26kg		8kg	90kg	150kg
	75-25%	39kg	13kg		8kg	90kg	150kg
2° Tratamiento	25-75 %	13kg		39kg	8kg	90kg	150kg
	50-50%	26kg		26kg	8kg	90kg	150kg
	75-25%	39kg		13kg	8kg	90kg	150kg
Testigo					60kg	90kg	150kg

Elaborado por: Arregui y Márquez, (2017)

La distribución de las pilas se realizó de la siguiente manera: (Gráfico 2-2). Se colocó una primera capa de tierra negra con una altura de 10 cm, una segunda capa de material vegetal de 5cm, una tercera capa de rumen o estiércol de 10 cm, una cuarta capa de sangre de 5cm y una última capa de tierra negra de 5cm.

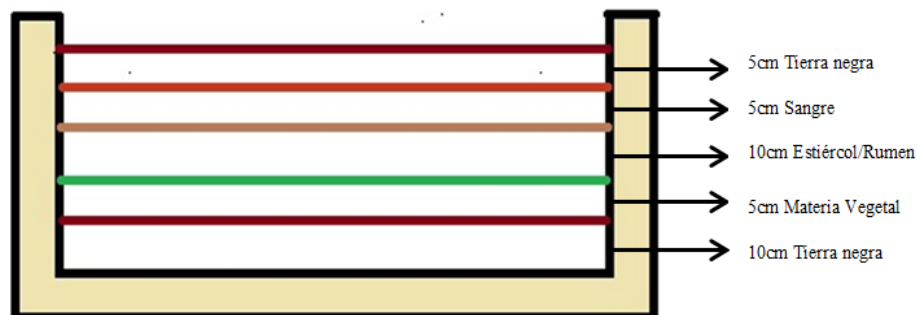


Gráfico 2-2. Distribución de las pilas de compostaje

Elaborado por: Arregui y Márquez, (2017)

2.7.1.6. *Proceso del compostaje*

2.7.1.6.1. Variables por evaluarse

- **Humedad.** Se procedió a determinar la humedad una vez conformadas las pilas, verificando que se encuentre entre el 30% y el 70%, para esto se realizó la “técnica del puño”, la cual consta en sacar un puñado de material de la pila y abrir la mano, el material debe quedar compacto, pero sin escurrir agua, si esto sucede se debe voltear, si el material queda suelto en la mano, entonces se debe regar o humedecer (Pilar, 2013).
- **Temperatura.** La temperatura fue tomada 3 veces por semana, este dato es necesario para determinar la evolución de la actividad microbiana. Para esta actividad se utilizó un termómetro de 100°C.
- **pH.** La medición de esta variable se realizó con un pHmetro, las muestras que fueron llevadas al laboratorio, para esto se efectuó un macerado con 20g de muestra de cada unidad experimental en agua, donde se sumergió el pHmetro, obteniéndose los valores para cada pila experimental.
- **Aireación.** Esta labor se la realizó por primera vez a los 3 días después de la implantación, con la finalidad de homogenizar, airear y controlar el porcentaje de humedad. Luego se realizó el volteo diario con los mismos objetivos. (Anexo F). Los tratamientos que se implantaron coincidieron con la estación de verano, lo cual ayudó a acelerar el proceso de compostaje, facilitando la homogenización de los sustratos, además, las temperaturas de cada cama fueron más altas y la maduración se pudo obtener mucho más rápido, debido a que las pilas se instalaron dentro de un invernadero.

En los 3 primeros meses se realizaron volteos diarios hasta la segunda valoración con los respectivos análisis, luego de estos se precedió con 2 volteos semanales ya que a simple vista el abono estuvo suelto y homogéneo.

2.7.1.6.2. Caracterización y análisis del compost

Para los análisis complementarios, se procedió a tomar muestras de 1kg en fundas ziploc de cada uno de los tratamientos, los cuales se realizaron en el laboratorio de suelos de la ESPOCH (Tabla 7-2) (Anexo G).

Tabla 7-2. Análisis de macronutrientes

N°	TRATAMIENTO	PH	%M. O	N	P	K	RELACION C:N
1	E1R1						
2	E1R2						
3	E1R3						
1	E2R1						
2	E2R2						
3	E2R2						
1	E3R1						
2	E3R2						
3	E3R3						
1	R1R1						
2	R1R2						
3	R1R3						
1	R2R1						
2	R2R2						
3	R2R3						
1	R3R1						
2	R3R2						
3	R3R3						
1	P0						

Elaborado por: Arregui y Márquez, (2017)

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Análisis físicoquímicos de los sustratos a implementar.

Los abonos orgánicos son preparados mediante una mezcla de residuos vegetales, residuos animales, los cuales entran en procesos de descomposición, para aportar nutrientes que ayudan a la fertilidad y mejorar la estructura del suelo, tanto en absorción como en humedad (Pardo, 2009). Como prioridad en el abono, existe la utilización de microorganismos endémicos que son aceleradores de origen biológico, los cuales facilitan la degradación de compuestos lignocelulósicos y mejoran el desarrollo de las plantas (Guerra, 2009).

Tabla 1-3. Análisis de los Sustratos por implementarse

IDENTIFICACION	PH	%M.O	%			HUMEDAD	RELACION C:N
			N	P	K		
ESTIERCOL	8.82	11.2	2.2	2	1.3	84.3	15.3
RUMEN	9.39	16.1	2.4	3.4	0.67	88.6	15.9
SANGRE	7.1		1.52	0.21	0.03		8.5
*MATERIAL VEGETAL			2.1	0.9	1.5		35
**TIERRA NEGRA			0.9	0.20	0.65		20

Fuente: Laboratorio de Suelos

* Fuente: Bongcam, (2003)

** Fuente: Guerra, (2009)

Los análisis físico químicos indicaron que los residuos utilizados en el proceso de compostaje presentaron una concentración inicial de: el sustrato estiércol presento valores de N 2.2%, P 2.0%, K 1.3% y una relación C/N de 15.3; en cuanto al rumen los porcentajes fueron de, N 2.4%, P 3.4%, K 0.67% y una relación C/N de 15.9; para la sangre las concentraciones fueron de N 1.52%, P 0.21% y K 0.03%, relacionando a los resultados presentes en la investigación con lo que manifiesta Andrade (2016), donde también se utilizó desechos orgánicos animales para la obtención de compost; la relación C/N estaría comprendida entre (6.83 – 17.82), la

concentración de N variaría entre (1.54% – 2.92%), P (1.1% – 1.3%), K (0.15% – 0.60%), sin embargo, los resultados obtenidos de los sustratos permitieron tener una adecuada concentración de compuestos orgánicos, por lo que después del proceso de compostaje, podría disminuir la relación C/N, debido al proceso de mineralización que ocurre a nivel de los diferentes sustratos y por la concentración de proteínas, para un proceso de compostaje utilizando residuos animales. Los abonos frescos o fríos son considerados los más estables en función a la flora microbiana. Si los productos que se compostan poseen una relación C/N baja (<18), el compostaje se lleva a cabo con mayor rapidez (Golueke y col., 1987; Zhu, 2006).

3.2. Análisis de la temperatura, humedad y pH durante el proceso de compostaje.

3.2.1. Temperatura

La Temperatura del suelo condiciona los procesos microbianos que tienen lugar en el suelo; influyendo en la absorción de todos los nutrientes, que es menor en suelos fríos. Si el clima es frío, el proceso de compostaje conlleva mucho más tiempo debido a las bajas temperaturas, porque se inhibe el desarrollo microbiano, ya que estos son de gran importancia debido a que interviene en los procesos bióticos y químicos (Dorrnsoro, 2005).

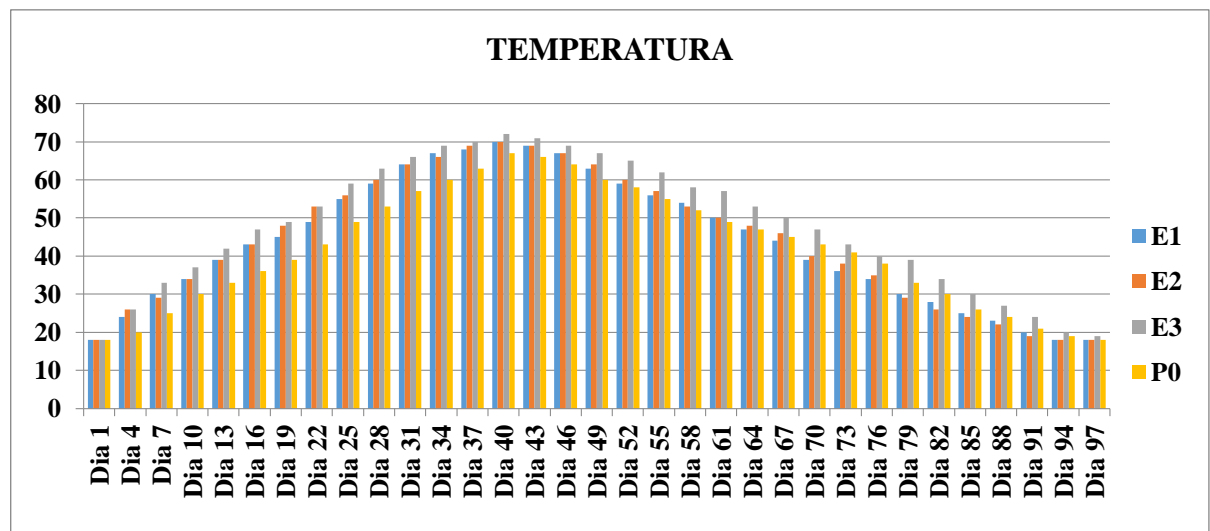


Gráfico 1-3. Comportamiento de la temperatura del tratamiento E con sus distintas concentraciones y la temperatura del testigo durante el proceso.

Elaborado por: Arregui y Márquez, (2017)

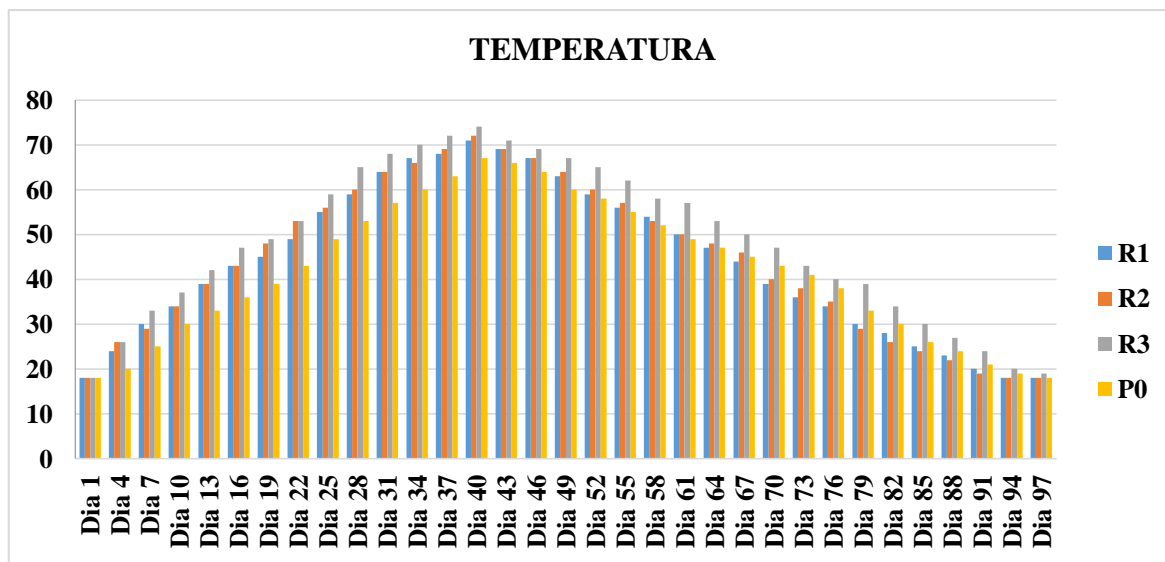


Gráfico 2-3. Comportamiento de la temperatura del tratamiento R con sus distintas concentraciones y la temperatura del testigo durante el proceso.

Elaborado por: Arregui y Márquez, (2017)

En el gráfico 1-3 y gráfico 2-3, se evalúa el comportamiento durante el proceso de compostaje, donde E3, presenta el mayor incremento de temperatura en la etapa termófila, sobrepasando los 70°C, debido a las temperaturas elevadas y a la concentración de CO₂ dentro del material en proceso de compostaje; sin embargo una temperatura elevada contribuye con la reducción de la carga microbiana patógena, debido que muchos de ellos mueren a temperaturas mayores a los 45°C.

La temperatura de las pilas muestra que los valores máximos se presentan a partir del día 34, encontrándose por encima de los 65°C, observándose que en los tratamientos R1, R2, y R3, la temperatura varía en torno a los 72°C, lo cual contrasta con el testigo P0, donde se obtuvieron valores cercanos a los 67°C. El incremento de la temperatura es un indicativo de la actividad termófila de los microorganismos, lo cual incide en una mayor degradación producto del incremento de la velocidad de descomposición de la materia orgánica, contribuyendo además con una reducción de la carga patógena.

3.2.2. Humedad

La humedad adecuada para el proceso de compostaje se encuentra entre 35 % a 45%, este valor depende del estado físico del compost y el tamaño de la partícula que este posea, así también la metodología o el proceso que se emplee para el compostaje. La humedad se define como el contenido de agua que hay en el compost con respecto a toda la materia que hay en el interior, es mucho más habitual expresarla en porcentaje, ya que indicará cuál es la proporción de agua respecto a toda la masa de compost (InfoAgro, 2005).

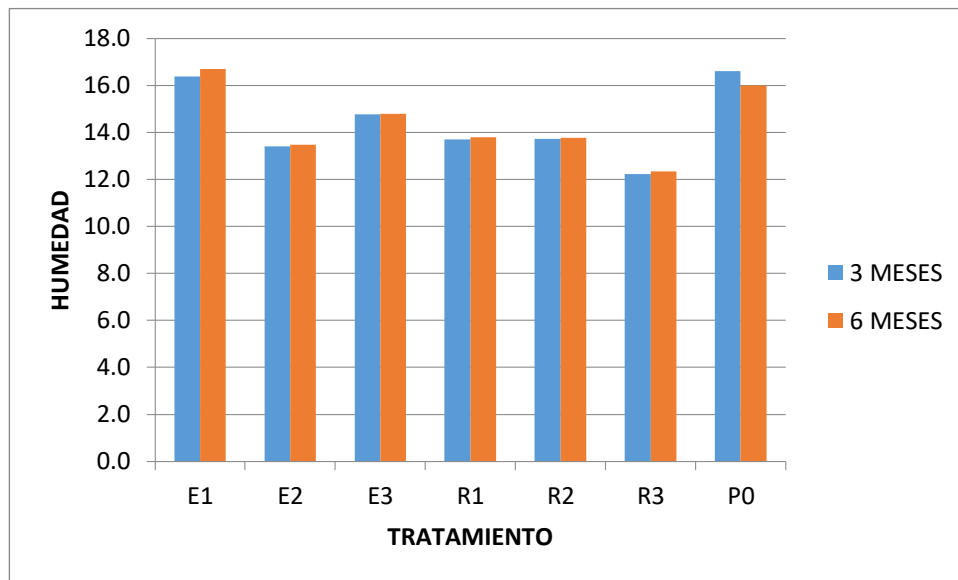


Gráfico 3-3. Porcentaje de humedad en el testigo y en los diferentes tratamientos en los análisis a los 3 y 6 meses.

Elaborado por: Arregui y Márquez, (2017)

El porcentaje de humedad que se puede apreciar en el gráfico 3-3 a los 3 meses, exhiben valores entre los 15 y 16 % de humedad, el tratamiento E1 con un porcentaje de 16,8 % presenta el mayor registro, mientras que el testigo con un 16.6 %, por el contrario, R3 con un valor de 11,7 y 11,9 % muestra el menor valor. Según Jaramillo y Zapata, (2008) en el compostaje es importante evitar la humedad elevada, debido a que el agua satura los espacios porosos del compost, pudiendo generar un proceso anaerobio; por otro lado, si la humedad es muy baja disminuye la actividad de los microorganismos, debido a que el agua es su principal medio de crecimiento de estos.

3.2.3. pH

Según Jaramillo y Zapata, (2008) el compostaje permite un amplio intervalo de pH (3.0 – 7.0), sin embargo los valores óptimos están entre 5.5 y 7.0, porque las bacterias normalmente se desarrollan en un medio neutro, mientras que los hongos se desarrollan mejor en un medio ligeramente ácido. El valor del pH decrece ligeramente durante la etapa de enfriamiento, pudiendo llegar a un valor entre 6 y 7 cuando se trata de un compost maduro.

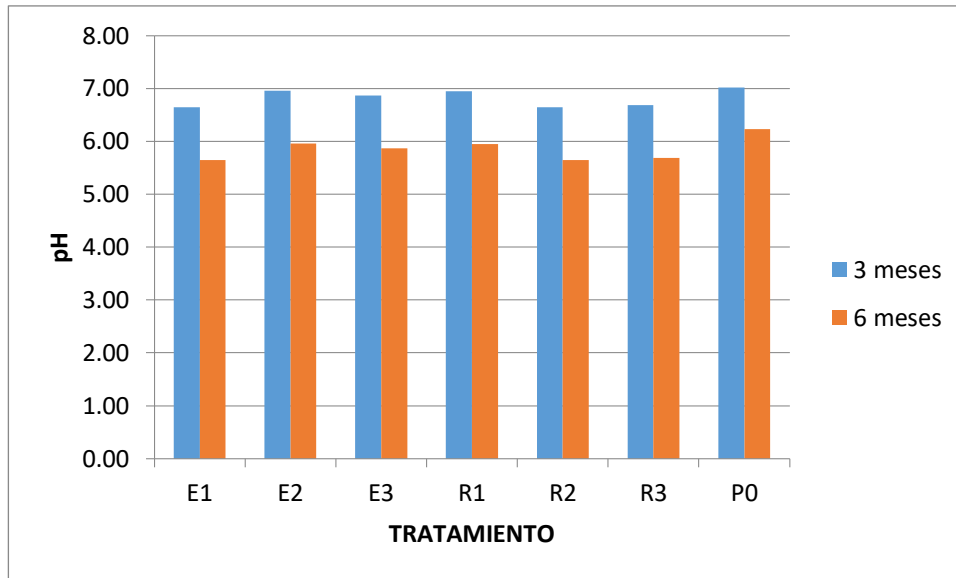


Gráfico 4-3. pH en los diferentes tratamientos y en el testigo a los 3 y 6 meses.

Elaborado por: Arregui y Márquez, (2017)

En el gráfico 4-3, se muestra que a los 3 meses el intervalo del pH está comprendido entre 7,0 y 5,64, debido a que existe una presencia significativa de los procesos de degradación y generación de ácidos húmicos, lo que disminuyen ligeramente el pH, en los tratamientos E2 y P0 exhiben valores de pH 6,92 y 7,02 respectivamente y el tratamiento R2 con un valor de 6,64 el cual representa el pH más bajo, mientras que a los 6 meses, el pH tienden a estabilizarse obteniéndose valores entre 6,23 de P0 siendo el pH más alto y R2 con el pH más bajo de 5,64, debido a que existe una mayor concentración de los ácidos orgánicos, lo cual disminuye el pH al finalizar el proceso.

El pH define la supervivencia de los microorganismos y cada grupo tiene pH óptimos de crecimiento y multiplicación (Haug, 1993). Existen intervalos de pH donde se produce una mayor actividad bacteriana, en el que el rango ideal estaría en torno a 5,8 a 7,2. En la fase termófila, el pH sube debido a la conversión del amonio en amoníaco; mientras que en la fase mesofílica, el

pH disminuye debido al incremento de la concentración de ácidos orgánicos, con lo que se estaría regulando el pH , estabilizándose en valores cercanos a la neutralidad, actuando como un amortiguador o tampón de la materia orgánica. (Román, 2013)

3.3. Análisis de los parámetros químicos del compost a los 3 meses y 6 meses

3.3.1. Relación C/N

La relación C/N nos indica cuan aprovechable es un abono, ya que los microorganismos utilizan generalmente 30 partes de C por cada una de N; por esta razón se considera que el intervalo de C/N teóricamente óptimo para el compostaje de un producto es de 25-35. (Jhorar y Phogat, 1991).

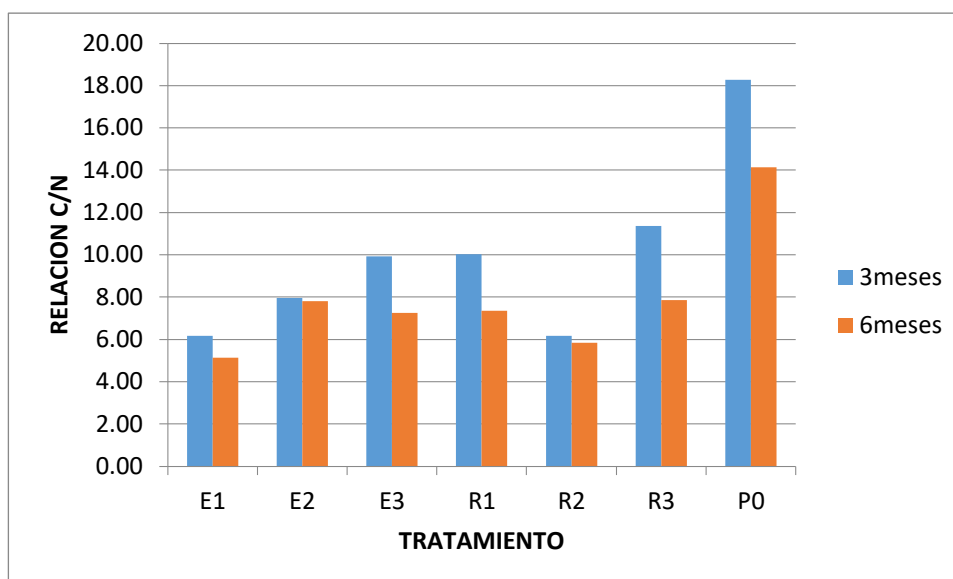


Gráfico 5-3. Relación C/N en el testigo y en los diferentes tratamientos a los 3 y 6 meses.

Elaborado por: Arregui y Márquez, (2017)

En los análisis a los 3 meses (Gráfico 5-3), se observa que en la relación de C/N, los tratamientos R3 y P0 tienen los valores más altos y que se encuentran entre los 11.37 y 18.27 respectivamente, según Golueke (1987) y Zhu, (2006), la relación C/N óptimo para un compost totalmente maduro es cercana a 10, similar a la del humus; mientras que el tratamiento R2 presenta el valor en torno a 6,17.

Una vez transcurridos los 6 meses, el P0 presenta un valor de 14.13, por el contrario el tratamiento E1 presenta un valor de 4,13, por lo que dicho tratamiento es el que registra la más baja relación, esto es un indicativo de la transformación total de las proteínas y de los residuos orgánicos animales. Los tratamientos restantes presentan valores entre los 8,87 y 5,83. De acuerdo a Moreno (2007), cuando existe una disminución del contenido de carbono orgánico, la cantidad de nitrógeno se puede mantener estable; mientras que cuando la relación C/N es menor a 15, existe una mineralización de nitrógeno en la mezcla, lo cual hace que se incremente la concentración de nitrógeno debido a la utilización de vísceras y sangre. (Moreno Casco, 2007).

3.3.2. Nitrógeno

La presencia de nitrógeno en el suelo es vital para el desarrollo de las plantas, el nitrógeno favorece en la formación de los aminoácidos, proteínas y las estructuras químicas, incidiendo sobre la morfología, en caso de haber ausencia de este elemento (Díaz, 2004).

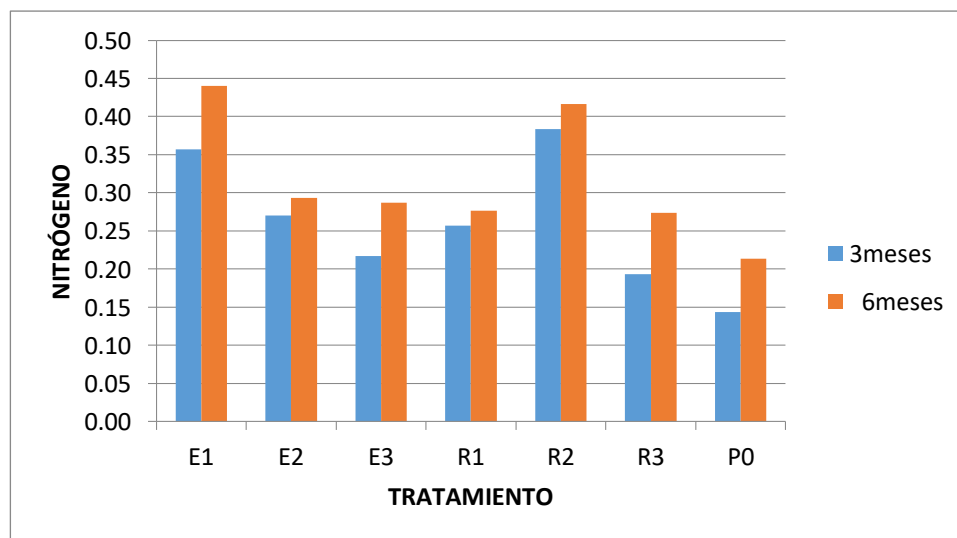


Gráfico 6-3. Porcentaje de nitrógeno en el testigo y en los diferentes tratamientos a los 3 y 6 meses.

Elaborado por: Arregui y Márquez, (2017)

De acuerdo a los resultados obtenidos, se estima que el porcentaje a los 3 meses, tal como se observa en el Gráfico 6-3, se encuentra entre 0,38 y 0,14%. El tratamiento R2 con mayor porcentaje (0,38 %), mientras que en el P0 se obtuvo el menor porcentaje (0,14 %), a los 6

meses se observan que los porcentajes se encuentran entre los 0,42 y 0,20 %. E1 con un valor de 0.44 % presenta el mayor contenido, mientras que P0 0,21%.

El contenido de nitrógeno aumenta en el compost, cuando se ha aportado materias primas con alto grado de proteína, como los residuos animales (residuos de sangre, vísceras), el nitrógeno orgánico está a disposición para que los microorganismos generen aminoácidos, enzimas y proteínas, lo cual contribuye con la degradación o fijación del nitrógeno orgánico en los organismos, además de generar un equilibrio de este elemento dentro del compost. (Benzing, 2001)

3.3.3. Fósforo

El porcentaje de fósforo que se encuentra en la materia orgánica procedente de animales, por tal razón, la concentración del mismo se debió al tipo de material empleado durante la conformación de las biopilas. Al ser el fósforo un macroelemento esencial, intervienen en diferentes procesos entre estos tenemos la fotosíntesis, la transferencia de energía, síntesis y la degradación de carbohidratos (SMART, 2013).

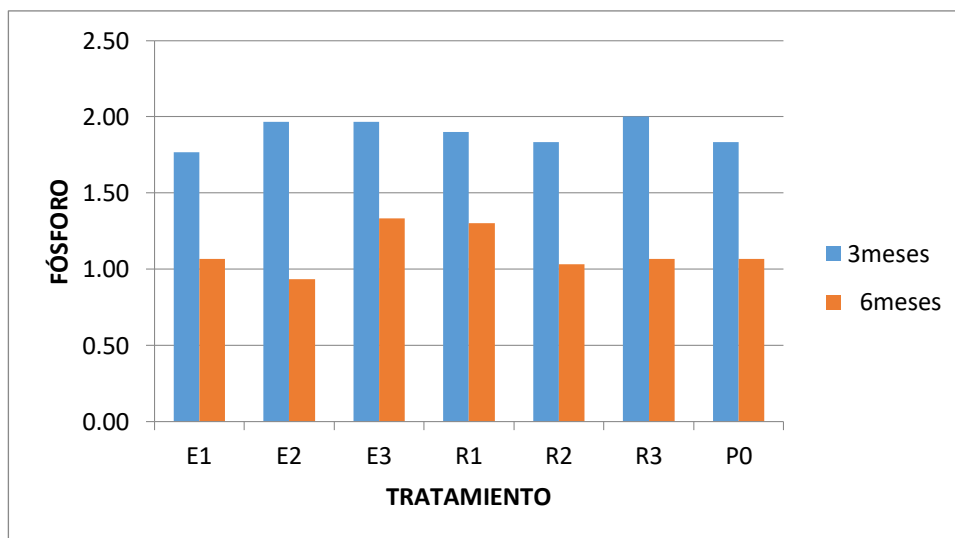


Gráfico 7-3. Porcentaje de fósforo en el testigo y en los diferentes tratamientos a los 3 y 6 meses.

Elaborado por: Arregui y Márquez, (2017)

De acuerdo a los resultados obtenidos, el fósforo a los 3 meses presentó una concentración del 2,0 % en el tratamiento R3; por el contrario, el tratamiento E1 se observó una concentración del 1.77 %, siendo este el más bajo de todos los tratamientos. Transcurridos los 6 meses de la

experimentación, los tratamientos presentaron valores entre 1,30 y 1.03 %; sin embargo, el tratamiento E3 presentó una concentración de 1,33 %, lo que representa al valor más alto observado, mientras que en el tratamiento E2, la concentración final fue de 0,93 %, siendo este el más bajo registrado.

La deficiencia del fósforo se debe principalmente al desajuste del pH (por encima de 7 y por debajo de 5.5), lo cual genera una solubilización y posterior lixiviación, generando una pérdida representativa de fósforo (Meléndez y Soto, 2003). En su texto, Singh, (1990) menciona que el fósforo, siendo el nutriente más importante después del carbono y el nitrógeno, debe estar presente en mínimas cantidades para que el compostaje se lleve a cabo correctamente, debido a que es vital para el desarrollo de estructuras celulares durante el desarrollo microbiano. Véase Gráfico 7-3.

3.3.4. Potasio

El Potasio juega un papel vital en la síntesis de carbohidratos y de proteínas, y por ende en la estructura del abono. El potasio mejora el régimen hídrico de la planta y aumenta su tolerancia a la sequía, heladas y salinidad, las plantas bien provistas con potasio sufren menos de enfermedades (InfoAgro, 2005)

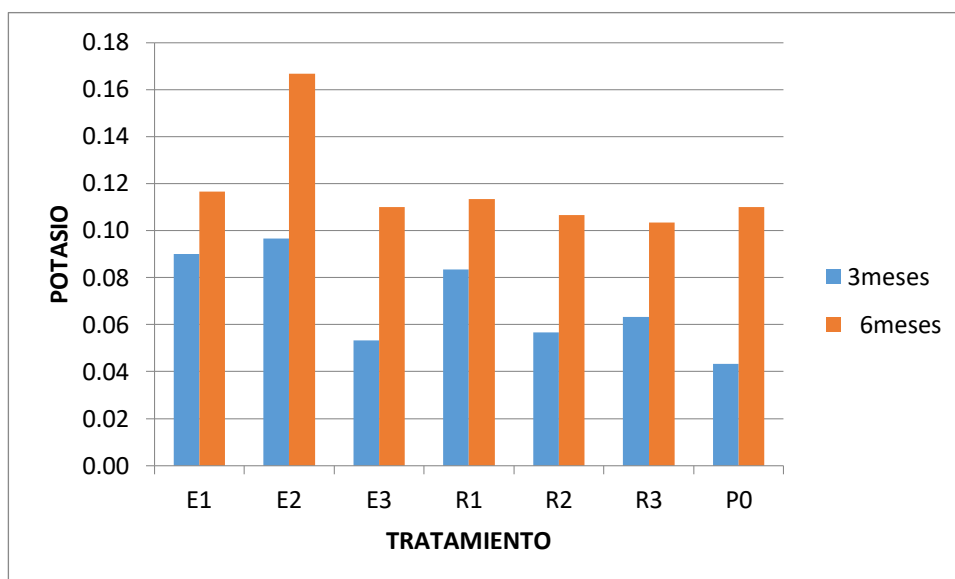


Gráfico 8-3. Porcentaje de potasio en el testigo y en los diferentes tratamientos a los 3 y 6 meses.

Elaborado por: Arregui y Márquez, (2017)

En el Gráfico 8-3, a los 3 meses del proceso, se registraron que fluctúan entre los 0,05 y 0,09 %. El E2 con un 0,10 % dio lugar al valor más alto y P0 con un 0,04 %, como el valor más bajo. Mostrando los porcentajes de los tratamientos a los 6 meses, se aprecia que E2 con un 0,17 % presenta el registro más alto. Por el contrario, E3 con un 0,10 % muestra el valor más bajo. El resto de los tratamientos presentan porcentajes entre los 0,12 y 0,11 %. Según Riera, (2016), manifiesta que existe un incremento del potasio debido a los materiales utilizados (restos vegetales y residuos animales), la actividad de la microflora mesófila por medio del proceso de lisis bacteriana destruye las estructuras minerales que contienen potasio, dando lugar a la solubilidad del potasio, estimuladas por las aireaciones durante el proceso de compostaje.

3.3.5. Materia Orgánica.

El conocimiento del contenido de los compost en materia orgánica es fundamental, pues se considera como el principal factor para determinar su calidad agronómica (Kiel, 1985). De acuerdo a la caracterización realizada véase el Gráfico 9-3.

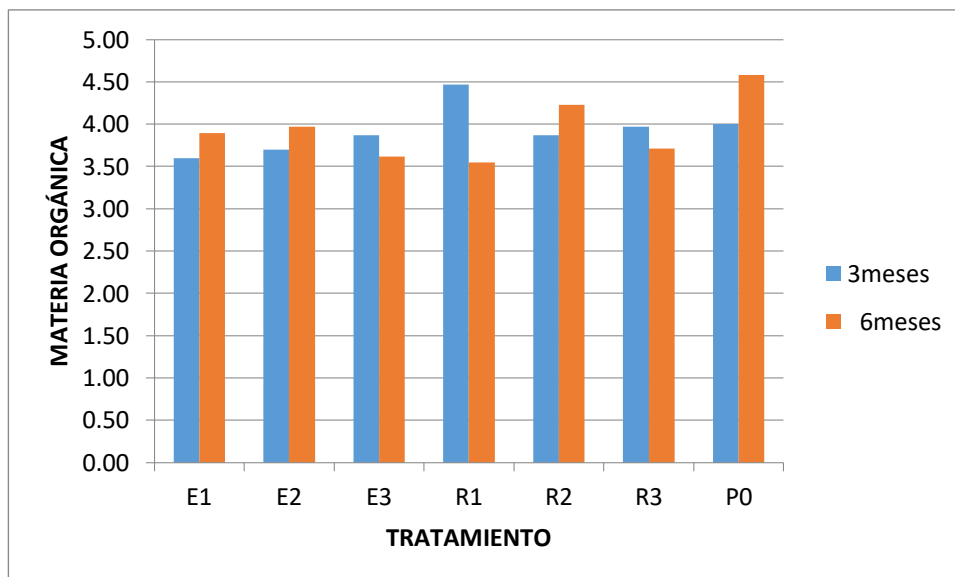


Gráfico 9-3. Porcentaje de materia orgánica en el testigo y en los diferentes tratamientos a los 3 y 6 meses.

Elaborado por: Arregui y Márquez, (2017)

En el gráfico 9-3, a los 3 meses se aprecia el porcentaje de R1 con el valor más alto (4,47 %), mientras que E1 presentó el valor más bajo (3,60%). Los restantes tratamientos muestran porcentajes comprendidos entre los 4,00 y 3,70 %, mientras que a los 6 meses existen valores entre 3.55% y 4.58%, el aumento de los valores se debió a la mezcla de altos contenidos de materia orgánica que incluía restos de estiércol, rumen y sangre. Durante el compostaje según Zucconi, (1987), la materia orgánica tiende a descender debido a su mineralización y a la consiguiente pérdida de carbono en forma de anhídrido carbónico; por lo tanto, se considera a los tratamientos E3, R3 y R1 como los mejores valores, debido a la degradación para un compost óptimo de materia orgánica.

3.4. Análisis estadístico

3.4.1. Análisis de varianza de los parámetros químicos a los 3 y 6 meses

3.4.1.1. Análisis de varianza de la Relación C/N

- Análisis de la Relación C/N a los 3 meses

Al realizar el análisis de varianza para la relación C/N a los 3 meses de la homogenización del compostaje no muestra diferencias significativas para repetición, pero si es altamente significativo para tratamiento (Tabla 2-3).

Tabla 2-3. Cuadro de análisis de varianza de la relación C/N a los 3 meses

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
TRATAMIENTO	167.72	6	27.95	1592.32	<0.0001
REPETICION	4.4E-03	2	2.2E-03	0.13	0.8825
Error	0.18	10	0.02		
Total	167.90	18			

Elaborado por: Arregui y Márquez, (2017)

Coefficiente de Variación: 1.45

Si p-valor >0.05 y >0.01 **no es significativo**

Si p-valor <0.05 y >0,01 **es significativo**

Si p-valor <0.05 y <0,01 **es altamente significativo**

En la prueba de Tukey, encontramos cinco grupos de medias, el tratamiento P0 con una media de 18.70 de un grupo (A) obteniendo la mayor relación de C/N, en cambio E1 con una media 6,17 perteneciente al grupo C (Tabla 3-3).

Tabla 3-3. Prueba de Tukey al 5% de la relación C/N a los 3 meses

TRATAMIENTO	MEDIAS	GRUPOS
P0	18.70	A
R3	11.37	B
R1	10.03	C
E3	9.93	C
E2	7.97	D
R2	6.17	E
E1	6.17	E

Elaborado por: Arregui y Márquez, (2017)

- Análisis de la Relación C/N a los 3 meses

Al realizar el análisis de varianza para la relación C/N a los 6 meses de la homogenización del compostaje no muestra diferencias significativas para repetición, pero si es altamente significativo para tratamiento (Tabla 4-3).

Tabla 4-3. Cuadro de análisis de varianza de la relación C/N a los 6 meses

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
TRATAMIENTO	67.11	6	11.19	16.12	0.0001
REPETICION	1.33	2	0.67	0.96	0.4150
Error	6.94	10	0.69		
Total	75.39	18			

Elaborado por: Arregui y Márquez, (2017)

Coefficiente de Variación: 11.49

Si p-valor >0.05 y >0.01 **no es significativo**

Si p-valor <0.05 y >0,01 **es significativo**

Si p-valor <0.05 y <0,01 **es altamente significativo**

En la prueba de Tukey, encontramos dos grupos de medias, el tratamiento P0 con una media de 14.00 de un grupo (A) obteniendo la mayor relación de C/N (Tabla 5-3).

Tabla 5-3. Prueba de Tukey al 5% de la relación C/N a los 6 meses

TRATAMIENTO	MEDIAS	GRUPOS
P0	14.00	A
R3	7.87	B
E2	7.80	B
R1	7.37	B
E3	7.27	B
R2	5.83	B
E1	5.13	B

Elaborado por: Arregui y Márquez, (2017)

3.4.1.2. Análisis de varianza del Nitrógeno

- Análisis del Nitrógeno a los 3 meses

Al realizar el análisis de varianza para nitrógeno a los 3 meses de la homogenización del compostaje no muestra diferencias significativas para repetición, pero si es altamente significativo para tratamiento (Tabla 6-3).

Tabla 6-3. Cuadro de análisis de varianza de Nitrógeno a los 3 meses

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
TRATAMIENTO	0.11	6	0.02	699.91	<0.0001
REPETICION	7.8E-05	2	3.9E-05	1.52	0.2649
Error	2.6E-04	10	2.6E-05		
Total	0.11	18			

Elaborado por: Arregui y Márquez, (2017)

Coefficiente de Variación: 1.86

Si p-valor >0.05 y >0.01 **no es significativo**

Si p-valor <0.05 y >0,01 **es significativo**

Si p-valor <0.05 y <0,01 **es altamente significativo**

En la prueba de Tukey, encontramos seis grupos de medias, el tratamiento R2 con una media de 0.38% de un grupo (A) obteniendo el mayor porcentaje, en cambio P0 con una media de 0.13% de un grupo (F) (Tabla 7-3).

Tabla 7-3. Prueba de Tukey al 5% de Nitrógeno a los 3 meses

TRATAMIENTO	MEDIAS	GRUPOS
R2	0.38	A
E1	0.36	B
E2	0.27	C
R1	0.26	C
E3	0.22	D
R3	0.19	E
P0	0.13	F

Elaborado por: Arregui y Márquez, (2017)

- Análisis de la Nitrógeno a los 6 meses

Al realizar el análisis de varianza para nitrógeno a los 6 meses de la homogenización del compostaje no muestra diferencias significativas para repetición, pero si es altamente significativo para tratamiento (8-3)

Tabla 8-3. Cuadro de análisis de varianza de Nitrógeno a los 6 meses

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
TRATAMIENTO	0.10	6	0.02	37.93	<0.0001
REPETICION	1.1E-05	2	5.6E-06	0.01	0.9878
Error	4.5E-03	10	4.5E-04		
Total	0.11	18			

Elaborado por: Arregui y Márquez, (2017)

Coefficiente de Variación: 6.56

Si p-valor >0.05 y >0.01 **no es significativo**

Si p-valor <0.05 y >0,01 **es significativo**

Si p-valor <0.05 y <0,01 **es altamente significativo**

En la prueba de Tukey, encontramos tres grupos de medias, el tratamiento E1 con una media de 0.44% de un grupo (A) obteniendo el mayor porcentaje y compartiendo el grupo con el tratamiento R2, en cambio P0 con una media de 0.20% de un grupo (C) (Tabla 9-3).

Tabla 9-3. Prueba de Tukey al 5% de Nitrógeno a los 6 meses

TRATAMIENTO	MEDIAS	GRUPOS
E1	0.44	A
R2	0.42	A
E2	0.29	B
E3	0.29	B
R1	0.28	B
R3	0.27	B
P0	0.20	C

Elaborado por: Arregui y Márquez, (2017)

3.4.1.3. Análisis de varianza del Fósforo

- Análisis del Fósforo a los 3 meses

Al realizar el análisis de varianza para fósforo a los 3 meses de la homogenización del compostaje no muestra diferencias significativas para repetición, pero si es altamente significativo para tratamiento (Tabla 10-3)

Tabla 10-3. Cuadro de análisis de varianza de Fósforo a los 3 meses

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
TRATAMIENTO	0.12	6	0.02	8.01	0.0023
REPETICION	1.1E-03	2	5.6E-04	0.22	0.8083
Error	0.03	10	2.6E-03		
Total	0.15	18			

Elaborado por: Arregui y Márquez, (2017)

Coefficiente de Variación: 9,21

Si p-valor >0.05 y >0.01 **no es significativo**

Si p-valor <0.05 y >0,01 **es significativo**

Si p-valor <0.05 y <0,01 **es altamente significativo**

En la prueba de Tukey, encontramos tres grupos de medias, el tratamiento R3 con una media de 0.44% de un grupo (A) obteniendo el mayor porcentaje y compartiendo el grupo con el tratamiento E2 y E3, en cambio E1 con una media de 1.77% de un grupo (B) (Tabla 11-3).

Tabla 11-3. Prueba de Tukey al 5% de Fósforo a los 3 meses

TRATAMIENTO	MEDIAS	GRUPOS
R3	2.00	A
E3	1.97	A
E2	1.97	A
R1	1.90	A B
P0	1.90	A B
R2	1.83	A B
E1	1.77	B

Elaborado por: Arregui y Márquez, (2017)

- Análisis de la Fósforo a los 6 meses

Al realizar el análisis de varianza para fósforo a los 6 meses de la homogenización del compostaje no muestra diferencias significativas para repetición, pero si es altamente significativo para tratamiento (Tabla 12-3)

Tabla 12-3. Cuadro de análisis de varianza de Fósforo a los 6 meses

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
TRATAMIENTO	0.39	6	0.07	6.19	0.0061
REPETICION	0.01	2	3.9E-03	0.37	0.7008
Error	0.11	10	0.01		
Total	0.51	18			

Elaborado por: Arregui y Márquez, (2017)

Coefficiente de Variación: 2,65

Si p-valor >0.05 y >0.01 **no es significativo**

Si p-valor <0.05 y >0,01 **es significativo**

Si p-valor <0.05 y <0,01 **es altamente significativo**

En la prueba de Tukey, encontramos tres grupos de medias, el tratamiento E3 con una media de 1.33% de un grupo (A) obteniendo el mayor porcentaje y compartiendo el grupo con el tratamiento R1, en cambio E2 con una media de 0.93% de un grupo (B) (Tabla 13-3).

Tabla 13-3. Prueba de Tukey al 5% de Fósforo a los 6 meses

TRATAMIENTO	MEDIAS	GRUPOS
E3	1.33	A
R1	1.30	A
E1	1.07	A B
R3	1.07	A B
R2	1.03	A B
P0	1.00	A B
E2	0.93	B

Elaborado por: Arregui y Márquez, (2017)

3.4.1.4. Análisis de varianza del Potasio

- Análisis del Potasio a los 3 meses

Al realizar el análisis de varianza para Potasio a los 3 meses de la homogenización del compostaje no muestra diferencias significativas para repetición, pero si es altamente significativo para tratamiento (Tabla 14-3).

Tabla 14-3. Cuadro de análisis de varianza de Potasio a 3 meses

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
TRATAMIENTO	0.01	6	9.4E-04	29.15	<0.0001
REPETICION	1.1E-05	2	5.6E-06	0.17	0.8441
Error	3.2E-04	10	3.2E-05		
Total	0.01	18			

Elaborado por: Arregui y Márquez, (2017)

Coefficiente de Variación: 7,82

Si p-valor >0.05 y >0.01 **no es significativo**

Si p-valor <0.05 y >0,01 **es significativo**

Si p-valor <0.05 y <0,01 **es altamente significativo**

En la prueba de Tukey, encontramos dos grupos de medias, el tratamiento E2 con una media de 0.10% de un grupo (A) obteniendo el mayor porcentaje y compartiendo el grupo con el tratamiento E1, R1, en cambio P0 con una media de 0.05% de un grupo (B), al igual que R2 y E3 (Tabla 15-3)

Tabla 15-3. Prueba de Tukey al 5% de Potasio a 3 meses

TRATAMIENTO	MEDIAS	GRUPOS
E2	0.10	A
E1	0.09	A
R1	0.08	A
R3	0.06	B
R2	0.06	B
E3	0.05	B
P0	0.05	B

Elaborado por: Arregui y Márquez, (2017)

- Análisis del Potasio a los 6 meses

Al realizar el análisis de varianza para Potasio a los 6 meses de la homogenización del compostaje no muestra diferencias significativas para repetición, pero si es altamente significativo para tratamiento (Tabla 16-3).

Tabla 16-3. Cuadro de análisis de varianza de Potasio a 6 meses

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
TRATAMIENTO	0.01	6	1.4E-03	14.23	0.0002
REPETICION	5.4E-04	2	2.7E-04	2.75	0.1116
Error	9.9E-04	10	9.9E-05		
Total	0.01	18			

Elaborado por: Arregui y Márquez, (2017)

Coefficiente de Variación: 8.36

Si p-valor >0.05 y >0.01 **no es significativo**

Si p-valor <0.05 y >0,01 **es significativo**

Si p-valor <0.05 y <0,01 **es altamente significativo**

En la prueba de Tukey, encontramos dos grupos de medias, el tratamiento E2 con una media de 0.17% de un grupo (A) obteniendo el mayor porcentaje, en cambio R3 con una media de 0.10% de un grupo (B) Tabla (17-3).

Tabla 17-3. Prueba de Tukey al 5% de Potasio a 6 meses

TRATAMIENTO	MEDIAS	GRUPOS
E2	0.17	A
E1	0.12	B
R1	0.11	B
E3	0.11	B
P0	0.11	B
R2	0.11	B
R3	0.10	B

Elaborado por: Arregui y Márquez, (2017)

3.4.1.5. Análisis de varianza de la Materia Orgánica

- Análisis de la Materia Orgánica a los 3 meses

Tabla 18-3. Cuadro de análisis de varianza de Materia Orgánica a 3 meses

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
TRATAMIENTO	1.45	6	0.24	94.58	<0.0001
REPETICION	1.1E-03	2	5.6E-04	0.22	0.8083
Error	0.03	10	2.6E-03		
 Total	1.48	18			

Elaborado por: Arregui y Márquez, (2017)

Coefficiente de Variación: 1.29

Si p-valor >0.05 y >0.01 **no es significativo**

Si p-valor <0.05 y >0,01 **es significativo**

Si p-valor <0.05 y <0,01 **es altamente significativo**

En la prueba de Tukey, encontramos cinco grupos de medias, el tratamiento R1 con una media de 4.47% de un grupo (A) obteniendo el mayor porcentaje, en cambio E1 con una media de 3.60% de un grupo (E) (Tabla 19-3).

Tabla 19-3. Prueba de Tukey al 5% de Materia Orgánica a 3 meses

TRATAMIENTO	MEDIAS	GRUPOS
R1	4.47	A
P0	4.20	B
R3	3.97	C
R2	3.87	C D
E3	3.87	C D
E2	3.70	D E
E1	3.60	E

Elaborado por: Arregui y Márquez, (2017)

- Análisis de la Materia Orgánica a los 6 meses

En el análisis de varianza, para Materia Orgánica a los 6 meses, no existen diferencias significativas para repeticiones ni tratamientos (Tabla 20-3).

Tabla 20-3. Cuadro de análisis de varianza de Materia Orgánica a 6 meses

F.V.	N	gl	CM	F	p-valor
TRATAMIENTO	1.98	6	0.33	2.00	0.1582
REPETICION	0.44	2	0.22	1.33	0.3077
Error	1.64	10	0.16		
Total	4.06	18			

Elaborado por: Arregui y Márquez, (2017)

Coefficiente de Variación: 10.45

Si p-valor >0.05 y >0.01 **no es significativo**

Si p-valor <0.05 y $>0,01$ **es significativo**

Si p-valor <0.05 y $<0,01$ **es altamente significativo**

Durante el periodo de investigación se registraron valores atípicos en los análisis físico químicos, principalmente en las concentraciones de nitrógeno y materia orgánica, debido a que las variaciones entre un tratamiento y el otro no son elevadas, al no existir mayor diferencia es muy probable que exista un error a nivel estadístico o de lectura, lo cual incidió en que tengan un comportamiento distinto, lo que ocasionó que las concentraciones obtenidas no sean las esperadas, a pesar de esto, el resto de concentraciones registradas, presentaron un comportamiento acorde al proceso de compostaje y a los distintos valores que reportan los autores mencionados en este trabajo investigativo.

Los resultados dispares del análisis físico químico obtenidos en el sexto mes de compostaje, también pueden deberse a los cambios bruscos de temperatura en el área de implementación, que se registró en el último periodo del compostaje, lo que pudo ocasionar el estancamiento del proceso y la proliferación de microorganismos no benéficos.

CONCLUSIONES

- Se evaluaron los bioabonos obtenidos a partir de residuos animales de cada tratamiento, determinándose que el compost con mejores características fisicoquímicas fue el perteneciente al tratamiento R3 (75% sangre – 25% rumen), en el cual se registró un pH de 6.85, un porcentaje de materia orgánica del 4%, 0.19% de nitrógeno, 2% de fósforo, 0.06% de potasio, 13.7% de humedad, además, de una relación C/N del 11.4.
- Se determinaron las características fisicoquímicas de los residuos, donde se establecieron que la relación C/N tanto del rumen como del estiércol fueron de 15.9 y 15.3 respectivamente; además las concentraciones tanto de N, P y K estuvieron en el orden del 2,4 y 2,2; 3,4 y 2,0; 0,67 y 1.3 tanto para el rumen como para el estiércol, mientras que los valores obtenidos de la sangre fueron de 1,52; 0,21 y 0,03, siendo estos elevados, pudiéndose utilizar para la producción de compost de buena calidad.
- Se elaboraron las biopilas para el proceso de compostaje, teniendo en cuenta las siguientes dimensiones: 1m x 1m, y una altura de 0.35m y un espacio de 0.40m entre cada tratamiento, las mismas que fueron construidas con 90kg de tierra negra, 8kg de material vegetal y 52 kg de residuos animales (sangre – estiércol, sangre – rumen), dando un total de 150kg, el cual redujo su volumen en un 60% aproximadamente.
- Se determinó mediante los análisis fisicoquímicos, que los tratamientos E3 y R3 con las concentraciones de N, P y K estuvieron al orden del 0.29 %, 1.33%, 0.11% y una relación C/N de 7.27; valores de 0.27 %, 1.07%, 0.10% y una relación C/N de 7.87 respectivamente, siendo estos los que presentan de acuerdo a bibliografía los valores más cercanos a lo óptimo, en la cual la relación C/N (15:1 – 35:1), N (0,3% – 1,5%), P (0,1% – 1,0%), K (0,3% – 1,0%), coincidiendo que estos son los que tuvieron mayor cantidad de sangre, debido al gran aporte de proteína, para el desarrollo de los microorganismos en el proceso de compostaje.
- Se procedió a realizar los análisis estadísticos estableciéndose que no existieron variaciones significativas entre las réplicas y que los tratamientos presentaron cierta similitud a lo largo del proceso de compostaje, siendo el tratamiento R3 el que presentó mejores resultados.

RECOMENDACIONES

- Realizar un estudio comparativo del proceso de compostaje utilizando los mismos tratamientos empleados en esta investigación en condiciones ambientales, para determinar cuánto influye el uso del invernadero en el compost final obtenido, tanto en los parámetros fisicoquímicos del mismo y en el tiempo de obtención.
- Debido a que el proceso de compostaje se realizó dentro de un invernadero, es recomendable realizar volteos diarios para evitar un incremento excesivo de la temperatura, lo que causaría la muerte de los microorganismos biodegradadores.
- Según los análisis realizados al compost obtenido a los 3 meses, este presentó las mejores características fisicoquímicas, por lo que se recomienda finalizar el proceso de compostaje en este periodo de tiempo, para evitar un exceso de mineralización de los nutrientes.
- En función de los resultados obtenidos en la presente investigación, se recomienda el uso de los residuos generados por el Camal Municipal, para la implementación del proceso de compostaje, el cual podría ser aplicado en proyectos de agricultura agroecológica.
- Se recomienda realizar los análisis iniciales de las pilas, una vez implementadas cada una de ellas, para así poder comparar como los parámetros evaluados varían durante todo el proceso de compostaje.
- Realizar la caracterización inicial de todos los materiales a implementarse para el proceso de compostaje, para así saber el aporte nutricional de cada uno.
- Efectuar la caracterización microbiológica del compost al inicio y al final del proceso, para evitar la presencia de parásitos o microorganismos patógenos que contaminen el abono y así afirmar la utilización de este.
- Verificar las curvas de calibración o los reactivos con los que se va a trabajar en el laboratorio, para evitar variaciones o errores en los resultados de los análisis.

BIBLIOGRAFÍA

- Abad, M, et al.,** *Elaboración de un inventario de sustratos y materiales adecuados para ser utilizados como sustratos o componentes de sustratos en España.* CICYT : Valencia, 1999. págs. 45 -61.
- Arellano, Lucrecia y Cruz, Magdalena.** *El estiércol: material de desecho, de provecho y algo mas.* 2014, Instituto de ecología, págs. 6-7.
- Beltran, Catalina Y Perdomo, Willian.** Aprovechamiento de la sangre de bovino para la obtención de harina de sangre y plasma sanguíneo en el matadero santa cruz de malambo atlantico. [En línea] (Tesis). (Titulación). *Universidad de la Salle, Bogotá, Colombia.* 2007. [Consulta: 8 de febrero de 2018.] Disponible en: <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/15765/T43.07%20B419a.pdf?sequence=1>.
- Benzing, A.** *Agricultura Orgánica. Fundamentos para la Región Andina.* Verlag : Editorial Neckar, 2001.
- Bongcam, Elkin.** *Guía para compostaje y manejo de suelos.* Bogota : Cinecia y Tecnología - Convenio Andrés Bello, 2003.
- Bonilla, Mauricio.** Guía para el manejo de los residuos en rastros y mataderos municipales. [En línea] (Reporte). *Comision federal para la proteccion contra riesgos sanitarios.* 2007. [Consulta: 22 de febrero de 2018.] Disponible en: <http://uniciencia.ambientalex.info/infoCT/Guimanresrasmatmunmx.pdf>.
- Bucheli, Franklin.** Manual de Gestión Ambiental. [En línea] (Reporte). *Bibliotecas Municipales.* 2000. [Consulta: 8 de febrero de 2018.] Disponible en: http://biblioteca.cuenca.gob.ec/opac_css/index.php?lvl=notice_display&id=5637.
- Carpoica.** *Produccion de abonos de buena calidad.* Bogotá : Produmedios, 2005.
- Casco, J Y Moral, R.** *Compostaje.* Malaga : Editorial Mundi-Prensa, 2008.
- Castro, Melba Y Vinuesa, Manuel.** Manual para el manejo adecuado de los residuos sólidos generados por el camal municipal de Riobamba. [En línea] (Tesis). (Titulación). *Escuela Superior Politecnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.* 2011. [Consulta: 11

de enero de 2018.] Disponible en:
<http://dspace.espech.edu.ec/bitstream/123456789/1294/1/26T00003.pdf>.

Chávez, Luis. Uso de desechos de camal (contenido ruminal, sangre y estiercol) en la elaboración de compost con la utilización de diferentes sustratos. [En línea] (Tesis). (Titulación). *Universidad de las Fuerzas Armadas, San Rafael, Ecuador.* 2012. [Consulta: 10 de enero de 2018.] Disponible en: <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/7926/3/T-ESPE-IASA-I-004753.pdf>.

Díaz, M.J, et al., Usin a second order polynomials model to dtermine the optimun vinasse/grape marc gratio for in vessel composting. *Compost Sci.Util.* 2004, págs. 273-279.

Dominguez, Alonso. *El abonado de los cultivos horticolas.* España : Editorial Mundi Prensa, 1990.

Dominguez, Federico. Utilización de contenido ruminal fresco substituyendo al rastrajo de maíz en la alimentación de vaquillas en finalización. [En línea] (Tesis). (Titulación). *Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo, Michoacan, México.* 2007. [Consulta: 8 de febrero de 2018.] Disponible en: <https://es.slideshare.net/richardsuarezvelarde5/utilizacion-de-contenido-ruminal-fresco-sustituyendo-al-rastrajo-de-maiz-en-la-alimentacion-de-vaquillas-en-finalizacion>.

Dorronsoro, C. Edafología. [En línea] (Reporte). *Leccion 4. Estructura del suelo.* 2005. [Consulta: 12 de enero de 2018.] Disponible en: <http://www.edafología.net/introeda/tema04/estr.htm..>

Empresa Pública Metropolitana De Rastros (EMRAQ-RP). Ley de Mataderos. [En línea] (Legislación). *Empresa publica de rastros, Quito, Ecuador.* 2016. [Consulta: 15 de febrero de 2018.] Disponible en: <http://www.epmrq.gob.ec/>.

Guerra, A. y Marcillo, L. Abonos Orgánicos Fermentados. *Folleto Educativo.* 2009.

Guerrero, Jhoniers y Ramirez, Ignacio. *Manejo ambiental de residuos en mataderos de pequeños municipios.* 2004, Scientia Et Technica, págs. 199-204.

Guzmán, Nimia. La composta vegetal como alternativa para reducir los desperdicios de patio en el sistema de relleno sanitario de guayama. [En línea] (Tesis). (Titulación). *Universidad de Turabo, Puerto Rico,* 2007. [Consulta: 7 de febrero de 2018.]

Disponible en: http://ut.suagm.edu/sites/default/files/uploads/Centro-Estudios-Doctorales/Tesis-2005-06/Tesis-2006-07/Guzman_N_Tesis_%20UT_2007.pdf.

Haug, R. *The Practical Handbook of Compost Engineering*. California : Lewis, 1993.

Infoagro. El Compostaje. [En línea] (Reporte). *Fertirrigación en cultivos intensivos*. 2005. [Consulta: 12 de enero de 2018.] Disponible en: <http://www.infoagro.com/abonos/compostaje.htm>.

Jhorar, B.S, et al., Kinetics of composting rice straw with glue waste al different C/N ratios in a semiarid environment. s.l. : Rehabil, 1991, págs. 297 - 306.

Kolb, Erich. *Fisiología Veterinaria*. Zaragoza : Acribia, 1996.

López, Rafael y Casp, Ana. *Tecnología de Mataderos*. Madrid : Ediciones Mundi-Prensa, 2004.

Meléndez, Gloria y Soto, Gabriela. Taller de abonos orgánicos. [En línea] (Taller). *Centro de investigaciones agronomicas*. 2003. [Consulta: 22 de febrero de 2018.] Disponible en: <http://www.cia.ucr.ac.cr/pdf/Memorias/Memoria%20Taller%20Abonos%20Org%C3%A1nicos.pdf>.

Moreno Casco, J., y Moral Herrero, R. *Compostaje*. Madrid : Mundi-Prensa, 2007. ISBN 13.

Ozores, Monica. *Guía para la utilización exitosa de compost en la producción de hortalizas*. 2010, IFAS Extension, págs. 1-2.

Padilla, Gabriela. Caracterización de los desechos sólidos generados en el camal municipal del cantón Salcedo, provincia de Cotopaxi, periodo 2013-2014. [En línea] (Tesis). (Titulación). *Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, Ecuador*. 2014. [Consulta: 22 de febrero de 2018.] Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/2707/1/T-UTC-00244.pdf>.

Pardo, N, et al., *Manual de Cultivos Orgánicos y Alelopatía (Vol. Segunda edición)*. (F. Durán, Ed.). Colombia : Grupo Latino LTDA, 2009.

Peña, Elizabeth, et al., Manual de abonos orgánicos para la agricultura urbana en cuba. [En línea] (Reporte). *FAO*. 2002. [Consulta: 25 de febrero de 2018.] Disponible en: <http://www.fao.org/family-farming/detail/es/c/342534/>.

- Pilar Román, et al.,** *Manual de compostaje del agricultor*. Santiago de Chile : FAO, 2013. ISBN/E-ISBN.
- Riera, Vanessa.** Optimización de los residuos generados en el proceso de faenamiento del ganado en el Camal del Canton Chunchi Provincia de Chimborazo mediante el proceso de compostaje para su comercialización.. [En línea] (Tesis). (Titulación). *Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador*. 2016. [Consulta: 2 de febrero de 2018.] Disponible en: <http://dspace.esoch.edu.ec/handle/123456789/4961>.
- Silva, Harold y Samperi, Jose.** Guía básica de Manejo Ambiental de Rastros Municipales.. [En línea] (Informe). *Programa Ambiental Regional para Centro América*. 2004. [Consulta: 21 de enero de 2018.] Disponible en: https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjV2JGPwZ7WAhWFSSYKHbR1AgwQFggIMAA&url=http%3A%2F%2Fquimicaindustrialhn.com%2Frecursos%2Fdescargas%2Fdoc_download%2F257-guia-de-manejo-ambiental-de-rastros-municip.
- Singh, C. P., y Amberger, A.** Humic Substances in straw compost with rock phosphate. *Biol. Wastes*. 1990, págs. 165-174.
- SMART.** El Fósforo en el suelo y agua. [En línea] (Reporte). 2013. [Consulta: 10 de febrero de 2018.] Disponible en: <http://www.smart-fertilizer.com/es/articles/phosphorus..>
- Suquilanda, Manue.** *Serie Agricultura Orgánica*. Quito : Ups- Fundagro, 1996. ISBN 480.
- Sztern, Daniel y Pravia, Miguel.** Manual para la elaboración de compost: Bases conceptuales y procedimientos. [En línea] (Reporte). *Biblioteca virtual de desarrollo sostenible y salud ambiental*. 2000. [Consulta: 17 de febrero de 2018.] Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/bvsars/fulltext/compost.pdf>.
- Taibo, Agustín, et al.,** Etapas del proceso de compostaje. [En línea] (Reporte). *Grupo de Gestión de Residuos*. 2009. [Consulta: 8 de enero de 2018.] Disponible en: <https://proyectogestionderesiduos.wordpress.com/2009/12/15/etapas-del-proceso-de-compostaje/>.
- Tecnociencia.** *Abonos orgánicos y su efecto en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo*. 1, 2010, Vol. 4, págs. 1-6.

Uicab, L y Sandoval, C. *Uso del contenido ruminal y algunos residuos de la industria cárnica en la elaboración de composta.* 2003, Tropical and Subtropical Agroecosystems, Vol. 2, págs. 45-63.

Vásquez, Diego. Producción y evaluación de cuatro tipos de bioabonos como alternativa biotecnológica de uso de residuos orgánicos para la fertilización de pastos. [En línea] (Tesis). (Titulación). *Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.* 2008. [Consulta: 20 de febrero de 2018.] Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/1503/1/17T0873.pdf>.

Zucconi, F., y De Bertoldi, M. Specifications for solid waste compost. *Biocycle* 28. 1987, págs. 56-61.

ANEXOS

ANEXO A. Preparación del terreno para las pilas.



Fotografía 1. Limpieza y retiro de basura del terreno.

ANEXO B. Medición y Trazado de las pilas de compostaje



Fotografía 1. Trazado del área experimental

ANEXO C. Recolección de materiales para el proceso de compostaje.



Fotografía 1. Recolección de residuos animales



Fotografía 2. Recolección de residuos animales



Fotografía 3. Recolección de la tierra negra

ANEXO D. Caracterización de macronutrientes

1. Procedimiento para determinar fósforo y potasio

- Pesar 0,5 gr de muestra previamente molida y pasar a un vaso de 50 ml o a un crisol
- Añadido 1,5 ml de nitrato de magnesio al 50% si no se humedece bien la muestra agregar 1,8 ml de agua destilada con una bureta.
- Calentar a la plancha a temperatura baja (20-30°C) elevando la misma al final de la reacción.
- Pasar a la mufla, cuidando que este tenga una temperatura no mayor a 200°C y preferiblemente, manteniendo por un espacio de 10 a 12 horas a temperatura de 475 a 500°C.
- Las cenizas obtenidas enfriar y agregar 2 ml de agua destilada, luego añadir 2 ml de ácido clorhídrico concentrado (HCl), evapórese muy lentamente en plancha caliente a 20°C cuando este seco dejar enfriar y agregar 25 ml de solución IN de ClH y luego filtra si es necesario.
- Pasar a frascos volumétricos de 50 ml y aforar con agua destilada.

2. Procedimiento analítico de fósforo

- Tomar 1,0 ml de alícuota con pipeta y colocar en un vaso de precipitación de 10 ml.
- Agregar 9.0 ml de agua destilada con bureta.
- Agregar 10ml de reactivo "B".
- Después de 20 minutos leer el porcentaje de transmitancia o densidad específica óptica en un espectrofotómetro a 980nm de longitud de onda.
- Para la curva de calibración se utiliza la solución patrón de 10ugP/ml.

3. Procedimiento analítico para potasio

- Colocar 2ml de alícuota con una pipeta en un vaso de 40 ml.
- Agregar 10 ml de agua destilada con una bureta.
- Realizar la lectura en un espectrofotómetro de absorción atómica a 770 de longitud de onda.

4. Procedimiento para la determinación del nitrógeno

- Haga el ingreso de la muestra identifíquela con una letra o sigla.
- Saque una muestra representativa en casa de que estas vengan dispuestas en ramas o ramificaciones, obteniéndose de los 2/3 de esta.
- Pese aproximadamente 15-20gr. De la muestra obtenida y proceda a lavar con agua destilada hasta que se haya eliminado la tierra.
- Seque la muestra hasta que se haya eliminado la tierra.
- Seque a la estufa por 24 horas a una temperatura de 60 a 70°C.
- Saque la muestra de la estufa y pese en caso de querer calcular la humedad o en su defecto proceda a moler en el mortero en el molino, hasta que lo más este finalmente desmenuzado.
- Pesar 0,1gr de muestra y pasar a un Vaso o frasco volumétrico de 50 ml.
- Agregar 1c.c de Sulfato concentrado (SO₄H₂), utilizando una bureta.
- Digerir la muestra a temperatura por 30 minutos, en la plancha o reverbero.
- Subir la temperatura a 360°C, aproximadamente (7 de graduación) y completar la digestión hasta que el material este completamente transparente.
- Dejar enfriar un poco y agregar 5 ml aproximadamente de agua destilada.
- Completar el volumen con agua destilada hasta 50 ml cuidando que esté completamente frío.

4.1. Destilación

- Tomar 10 ml de la muestra y poner al destilador, luego añadir 20 ml de hidróxido de Sodio al 50% más tiosulfato y finalmente añadir 10ml de agua destilada tratando de lavar la copa del destilador.
- Recibir el destilado en 10 ml de ácido bórico más indicador mixto, evitando que haya escape de gases

5. Determinación del porcentaje de materia orgánica

Se basa en que la materia orgánica se quema y se volatiliza en forma de CO₂ al calentar la muestra del suelo a una temperatura de 100 °C; ocasionando una pérdida de peso proporcional a la cantidad de materia orgánica presente.

5.1. Materiales

- Dos crisoles de porcelana de capacidad de 5 g de suelo.
- Un horno “MUFLA” de alta temperatura.

- Un desecador de CaCl₂
- Una balanza
- Estufa
- Lápiz

5.2. Procedimiento: se hace por duplicado

- Encuéntrese el peso del crisol de porcelana que este bien seco y con su tapa.
- Póngase en el (pesado directamente en su interior) 5gr de suelo, previamente secado al ambiente por 24 horas.
- Coloque el crisol + la muestra en la Estufa por 24 horas a 105°C, previamente identificada, luego sacar, enfriar y pesar.
- Póngase el crisol en un horno “MUFLA” por 15’ a 450°C. El crisol debe identificarse por medio de una marca hecha con lápiz en su base.
- Pésese para controlar la pérdida de peso
- Exprese la pérdida de peso como porcentaje de materia orgánica por ignición en base al peso del suelo seco al horno (450°C)

6. Método para la determinación del pH

- Colocar 10- 20 gr de muestra de suelo en un vaso de extracción (plástico).
- Agregar 25 – 50 ml de agua destilada y revolver durante 5 minutos, con una cuchara o mediante una varilla de vidrio.
- Dejar reposar durante 30- 20 minutos aproximadamente y revolver otra vez durante 5 minutos.
- Medir el pH mientras se revuelve la muestra.

7. Evaluación de la relación carbono nitrógeno.

Para la evaluación de la Relación C: N es necesario determinar el contenido de carbono orgánico a partir del porcentaje de materia orgánica determinada anteriormente por el método de ignición. El resultado de esta se obtiene a través de la Ecuación 1. Obtenido el % de Materia orgánica se calcula mediante la Ecuación 2, el contenido de Carbono Orgánico, el cual permitió determinar la relación C/N a partir del contenido de nitrógeno total derivado de la caracterización de los suelos, mediante la Ecuación 3.

% Carbono orgánico = % materia orgánica * factor de conversión (0,58)

$$\% \text{ Materia Orgánica} = \frac{\text{Peso inicial en la estufa} - \text{Peso obtenido en la mufla}}{\text{Peso inicial en la estufa}} * 100$$

$$\text{C: N} = \frac{\% \text{ Carbono orgánico}}{\% \text{ Nitrógeno total}}$$

ANEXO E. Levantamiento de pilas de compostaje



Fotografía 1. Distribución de las pilas de compostaje



Fotografía 2. Proceso de compostaje implementado

ANEXO F. Aireación



Fotografía 1. Volteo de las pilas

ANEXO G. Valoración y análisis de los sustratos



Fotografía 1. Toma de muestras



Fotografía 2. Muestras

ANEXO H. Análisis fisicoquímico de los sustratos y el compost.



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
LABORATORIO DE SUELOS



Nombre del Propietario: Indelira Márquez
Remite:
Ubicación:

CAMAL MUNICIPAL DE GUARANDA

Fecha de ingreso: 28/11/2016
Fecha de salida: 22/02/2017

Nombre de la granja Parroquia Cantón Provincia

RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DEL ANALISIS QUIMICO DE ESTIÉRCOL Y RÚMEN

Identificación	pH	mS/cc		%		%		
		Cond. Eléct.	M.O	Humedad	N	P	K	
ESTIÉRCOL	8.82 Alc.	4.31 Salino	11.2	84.3	2.2	2.0	1.3	
RÚMEN	9.99 Alc.	3.91 Salino	16.1	88.6	2.4	3.4	0.67	
					N	P	K	
Sangre	7.1 N				1.52	0.21	0.03	

CODIGO	
N: Neutro	A: alto
S: Suficiente	M: medio
L.Ac. Lig. ácido	B: bajo

Ing. José Arcos T.
JEFE LAB. SUELOS



Ing. Elizabeth Pachacama
TECNICO DE LABORATORIO

Dirección: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Panamericana Sur Km1 1/2, Facultad de Recursos Naturales, Teléfono 2998220 Extensión 418
"Apoyando a la producción sana, rentable y amigable con la naturaleza"

Fotografía 1. Resultados de análisis de laboratorio de los sustratos.



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
LABORATORIO DE SUELOS



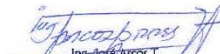
Nombre del Propietario: María José Arregui
Remite:

Fecha de ingreso: 06/02/2017
Fecha de salida: 15/02/2017

Ubicación: Sector La Playa VIVERO DE GUARANDA
Nombre de la granja Veintimilla Guaranda Bolívar
Parroquia Cantón Provincia

RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DEL ANALISIS QUIMICO DE MATERIAL ORGÁNICO

#	Identificación	pH	% HUMEDAD	% M.O	RELACIÓN			%
					C:N	N	P	
1	25% sangre + 75% Estiércol	6.66 L.Ac.	16,8	3,6	6	0,36	1,8	0,09
2	25% sangre + 75% Estiércol	6.65 L.Ac.	16,4	3,6	6,2	0,36	1,8	0,09
3	25% sangre + 75% Estiércol	6.63 L.Ac.	15,9	3,6	6,3	0,35	1,7	0,09
1	50% sangre + 50% Estiércol	6.97 L.Ac.	13	3,7	8	0,27	2	0,1
2	50% sangre + 50% Estiércol	6.96 L.Ac.	14,2	3,7	7,9	0,27	1,9	0,1
3	50% sangre + 50% Estiércol	6.95 L.Ac.	13	3,7	8	0,27	2	0,09
1	75% sangre + 25% Estiércol	6.86 L.Ac.	14,5	3,9	10	0,22	2	0,05
2	75% sangre + 25% Estiércol	6.88 L.Ac.	14,6	3,9	10	0,22	2	0,05
3	75% sangre + 25% Estiércol	6.86 L.Ac.	15,2	3,8	9,8	0,21	1,9	0,06
1	25% sangre + 75% Rúmen	6.9 L.Ac.	13,4	4,4	10,2	0,25	1,9	0,08
2	25% sangre + 75% Rúmen	6.93 L.Ac.	13,5	4,5	10	0,26	1,9	0,09
3	25% sangre + 75% Rúmen	7.02 L.Ac.	14,2	4,5	9,9	0,26	1,9	0,08
1	50% sangre + 50% Rúmen	6.75 L.Ac.	14,5	3,9	6	0,38	1,8	0,06
2	50% sangre + 50% Rúmen	6.77 L.Ac.	14,3	3,8	6,2	0,39	1,8	0,05
3	50% sangre + 50% Rúmen	6.41 L.Ac.	12,4	3,9	6,3	0,38	1,9	0,06
1	75% sangre + 25% Rúmen	6.8 L.Ac.	11,7	3,9	11,3	0,2	2	0,07
2	75% sangre + 25% Rúmen	6.85 L.Ac.	13,7	4	11,4	0,19	2	0,06
3	75% sangre + 25% Rúmen	6.41 L.Ac.	11,3	4	11,4	0,19	2	0,06
	TESTIGO	7.02 L.Ac.	16,6	4,2	18,7	0,13	1,9	0,05


Ing. José Arregui T.
JEFE LAB. SUELOS




Ing. Elizabeth Pachacama
TÉCNICO DE LABORATORIO

Dirección: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Paramerican, Km 14, Escuela de Recursos Naturales, Teléfono 2998220 Extensión 418.
"Apoyando a la producción sostenible y viable en la naturaleza"

Fotografía 2. Resultados de análisis del abono a los 3 meses.



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
LABORATORIO DE SUELOS



Nombre del Propietario: María José Arregui
Remite: Indelira Marquez

Fecha de ingreso: 08/05/2017
Fecha de salida: 20/06/2017

Ubicación: VIVERO MUNICIPAL DE GUARANDA Parroquia GUARANDA Cantón BOLÍVAR Provincia
Nombre de la granja
RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DEL ANALISIS QUIMICO DE MATERIAL ORGÁNICO

#	Identificación	pH	% HUMEDAD	% M.O	RELACIÓN			%	
					C:N	N	P	K	
175	25% sangre + 75% Estiércol	5.66 L.Ac.	17.1	3.87	5.0	0.45	1.1	0.12	
176	25% sangre + 75% Estiércol	5.65 L.Ac.	16.9	3.94	5.6	0.41	1.1	0.13	
177	25% sangre + 75% Estiércol	5.63 L.Ac.	16.1	3.87	4.8	0.46	1.0	0.10	
178	50% sangre + 50% Estiércol	5.97 L.Ac.	13.0	3.95	7.9	0.29	0.9	0.15	
179	50% Sangre + 50% Estiércol	5.96 L.Ac.	14.1	4.09	7.6	0.31	0.9	0.17	
180	50% Sangre + 50% Estiércol	5.95 L.Ac.	13.3	3.85	7.9	0.28	1.0	0.18	
181	75% Sangre + 25% Estiércol	5.86 L.Ac.	14.8	3.66	7.0	0.30	1.2	0.10	
182	75% Sangre + 25% Estiércol	5.88 L.Ac.	14.6	3.57	7.6	0.27	1.4	0.12	
183	75% Sangre + 25% Estiércol	5.86 L.Ac.	15.0	3.61	7.2	0.29	1.4	0.11	
184	25% sangre + 75% Rúmen	5.90 L.Ac.	13.7	3.36	6.7	0.28	1.3	0.11	
185	25% sangre + 75% Rúmen	5.93 L.Ac.	13.7	4.16	9.2	0.26	1.4	0.12	
186	25% sangre + 75% Rúmen	6.01 L.Ac.	14.0	3.12	6.2	0.29	1.2	0.11	
187	50% Sangre + 50% Rúmen	5.75 L.Ac.	14.6	4.93	6.8	0.42	1.1	0.10	
188	50% Sangre + 50% Rúmen	5.77 L.Ac.	14.4	4.40	5.9	0.43	1.1	0.12	
189	50% Sangre + 50% Rúmen	5.41 L.Ac.	12.3	3.35	4.8	0.40	0.9	0.10	
190	75% Sangre + 25% Rúmen	5.80 L.Ac.	11.6	3.39	7.8	0.25	1.0	0.10	
191	75% Sangre + 25% Rúmen	5.85 L.Ac.	13.9	3.82	7.4	0.30	1.0	0.10	
192	75% Sangre + 25% Rumen	5.41 L.Ac.	11.5	3.92	8.4	0.27	1.2	0.11	
193	TESTIGO	6.23 L.Ac.	16.0	4.86	14.0	0.20	1.0	0.11	

José Arcos T.
Ing. José Arcos T.
JEFE LAB. SUELOS

Elizabeth Pachacama
Ing. Elizabeth Pachacama
TÉCNICO DE LABORATORIO

Dirección: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Panamericana Sur Km 14, Facultad de Recursos Naturales, Teléfono 2998220 Extensión 418
"Apoyando a la producción agrícola y ganadera en el desarrollo sustentable"



Fotografía 3. Resultados de análisis del abono a los 6 meses.