



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

**OPTIMIZACIÓN DE LOS RESIDUOS GENERADOS EN EL  
PROCESO DE FAENAMIENTO DEL GANADO EN EL CAMAL  
DEL CÁNTON CHUNCHI PROVINCIA DE CHIMBORAZO  
MEDIANTE EL PROCESO DE COMPOSTAJE PARA SU  
COMERCIALIZACIÓN.**

Trabajo de Titulación presentado para optar al grado académico de  
**INGENIERA EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL**

**AUTORA: RIERA POZO TALIA VANESA**

**TUTOR: DR. CARLOS PILAMUNGA**

**RIOBAMBA - ECUADOR**

**2016**



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**ESCUELA DE CIENCIAS QUIMICAS**

El Tribunal del Trabajo de titulación certifica que: El trabajo de investigación: **OPTIMIZACION 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 COMERCIALIZACION**, de responsabilidad de la señorita Talia Vanesa Riera Pozo, ha sido minuciosamente revisado por los miembros del Tribunal de Trabajo de Titulación quedando autorizada su presentación.

**Fecha**

**Firma**

Dr. Carlos Pilamunga

**DIRECTOR DEL TRIBUNAL**

\_\_\_\_\_

Dra. Susana Abdo

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

\_\_\_\_\_

“Yo Talia Vanesa Riera Pozo soy responsable de las ideas doctrinas y resultados expuestos en este trabajo de titulación y el patrimonio intelectual del trabajo de titulación pertenecen a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO

**TALIA VANESA RIERA POZO**

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

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

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

Riobamba, 07 de Marzo de 2016

Talia Vanesa Riera Pozo

060467057-0

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a Dios por haberme dado la existencia, ha sido tan bueno conmigo al permitirme lograr mis objetivos.

A mis padres Luis y Sonia quienes no solo han sido el pilar fundamental para las metas alcanzadas en mi vida, sino también el aliento y las fuerzas necesarias para continuar con mis estudios, me han apoyado con todo lo necesario para culminar mi Ingeniería.

A mis hermanos Domenica y Lucas por ser la muestra de amor incondicional, también han sido el motivo que me impulsa cada día.

A mis abuelitos parte esencial de mi vida desde mi niñez

A mis tíos Juan y Janeth por el apoyo incondicional que me brindan, parte esencial de mi vida.

A mis familiares que supieron darme ánimos en cada momento, siendo un soporte en mi vida.

**Vanesa**

## **AGRADECIMIENTO**

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, su carrera Ingeniería en Biotecnología Ambiental, por brindarme la oportunidad de ser parte del sistema de Educación Superior. A su personal docente por tan alta formación impartida mediante sus conocimientos, para mí adecuado desenvolvimiento en el área profesional.

Mi gratitud a mis Asesores Dr. Carlos Pilamunga y Dra. Susana Abdo quienes supieron guiarme durante el proceso de elaboración de Tesis.

A mis amigas quienes son las cómplices de vivencias maravillosas durante cinco años de educación.

A mis Padres y Hermanos por ser la muestra del amor verdadero.

**Vanesa**

## INDICE

INDICE TABLAS .....	xi
INDICE <u>GRÁFICOS</u> .....	xii
INDICE FIGURAS .....	xiii
RESUMEN.....	xiv
SUMARY .....	xv
INTRODUCCION .....	1

## CAPITULO I

<b>1</b>	<b>MARCO TEORICO .....</b>	<b>6</b>
<b>1.1</b>	<b>Descripción del lugar de estudio .....</b>	<b>6</b>
<b>1.2</b>	<b>Gestión ambiental .....</b>	<b>7</b>
<b>1.3</b>	<b>Contaminación Ambiental.....</b>	<b>7</b>
<b>1.4</b>	<b>Legislación ambiental aplicable al proyecto .....</b>	<b>8</b>
<b>1.5</b>	<b>Gestión ambiental de residuos. ....</b>	<b>8</b>
<b>1.6</b>	<b>Gestión ambiental de residuos de camales en ecuador .....</b>	<b>9</b>
<i>1.6.1</i>	<i>Definición de camal o matadero .....</i>	<i>9</i>
<i>1.6.2</i>	<i>Residuos solidos .....</i>	<i>9</i>
<b>1.7</b>	<b>Gestión ambiental de residuos de camales.....</b>	<b>10</b>
<b>1.8</b>	<b>Alternativas de manejo de residuos.....</b>	<b>10</b>
<i>1.8.1</i>	<i>Compostaje .....</i>	<i>10</i>
<i>1.8.1.1</i>	<i>Definición de compostaje.....</i>	<i>10</i>
<i>1.8.1.2</i>	<i>Propiedades del compost .....</i>	<i>11</i>
<i>1.8.1.3</i>	<i>Ventajas.....</i>	<i>11</i>
<i>1.8.1.4</i>	<i>Inconvenientes.....</i>	<i>11</i>
<b>1.9</b>	<b>Fases del compostaje .....</b>	<b>12</b>
<i>1.9.1</i>	<i>Fase Mesófila: .....</i>	<i>12</i>
<i>1.9.2</i>	<i>Fase Termófila o de Higienización. ....</i>	<i>12</i>
<i>1.9.3</i>	<i>Fase de Enfriamiento o Mesófila II. ....</i>	<i>13</i>
<i>1.9.4</i>	<i>Fase de Maduración.....</i>	<i>13</i>
<b>1.10</b>	<b>Sistemas de compostaje.....</b>	<b>13</b>
<i>1.10.1</i>	<i>Compostaje Aeróbico.....</i>	<i>13</i>
<i>1.10.2</i>	<i>Compostaje Anaeróbico: .....</i>	<i>14</i>
<b>1.11</b>	<b>Descripción del proceso .....</b>	<b>14</b>
<b>1.12</b>	<b>Diseño y manejo de la compostera.....</b>	<b>15</b>



1.12.1	<i>Preparación del Materia</i> .....	15
1.13	<b>Etapas del proceso de compostaje</b> .....	15
1.13.1	<i>Pre tratamiento</i> .....	15
1.13.2	<i>Mezclado</i> .....	15
1.13.3	<i>Pre fermentación</i> .....	16
1.13.4	<i>Fermentación principal</i> .....	16
1.13.5	<i>Maduración e higienización</i> .....	17
1.14	<b>Condiciones del producto</b> .....	17
1.15	<b>Variables que afectan al sistema de compostaje</b> .....	17
1.16	<b>Factores a considerar</b> .....	18
1.16.1	<i>Humedad</i> .....	18
1.16.2	<i>Temperatura</i> .....	18
1.16.3	<i>pH</i> .....	18
1.16.4	<i>Relación carbono nitrógeno</i> .....	19
1.16.5	<i>Tamaño de partícula</i> .....	19
1.16.6	<i>Riego y control de la humedad</i> .....	20
1.16.7	<i>Aireación</i> .....	20
1.16.8	<i>Control de la temperatura</i> .....	21
1.16.9	<i>Tiempo de compostaje</i> .....	21
1.17	<b>Microorganismos beneficiosos durante el compostaje</b> .....	21
1.17.1	<i>Microorganismos y biotransformación de la materia orgánica</i> .....	21
1.18	<b>Recomendaciones y precauciones en el sistema de compostaje</b> .....	22
1.18.1	<i>Recomendaciones</i> .....	22
1.18.2	<i>Precauciones</i> .....	22
1.19	<b>Condiciones ideales del compostaje</b> .....	23
1.20	<b>Aplicación de compost</b> .....	24
1.21	<b>Utilización del compost</b> .....	25
1.21.1	<i>En los semilleros</i> .....	25
1.21.2	<i>Abonado directo en hoyo de siembra</i> .....	25
1.21.3	<i>Abonado a los lados de las plantas</i> .....	26
1.21.4	<i>Abonado directo a los surcos</i> .....	26
1.21.5	<i>Algunas dosis sugeridas</i> .....	26
<b>CAPITULO II</b>		
2	<b>PARTE EXPERIMENTAL</b> .....	27
2.1	<b>Ubicación del lugar de investigación</b> .....	27
2.1.1	<i>Ubicación geográfica</i> .....	27

<b>2.2</b>	<b>Ubicación ecológica .....</b>	<b>27</b>
2.2.1	<i>Zona de vida .....</i>	27
2.2.2	<i>Superficie: .....</i>	27
2.2.3	<i>Temperatura:.....</i>	28
2.2.4	<i>Precipitación: .....</i>	28
<b>2.3</b>	<b>Materiales y métodos .....</b>	<b>28</b>
2.3.1	<i>Materiales .....</i>	28
2.3.1.1	<i>Materiales de Laboratorio .....</i>	28
2.3.1.2	<i>Herramientas .....</i>	28
2.3.1.3	<i>Materiales para compost.....</i>	28
2.3.1.4	<i>Materiales de Seguridad .....</i>	29
2.3.1.5	<i>Materiales de Oficina.....</i>	29
<b>2.4</b>	<b>Métodos .....</b>	<b>29</b>
2.4.1	<i>Diseño experimental.....</i>	29
2.4.1.1	<i>Sustratos a probar.....</i>	30
<b>2.5</b>	<b>Tratamientos a comparar .....</b>	<b>30</b>
<b>2.6</b>	<b>Tipo de diseño.....</b>	<b>31</b>
2.6.1	<i>Repeticiones o bloques .....</i>	31
<b>2.7</b>	<b>Características de la pila .....</b>	<b>31</b>
2.7.1	<i>Croquis del diseño .....</i>	31
<b>2.8</b>	<b>Valoración de sustratos para el compostaje .....</b>	<b>32</b>
2.8.1	<i>Toma de muestras .....</i>	32
2.8.2	<i>Análisis de laboratorio .....</i>	33
2.8.2.1	<i>Rumen.....</i>	33
2.8.2.2	<i>Estiércol .....</i>	33
<b>2.9</b>	<b>Elaboración de pilas de compostaje.....</b>	<b>33</b>
<b>2.10</b>	<b>Actividades en el proceso de compostaje.....</b>	<b>34</b>
<b>2.11</b>	<b>Evaluación de variables .....</b>	<b>35</b>
2.11.1	<i>pH.....</i>	35
2.11.2	<i>Temperatura .....</i>	36
2.11.3	<i>Humedad .....</i>	36
<b>2.12</b>	<b>Análisis nutricionales del compost elaborado.....</b>	<b>37</b>
2.12.1	<i>Toma de muestras .....</i>	37
2.12.2	<i>Análisis de laboratorio .....</i>	37
<b>CAPITULO III</b>		
<b>3</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIONES.....</b>	<b>38</b>

<b>3.1</b>	<b>Evaluación del compostaje mediante la combinación de Contenido Ruminal, Estiércol, y Materia Vegetal.</b> .....	<b>38</b>
<b>3.1.1</b>	<i>Análisis estadístico</i> .....	<b>38</b>
<b>3.1.1.1</b>	<i>Temperatura</i> .....	<b>38</b>
<b>3.1.1.2</b>	<i>pH</i> .....	<b>40</b>
<b>3.1.1.3</b>	<i>Humedad</i> .....	<b>42</b>
<b>3.2</b>	<b>Macronutrientes</b> .....	<b>49</b>
<b>3.2.1</b>	<i>Nitrógeno (N)</i> .....	<b>50</b>
	<i>El Nitrógeno es necesario para la síntesis proteica.</i> .....	<b>50</b>
<b>3.2.2</b>	<i>Fosforo (P)</i> .....	<b>52</b>
<b>3.2.3</b>	<i>Potasio (K)</i> .....	<b>54</b>
<b>3.3</b>	<b>Materia Orgánica, PH, y Carbono Orgánico en compost procesado</b> .....	<b>56</b>
<b>3.4</b>	<b>Macronutrientes en compost procesado</b> .....	<b>57</b>
<b>3.5</b>	<b>Micronutrientes en compost procesado</b> .....	<b>58</b>
<b>3.6</b>	<b>Proporcionar un valor agregado a los residuos orgánicos contaminantes, para la elaboración de abono orgánico.</b> .....	<b>60</b>
<b>3.7</b>	<b>Obtener la relación costo /beneficio que genera la obtención de Abono orgánico.</b> .....	<b>62</b>
	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>64</b>
	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>65</b>
	<b>BIBLIOGRAFIA</b>	
	<b>ANEXOS</b>	

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-1.</b>	Legislación Ambiental .....	8
<b>Tabla 1-2</b>	Sustratos para compost .....	30
<b>Tabla 2-2</b>	Aditivos para el compost .....	30
<b>Tabla 3-2</b>	Combinaciones.....	30
<b>Tabla 4-2</b>	Cronograma de actividades en las composteras.....	36
<b>Tabla 1-3</b>	Datos promedio de Temperatura en todos los tratamientos .....	389
<b>Tabla 2-3</b>	Datos promedio de pH en todos los tratamientos .....	41
<b>Tabla 3-3</b>	Datos promedio de humedad de todos los tratamientos.....	43
<b>Tabla 4-3</b>	Prueba de normalidad de la variable tiempo de elaboración de abono.....	45
<b>Tabla 5-3</b>	Prueba de Homoscedasticidad de varianzas .....	46
<b>Tabla 6-3</b>	Análisis descriptivo por tratamiento .....	47
<b>Tabla 7-3</b>	Anova de un factor.....	47
<b>Tabla 8-3</b>	Comparaciones post hoc o a posteriori mediante el método de Tukey.....	48
<b>Tabla 9-3</b>	Comparaciones mediante el método de Tukey .....	49
<b>Tabla 10-3</b>	Datos de Nitrógeno en los Tratamientos.....	50
<b>Tabla 11-3</b>	Datos de fosforo en los tres tratamientos.....	52
<b>Tabla 12-3</b>	Análisis de Potasio en los diferentes tratamientos.....	54
<b>Tabla 13-3</b>	Porcentaje de Materia Orgánica, PH, en los tratamientos 1 (Estiércol + Materia vegetal), 2 (Rumen + Materia vegetal) y Testigo.....	57
<b>Tabla 14-3</b>	Porcentaje de Materia Orgánica, PH, en los tratamientos 3 (Sustrato mix + Materia vegetal) y Testigo.....	57
<b>Tabla 15-3</b>	Concentración de macronutrientes en los tratamientos 1 (Estiércol + Materia vegetal), 2 (Rumen + Materia vegetal) y Testigo.....	58
<b>Tabla 16-3</b>	Concentración de macronutrientes en los tratamientos 3 (Sustrato mix + Materia vegetal) y Testigo.....	58
<b>Tabla 17-3</b>	Concentración de macronutrientes en los tratamientos 1 (Estiércol + Materia vegetal), 2 (Rumen + Materia vegetal) y Testigo.....	59
<b>Tabla 18-3</b>	Concentración de macronutrientes en los tratamientos 3 (Sustrato mix + Materia vegetal) y Testigo.....	59
<b>Tabla 19-3</b>	Relación Costo/ Beneficio .....	62

## INDICE GRAFICOS

<b>Grafico 1-3</b>	Variación de Temperatura en los tres tratamientos durante el compostaje.....	40
<b>Grafico 2-3</b>	Variación de pH en los tres tratamientos durante el compostaje .....	42
<b>Grafico 3-3</b>	Variación de Humedad en los tres tratamientos durante el compostaje .....	44
<b>Grafico 4-3</b>	Variación del contenido de Nitrógeno en los tres tratamientos. ....	51
<b>Grafico 5-3</b>	Comparaciones Finales entre los tratamientos.....	52
<b>Grafico 6-3</b>	Variación del contenido de Fosforo en los tres tratamientos .....	53
<b>Grafico 7-3</b>	Comparaciones Finales entre los tratamientos.....	54
<b>Grafico 8-3</b>	Variación del contenido de Potasio en los tres tratamientos.....	55
<b>Grafico 9-3</b>	Comparaciones Finales entre los tratamientos.....	56

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-1</b>	Mapa Chunchi .....	6
<b>Figura 2-1</b>	Esquema del proceso de compostaje .....	14
<b>Figura 3-1</b>	Curva cinética de compostaje: Temperatura y PH .....	19
<b>Figura 4-1</b>	Recomendaciones para experimentar dosis de compost en hortalizas. ....	26
<b>Figura 1-2</b>	Detalles Unidad Experimental.....	311
<b>Figura 2-2</b>	Ordenamiento de las Unidades Experimentales.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>Figura 3-2</b>	Modelo de la pila de compostaje .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>Figura 1-3</b>	Prueba de normalidad de la variable tiempo de elaboración de abono. ....	455
<b>Figura 2-3</b>	Análisis descriptivo por tratamiento.....	46

## RESUMEN

El siguiente trabajo de investigación está enfocado en la Optimización de los Residuos generados en el proceso de faenamiento del ganado en el camal del cantón Chunchi provincia de Chimborazo mediante el proceso de compostaje para su comercialización, fue una metodología experimental. Para la realización de este tema de investigación se utilizó Contenido Ruminal, y Estiércol recolectados en galones por un periodo de cuatro semanas, además fueron combinados con materia vegetal proveniente del mercado central de Chunchi, y restos de jardín proveniente de la limpieza de los diferentes parques del cantón, variando en sus cantidades, que dan lugar a tres tratamientos con sus respectivos réplicas y su comparación con un tratamiento rudimentario (testigo). El T1 tuvo un resultado en Nitrógeno de

De estos tres tratamientos se observó que el tratamiento T3 (Sustrato mix, + materia vegetal, tierra negra y restos de jardín) desprendió altos niveles nutricionales en los que se refiere a Nitrógeno, Potasio, Fosforo, Calcio y Magnesio, en un tiempo promedio óptimo. Mediante la implementación de este proyecto, se minimizó la generación y maximizó el aprovechamiento de los residuos provenientes de los procesos de faenamiento del camal Chunchi, así como la reducción de cargas contaminantes enviadas al sistema de recolección del cantón, contribuyendo así a mejorar las condiciones ambientales del camal, de los lugares aledaños y del cantón en general. De esta manera se preservó la salud de los habitantes, y se mejoró estéticamente el área de recepción final de los efluentes del camal.

**Palabras Clave:**<CONTAMINACIÓN AMBIENTAL><FAENAMIENTO DEL GANADO BOVINO><RESIDUO [CONTENIDO RUMINAL]><RESIDUO [ESTIÉRCOL]><ABONO ORGANICO [COMPOSTAJE]><CHUNCHI [CANTÓN]

## SUMARY

The following research work is focus on the Optimization of the wastes generates in the livestock slaughter in the camal of the Chunchi canton, province of Chimborazo, through the composting process for its commercialization, it was developed in the landfill located in the Chunchi canton, and it was established in order to change an expensive and complicated environmental problem to a community benefit. It applied an analytical methodology to the physicochemical characterization of the substrates where the Nitrogen, Phosphorus, Potassium, Calcium, Magnesium, pH, Humidity, Organic Material and Organic Carbon were the evaluated parameters. To carry out this research topic was used Ruminant Contents and Manure, these were recollected in gallons by a period of four weeks, moreover they were combined with vegetable material from the Central Market of Chunchi, and garden waste got of the cleaning of the different parks of the canton, leading to three treatments with their respective replicas and their comparison with rudimentary treatment (control). By chemical analysis it was obtained values as regards Nitrogen, Phosphorus, and Potassium of the treatments. The composting process was used in order to obtain organic fertilizer.

Laboratory analysis was performed managing to obtain results of the final product established which are: Nitrogen 1, 12%, Phosphorus 0,75%, Potassium 1,91%, Calcium 0,25%, Magnesium 0,035% in T1, T2 obtained percentages in Nitrogen of 1,7%, Phosphorus 2,1%, Potassium 1,1%, Magnesium 0,045% and Calcium 0,34%, the T3 Nitrogen 3,1%, Phosphorus 1,85%, Potassium 2,9%, Calcium 0,39% and Magnesium 0,055%, which was concluded that T3 detached treating high nutritional levels compared to the other treatments, in an average time of 69 days. The implementation of organic fertilizers is recommended GAD Municipal Chunchi being a direct alternative to reduce the amount of garbage collection systems.

**KEY WORDS:** <ENVIROMENTAL CONTAMINATION><BEEF CATTLE SLAUGHTER><WASTE [RUMINAL CONTENTS] ><WASTE [MANURE] ><ORGANIC FERTILIZER [COMPOSTING] ><CHUNCHI [CANTON] >



## **INTRODUCCION**

En la naturaleza existe la capacidad de eliminar los contaminantes ambientales, logrando de esta manera reducir los efectos negativos, sin embargo existe la contaminación ambiental de origen antropogénico debido al aumento de las necesidades del hombre, la autodepuración por parte de la naturaleza no son suficientes por lo que se busca formas de mitigar en las que dé lugar a la intervención humana.

En los años setenta del siglo XX, se llevaron a cabo las primeras conferencias, reuniones y encuentros para tratar temas sobre el ambiente, empezando a surgir el interés por el desarrollo sostenible, fortaleciendo la idea de la utilización racional de los recursos naturales.

Los recursos naturales en nuestro país, están siendo afectados por la intervención del hombre, disminuyendo su disponibilidad. El incremento de urbanización en zonas de producción, el uso inadecuado del suelo, pesticidas, deforestación, vertimiento de sustancias contaminación a los cuerpos hídricos.

Deben tomarse las medidas necesarias para el aprovechamiento del suelo y el agua, entre las cuales podemos citar normativas, y leyes que tengan como objetivo la protección y distribución equitativa de estos recursos. Ecuador mediante la ley de Gestión Ambiental emitida el 30 de Julio de 1999, señala los límites permisibles y establece las obligaciones, responsabilidades y niveles de participación de los sectores públicos y privados en la gestión ambiental, dando lugar a modelos analíticos, matemáticos y estadísticos siendo una herramienta válida para determinar conformidades y no conformidades por parte de entidades reguladoras y dar cumplimiento a la ley.

La visión y misión de la escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), la Facultad de Ciencias (FC) y su Carrera de Ingeniería en Biotecnología Ambiental (IBTA), es formar estudiantes capaces de aplicar sus conocimientos para la mejora del ambiente. Esto es indispensable para producir soluciones a las alteraciones ambientales que se presenten, de esta

manera el estudiante es un elemento primordial de apoyo, e interpretación de estudios de contaminación.

El presente proyecto de investigación titulado como “OPTIMIZACION 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 COMERCIALIZACION” se redacta con carácter de Trabajo Profesional de Fin de Carrera, para la obtención por parte de quien lo suscribe del título de Ingeniera en Biotecnología Ambiental.

Es indispensable aprovechar la creciente demanda de residuos orgánicos provenientes del centro de faenamiento Chunchi para abono orgánico. Para tal fin se dispone de un área de compostaje, en el Relleno sanitario de Chunchi, situado a la salida de la ciudad.

En los documentos presentes a continuación, se recogen todos los datos y características que han sido obtenidos como resultado de la elaboración de Abono orgánico partir de residuos provenientes del proceso de faenamiento, permitiendo marcar las líneas directrices para la materialización de las obras e instalación que se proyecta. Se pretende proyectar una industria moderna, basada en la elevada calidad del producto elaborado.

El trabajo está dividido en cuatro capítulos. El primer capítulo es el marco teórico en el que se tiene toda la información correspondiente a compost, que es, como se hace, para que sirva. También incluye la importancia del uso del mismo para resolver problemas de contaminación. El segundo capítulo es la descripción del proyecto en su totalidad, es decir proporcionan las características de los sustratos, los rendimientos, el cálculo de los costos de materiales y de mano de obra para la actividad, así como la duración del proceso de compostaje. Y cerramos con el capítulo tercero con los Resultados y Discusiones, Conclusiones y Recomendaciones.

## **JUSTIFICACION**

En Ecuador el funcionamiento de empresas de faenamiento provocan contaminación ambiental debido al depósito del contenido ruminal, el estiércol y agua utilizada para limpieza de los establecimientos, en los sistemas de alcantarillado que se dirigen a ríos o lagos. La liberación de estos materiales al ambiente conlleva problemas en los ecosistemas, y la salud del ser humano.

El contenido ruminal y estiércol es un contaminante peligroso, porque al descomponerse produce olores desagradables y CO<sub>2</sub> el mismo que lleva a la contaminación del suelo y el medio. Por lo tanto se requiere un cambio de paradigma, que tenga visión ambiental teniendo en claro que estos residuos son recursos que pueden y deben ser aprovechados.

En el cantón Chunchi se consume un promedio anual de 6.288 cabezas de ganado, (vacuno, porcino, ovino). De este total se producen 8.340 kg de desechos. Se calcula que el 75% pertenece al contenido ruminal, el 24% representa el estiércol de los animales. Originándose una descarga diaria de 1 tonelada de materiales contaminantes como sangre, estiércol, contenido ruminal, y otros residuos que son vertidos al sistema de alcantarillado, y sistemas de recolección, no reciben un tratamiento adecuado, tiene un incremento en la contaminación del suelo de su sector y las zonas aledañas de influencia, sumando a esto el impacto ambiental que se genera debido a la emisión de malos olores, ocasionado molestias y enfermedades de proliferación a los pobladores.

La creciente demanda mundial por la prevención de la calidad ambiental y el consumo de productos obtenidos de forma natural, sumando a esto la preocupación por parte del Centro de Faenamiento en la adecuada disposición final de sus residuos lleva al planteamiento del presente tema de investigación “Optimización de los residuos generados en el proceso de faenamiento del ganado en el camal del Cantón Chunchi provincia de Chimborazo mediante el proceso de compostaje para su comercialización”

Desde un principio debido a la necesidad de alimentos, el crecimiento poblacional, y las demandas del sistema económico, han exigido que el hombre busque alternativas encaminadas a

la productividad permanente de sus terrenos, lo que dio como resultado tierras cansadas y deterioradas. En la búsqueda de soluciones ante esta problemática el hombre ha buscado la solución en los agroquímicos, productos concentrados ligeros de fácil uso y manipulación, pero de alto costo y poco recomendados por las contraindicaciones que estos tienen para la alimentación y salud, lleva a la producción de abono orgánico que cumple las funciones de estimulante y fertilizante de suelos, elaborado a partir de desechos orgánicos. La elaboración de abono orgánico para el aprovechamiento de los residuos orgánicos provenientes del camal es una tecnología adecuada que proporciona una amplia gama de subproductos que puede ser utilizado en campos como la agricultura.

En la actualidad la adecuada disposición final de los residuos orgánicos provenientes del proceso de faenamiento de ganado, toma gran importancia, planteándose alternativas sustentables que incluyen el uso adecuado de los mismos, garantizando la protección ambiental y el cuidado de la salud de los pobladores, favorece también a los ingresos económicos, al poder comercializar estos subproductos aptos para la agricultura, lo que contribuirá al mejoramiento de la calidad del suelo.

Se pretende obtener una alternativa viable para el adecuado manejo y tecnificación de los residuos orgánicos, que favorece a una correcta conservación y manejo de los recursos naturales para demostrar la importancia de abonos orgánicos dentro de la oferta de abonos, contribuyendo también a la conservación de la biodiversidad, y cuidado a la salud de sus pobladores en lo referente a la emisión de malos olores y enfermedades de proliferación.

Al observar el gran riesgo ambiental y sanitario, la finalidad de este proyecto es aportar con una investigación orientada a la biodegradación aeróbica, proceso para disminuir la contaminación ambiental y aumentar la seguridad de la salud de los pobladores del cantón Chunchi. El objetivo de la presente investigación es convertir un problema ambiental costoso y complicado, a un beneficio comunitario, debido a que se elimina la contaminación y se puede obtener una fuente constante de abono orgánico.

## **OBJETIVO GENERAL**

Optimizar los residuos generados en el proceso de faenamiento del ganado en el camal del Cantón Chunchi provincia de Chimborazo mediante el proceso de compostaje para su comercialización

## **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- ✓ Evaluar la elaboración de compostaje mediante la combinación de contenido ruminal, estiércol, y materia vegetal.
- ✓ Proporcionar un valor agregado a los residuos orgánicos contaminantes, para la elaboración de abono orgánico.
- ✓ Obtener la relación costo /beneficio que genera la obtención de Abono orgánico

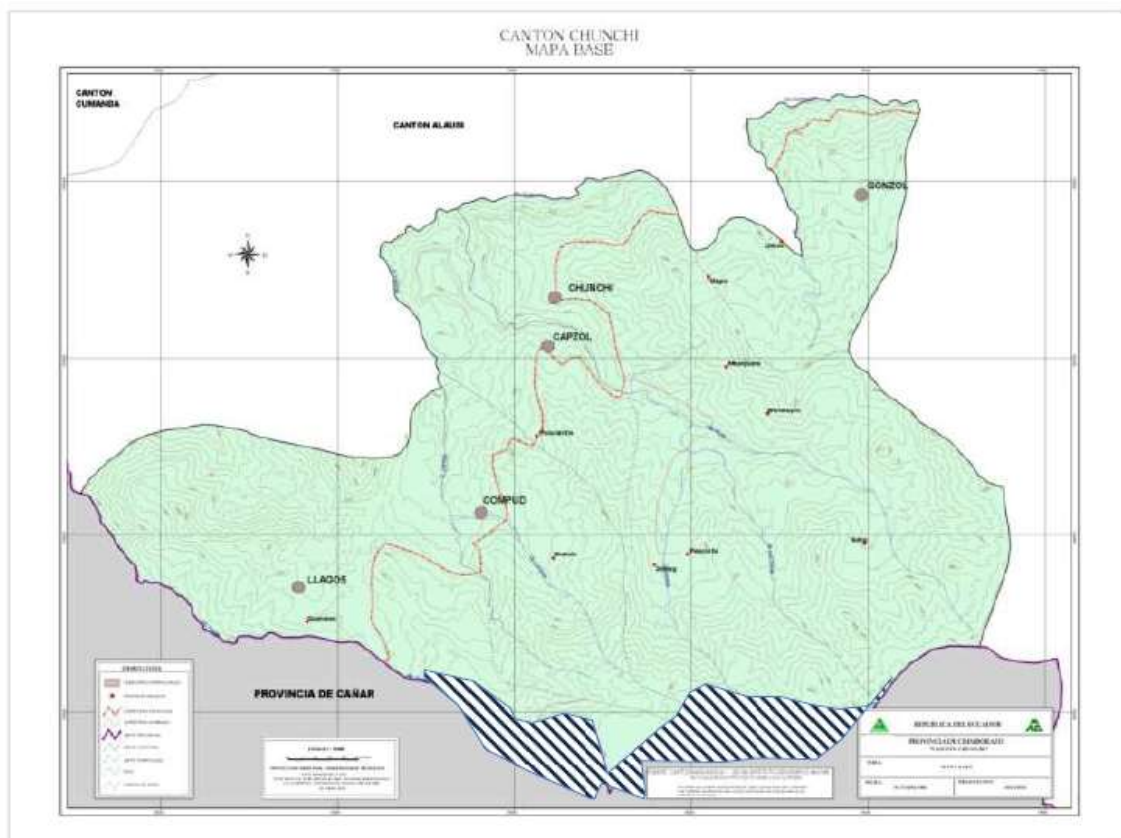
El compost obtenido a través de este proyecto de investigación tiene la ventaja de incrementar la materia orgánica en el suelo, por lo que es recomendable incorporarles a los terrenos antes de la siembra debido a que ayuda a incrementar las poblaciones microbianas edáficas, alcanzando de esta manera el objetivo para fines agrícolas.

# CAPITULO I

## 1 MARCO TEÓRICO

### 1.1 Descripción del lugar de estudio

El lugar donde se implementó el área de compostaje se encuentra ubicado en el cantón Chunchi, aproximadamente a 25km al sur de la ciudad de Riobamba, ubicada en las coordenadas geográficas al norte oriente y occidente con el cantón Alausi, y al sur con la provincia de Cañar, el rango altitudinal oscila entre los 1,600 y 4,300 m.s.n.m. El cantón Chunchi está constituido por 12686 habitantes, de los cuales 6624 son mujeres y 6062 son hombres, la mayoría de etnia mestiza, los mismos que se dedican a la agricultura principalmente. (PDOT.Chunchi, 2015, pp. 3-10 )



**Figura 1.1 Mapa Chunchi**

Fuente: Plan de desarrollo y ordenamiento territorial del Cantón Chunchi, 2015

## **1.2 Gestión ambiental**

La gestión ambiental es el proceso orientado a resolver, mitigar y/o prevenir los problemas referentes al ambiente, con el único propósito de lograr un desarrollo sostenible, buscando satisfacer las necesidades de las generaciones actuales sin comprometer las posibilidades de las del futuro.

Un programa de Gestión ambiental busca respuestas adecuadas a los problemas relacionados entre la sociedad y la naturaleza. Para ello emprende acciones tendientes a generar y rescatar conocimientos, monitorear los recursos del territorio y sistematizar las experiencias para la construcción del modelo de desarrollo alternativo a que aspira la sociedad. (Gandara, 2004, p 20)

## **1.3 Contaminación Ambiental**

Se entiende por contaminación ambiental a la introducción de cualquier sustancia contaminante a un medio, que produce daños irreversibles o no.

Se denomina contaminación ambiental a la presencia en el ambiente de cualquier agente (físico, químico o biológico) o bien la combinación de estos en concentraciones consideradas significativas para ser nocivas para la salud, la seguridad y bienestar de la población. Siendo también perjudiciales para la vida vegetal o animal, impidiendo la utilización normal de las propiedades y lugares de recreación y asentamiento de los mismos.

Se conoce también a la contaminación ambiental como la incorporación de agentes que se consideran contaminantes a los cuerpos receptores de sustancias sólidas, líquidas o gaseosas, o una mezcla de los mismos, que se obtiene como resultado la alteración desfavorable de las condiciones naturales del mismo, o que lleguen afectar la salud, la higiene o el bienestar de la población . (Haya, 2005: pp. 75-80)

Podemos decir que la contaminación es:

- ✓ Exceso de basura en el medio
- ✓ Ensuciar el suelo con fertilizantes y productos químicos
- ✓ Excesiva producción de desechos industriales y domésticos.

#### 1.4 Legislación ambiental aplicable al proyecto

La base legal en que se enmarca la presente investigación se presenta en la siguiente tabla.

**Tabla1-1. Legislación Ambiental**

LEGISLACION	DESCRIPCION	ARTICULOS APLICABLES
Constitución Política de la República del Ecuador. (2008)	En el ámbito ambiental, la Constitución Política del Ecuador establece los deberes y obligaciones del Estado, así como de los ciudadanos para con el medio ambiente.	3 (Nral.7) 14, 15,31,32 66 (Nrals. 2 y 27 ) 71, 72 ,73 83 (Nrals. 3 y 6 ) 264 (Nral. 4), 275, 276 (Nral. 4) 277(Nral.1 ) 278 (Nral.2) 319,397 (Nral.2), 411,412 y 413

**Fuente:** Constitución de la República del Ecuador

**Realizado por:** Vanesa Riera 2015

#### 1.5 Gestión ambiental de residuos.

La gestión ambiental de residuos, es la aplicación de medidas adecuadas desde el punto de vista de salud, técnica, económica y ambiental, para minimizar, tratar, o disponer, todos los residuos que se generan en una actividad.

La gestión de residuos consiste en conocer los impactos ambientales de las diferentes prácticas de gestión existentes. El incremento de residuos producidos en los últimos años supone que la producción y consumo incrementa las cantidades de materiales que cada año se devuelven al



ambiente, amenazando potencialmente la integridad de los recursos naturales. La dimensión de estos impactos depende de la cantidad y composición de los residuos.

En los camales municipales del Ecuador, el tema ambiental no posee la debida importancia, por falta de recursos económicos, y el desconocimiento en cuanto a la gestión ambiental. Por esta razón en la mayoría de camales municipales, los residuos sólidos son dispuestos de manera inadecuada, llevando a la generación de un impacto adverso en la biodiversidad local, con consecuencias directas e indirectas a la salud pública. Sumando a esto la ubicación de los diferentes camales en zonas urbanas. Sin embargo se considera que el 100% de los residuos sólidos generados en los procesos de faenamiento son biodegradables. ( Bucheli. F, 2000, pp: 25- 30)

## **1.6 Gestión ambiental de residuos de camales en ecuador**

### **1.6.1 Definición de camal o matadero**

Según la Ley de Mataderos (Art.2): Se entiende por Matadero o Camal Frigorífico, el establecimiento dotado de instalaciones completas y equipo mecánico adecuado para el sacrificio, manipulación, elaboración, preparación y conservación de las especies de carnicería bajo varias formas, con aprovechamiento completo, racional y adecuado de los subproductos no comestibles. Poseerán instalaciones de frío industrial proporcionales a su tamaño. (ley de Mataderos, 1966: pp: 125- 130)

### **1.6.2 Residuos solidos**

En los mataderos, el 25% del peso total de los animales vivos se considera como residuos (estiércol, contenido ruminal, sangre, huesos, pelo, cuernos, fragmentos de tejidos grasos, conjuntivos y musculares, pezuñas). Se trata de materiales que poseen un alto contenido de proteínas, un notable contenido de nitrógeno, fosforo potasio y calcio.

El contenido ruminal es empelado para la formulación de concentrados para la alimentación de animales, producción de abonos orgánicos a través del compostaje. Las características del

estiércol, su olor, color, consistencia dependen de los diversos animales, teniendo una variedad de microorganismos favorables para la obtención de abono. La mayor parte de residuos originados en los procesos de faenamiento pueden ser recuperados y reutilizados, de esta manera eliminamos un gran porcentaje de los elementos contaminantes. (Residuos Solidos, 2008: pp: 35-50)

## **1.7 Gestión ambiental de residuos de camales**

Los residuos de camal tienden a ser un riesgo para el ecosistema (agua, suelo, seres vivos.) debido a la degradación de las fuentes de agua y los suelos que son afectados por ser vertidos directamente.

Esta situación revela el evidente daño ambiental, desperdicio de recursos que pueden ser reusados y considerados como un subproducto. La recuperación y separación de estos residuos de manera integral en el camal es esencial. Deben ser valorados como subproductos para ser utilizados en otras actividades, como la elaboración de compostaje, alimentos harina incluso generación de energía. (Bonilla M, 2011: pp: 125 – 140 )

## **1.8 Alternativas de manejo de residuos**

El sistema de manejo se denomina a la transformación de la materia orgánica bruta en compostaje. Se entiende como compostaje al sistema de obtención de una material que se puede calificar de abono orgánico.

### **1.8.1 Compostaje**

#### **1.8.1.1 Definición de compostaje**

Una variedad de definiciones se pueden encontrar en la literatura, las cuales varían en cuanto al enfoque, prioridades y especificaciones. Algunas de estas son:

- Producto que se obtiene del proceso de compostaje, y constituye un grado medio de descomposición de la materia orgánica, que ya es en sí un buen abono. (S.E, 2006: p.50)
- Conversión biológica bajo condiciones controladas, de material de desecho en un producto higiénico, rico en humus y relativamente estable que acondiciona el suelo y nutre las plantas. (Mathur, 199: p. 45)
- Compostaje a la mezcla de materia orgánica en descomposición en condiciones aeróbicas que se emplea para mejorar la estructura del suelo y proporcionar nutrientes. (Agricultura, 2013: p.35)
- El compostaje es una tecnología de bajo coste que permite transformar residuos y subproductos orgánicos en materiales biológicamente estables que pueden utilizarse como enmendantes y/o abonos del suelo y como sustratos para cultivo sin suelo, disminuyendo el impacto ambiental de los mismos y posibilitando el aprovechamiento de los recursos que contienen.(Castro, 2013: p.30)

#### *1.8.1.2 Propiedades del compost*

- Mejora las propiedades físicas del suelo. La función de la materia orgánica en el suelo es estabilizar la estructura, reduce la densidad aparente, aumenta la porosidad y permeabilidad, aumenta su capacidad de retención de agua. En conclusión se obtiene suelos más esponjosos y con mayor retención de agua.
- Mejora la actividad biológica del suelo. Actuando como soporte y alimento de los microorganismos, los que constituyen a su mineralización.
- Aumenta el contenido de macronutrientes, N.P.K y micronutrientes. ( Bongkam E, 2003: pp : 123- 145)

#### *1.8.1.3 Ventajas*

- Posibilidad de tecnología simple, barata y robusta
- Recuperación del 50% de la masa (peso) y de nutrientes
- Producción de sustancias húmicas, microorganismos beneficiosos y nitrógeno de liberación lenta
- Elimina semillas y patógenos
- Posibilidad de buenas oportunidades para el control del proceso. (Casco y Herrero, 2008: p. 54)

#### *1.8.1.4 Inconvenientes*

- Requiere separación en origen

- Se necesita desarrollar y mantener un mercado para el compost
- Emisión periódica de olores, especialmente en el caso de RSUb
- Pérdidas de 20 – 40 % de nitrógeno en forma de amoníaco, y de 40 – 60% de carbono en forma de dióxido de carbono. (Casco y Herrero, 2008: p. 54)

## **1.9 Fases del compostaje**

### **1.9.1 Fase Mesófila:**

“El material de partida comienza el proceso de compostaje a temperatura ambiente y en pocos días (e incluso en horas), la temperatura aumenta hasta los 45°C. Este aumento de temperatura es debido a actividad microbiana, ya que en esta fase los microorganismos utilizan las fuentes sencillas de C y N generando calor. La descomposición de compuestos solubles, como azúcares, produce ácidos orgánicos y, por tanto, el pH puede bajar (hasta cerca de 4.0 o 4.5). Esta fase dura pocos días (entre dos y ocho días)”.

### **1.9.2 Fase Termófila o de Higienización.**

“Cuando el material alcanza temperaturas mayores que los 45°C, los microorganismos que se desarrollan a temperaturas medias (microorganismos mesófilos) son reemplazados por aquellos que crecen a mayores temperaturas, en su mayoría bacterias (bacterias termófilas), que actúan facilitando la degradación de fuentes más complejas de C, como la celulosa y la lignina. Estos microorganismos actúan transformando el nitrógeno en amoníaco por lo que el pH del medio sube. En especial, a partir de los 60°C aparecen las bacterias que producen esporas y actinobacterias, que son las encargadas de descomponer las ceras, hemicelulosas y otros compuestos de C complejos. Esta fase puede durar desde unos días hasta meses, según el material de partida, las condiciones climáticas y del lugar, y otros factores. Esta fase también recibe el nombre de fase de higienización ya que el calor generado destruye bacterias y contaminantes de origen fecal como Escherichacoli y Salmonella spp. Esta fase es importante pues las temperaturas por encima de los 55°C eliminan los quistes y huevos de helminto, esporas de hongos fitopatógenos y semillas de malezas que pueden encontrarse en el material de partida, dando lugar a un producto higienizado”. ( Peña. E, 2002: pp: 145- 200)

### **1.9.3 Fase de Enfriamiento o Mesófila II.**

“Agotadas las fuentes de carbono y, en especial el nitrógeno en el material en compostaje, la temperatura desciende nuevamente hasta los 40-45°C. Durante esta fase, continúa la degradación de polímeros como la celulosa, y aparecen algunos hongos visibles a simple vista. Al bajar de 40°C, los organismos mesófilos reinician su actividad y el PH del medio desciende levemente, aunque en general el pH se mantiene ligeramente alcalino. Esta fase de enfriamiento requiere de varias semanas y puede confundirse con la fase de maduración”.

### **1.9.4 Fase de Maduración.**

“Es un período que demora meses a temperatura ambiente, durante los cuales se producen reacciones secundarias de condensación y polimerización de compuestos carbonados para la formación de ácidos húmicos y fúlvicos”. (Pilar Roman, 2013: pp. 23-24)

## **1.10 Sistemas de compostaje**

### **1.10.1 Compostaje Aeróbico**

“El compostaje consiste en la transformación bioquímica de los residuos sólidos orgánicos en un material similar al humus durante un periodo aproximado de ocho meses, este proceso se realiza en condiciones aerobias y por la acción de organismos como las bacterias y los hongos que se alimentan de los materiales a transformar. Esta tecnología es considerada como una opción sencilla y útil para tratar los desechos orgánicos; además el producto obtenido según sea su contenido de nutrientes puede ser un buen acondicionador de suelos. El compost es un material de color marrón oscuro y de olor a mantillo de bosque”. (Universidad Nacional, 2012:pp 45-50)

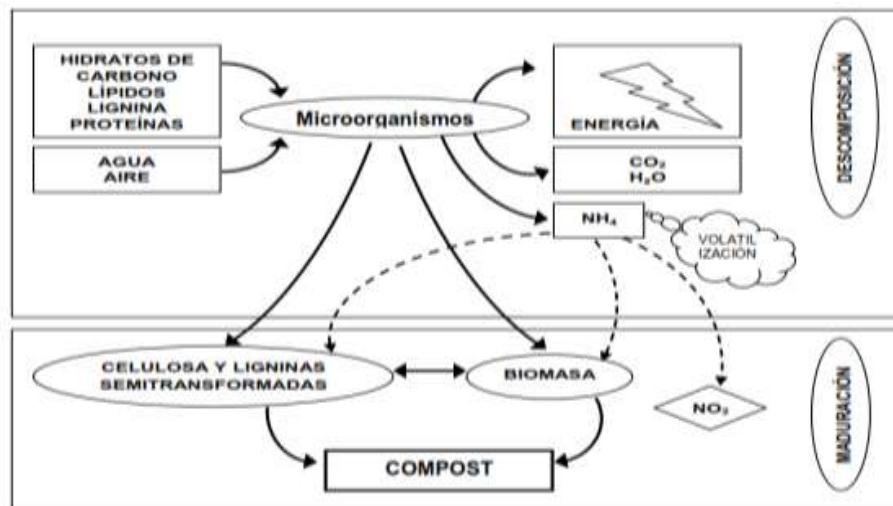
### 1.10.2 Compostaje Anaeróbico:

“Estos sistemas permiten un mejor control de los distintos parámetros del proceso en la mayor parte de los casos, así como un menor tiempo de residencia y la posibilidad de realizar un proceso continuo. Se caracterizan por llevar a cabo la del compostaje en reactores cerrados, siendo el principal inconveniente que genera el elevado coste de inversión de las instalaciones”.

(S.E.G., 2013: pp. 40-55)

### 1.11 Descripción del proceso

El compostaje es un proceso aeróbico, biológico y dinámico, para desarrollarse necesita de materia orgánica, población microbiana inicial, y con gran importancia condiciones óptimas para dar lugar a la adaptación de multiplicidad de actividades sinérgicas. La figura 1.2 presenta un esquema simplificado del proceso de compostaje.



**Figura 2-1** Esquema del proceso de compostaje

Fuente: “Compostaje” Moreno Joaquín, 2008

## **1.12 Diseño y manejo de la compostera**

### ***1.12.1 Preparación del Materia***

Los residuos provenientes del matadero deberán acumularse en pilas. Cada pila estará constituida por capas alternas de contenido ruminal, estiércol, restos vegetales, restos de jardín, y pedazos de órganos menores a 8 cm, alcanzando una altura máxima de 1.5 m. El material a compostar puede colocarse directamente sobre el suelo pero se recomienda poner una capa delgada de paja, pasto, ramas, etc., que sirven de asiento y proporcionan una adecuada ventilación. Para lograr mejores resultados se recomienda mezclar los pedazos de órganos con tierra y ubicarlos en el centro de la pila donde la temperatura es mayor. El contenido ruminal provee humedad suficiente para desarrollar la actividad bacteriana, por lo que no es necesaria agua al inicio.

## **1.13 Etapas del proceso de compostaje**

### ***1.13.1 Pre tratamiento***

Una preclasificación no será necesario en la recolección de los residuos orgánicos, debido a la no existencia de materiales inorgánicos mezclados, que afectarían la calidad del producto final. Sin embargo se recomienda desmenuzar los trozos mayores que podrían detener o afectar al proceso de biodegradación. El desmenuzamiento de los desechos orgánicos tiene la ventaja de incrementar la retención de aire y agua lo cual facilita el proceso de biodegradación llevado a cabo por los microorganismos. El tamaño de las partículas juega un papel fundamental en la rapidez de formación del compost.

### ***1.13.2 Mezclado***

La relación C/N (carbón / nitrógeno) es importante que este equilibrada. Se recomienda una tasa adecuada C/N de 30:1. Esta tasa no debe pasar de 35:1 o ser menor de 15:1. Una relación

elevada retrasa la velocidad de humificación y un exceso de Nitrógeno ocasiona fermentación no deseable.

Se determinó que los residuos del matadero son pobres en C y ricos en N, por su relación C/N de 9:1. Por el mismo es imprescindible mezclarlos con materiales ricos en Carbono, los cuales pueden ser hojas y ramas que se obtienen de la limpieza de los jardines, o del terreno donde se encuentra el camal. El material de mezcla se lo conoce normalmente como “material de soporte”.

Homogenizada la mezcla, teniendo en cuenta la relación C/N, se colocara en pilas triangulares con un volumen adecuado. Se recomienda una masa crítica de 50 – 100 kg del material a compostar. No debe exceder un máximo, y quedarse bajo un volumen mínimo, ya que esto asegura la proliferación de los microorganismos que realizan el compostaje.

Se deben cubrir las pilas de material biodegradable para evitar malos olores y no atraer las moscas. También es importante voltear las pilas de forma manual o mecánica, esto ayuda a disipar calor y reducir la temperatura.

### ***1.13.3 Pre fermentación***

La primera fase del proceso de compostaje, comienza con el dominio de bacterias mesofilas. La temperatura se eleva hasta los 75°C empezando el proceso de biodegradación, equivalente al grado 1 de madurez, llevándose a cabo durante los primeros días del compostaje.

### ***1.13.4 Fermentación principal***

La biodegradación en esta etapa se realiza por bacterias termófilas, llegando a un grado de madurez de 2 - 3. La velocidad del proceso de compostaje es más alta durante las dos primeras fases. Por lo tanto la necesidad de aireación y humedecimiento se encuentran en los niveles altos.



### **1.13.5 Maduración e higienización**

La maduración es conocida como la última fase del proceso de compostaje. Las emisiones y el proceso de biodegradación son lentos, lo que lleva a la no necesidad de aireación o humedecimiento. Sin embargo se realiza una mezcla/revuelta para mantener el producto homogéneo e higiénico. Alcanzo el 4 – 5 grado de madurez.

### **1.14 Condiciones del producto**

El compost como producto final puede utilizarse cuando el material presente un color oscuro, no es posible distinguir los materiales iniciales utilizados, olor a tierra húmeda, suave textura, humedad, temperatura estable y relación C/N equilibrada. Es necesario separar la fracción gruesa es decir aquel material que no fue posible degradarse totalmente con la ayuda de un tamiz. Para colocarlo como material de soporte junto a la fracción vegetal.

La duración del proceso en total será de 3 meses. Pasado este periodo el compost será considerado como maduro y no contendrá ingredientes fitotóxicos, bacterias patógenas y otros materiales nocivos. En el caso de cosecharse el compost antes de los 3 meses, no se garantiza un producto completamente higienizado. Se deben considerar todos los aspectos del proceso para lograr una alta eficiencia, evitando consecuencias negativas como malos olores, productos de lixiviados y pérdidas de nitrógeno. (Vilariño F, 2011: pp:35-50)

### **1.15 Variables que afectan al sistema de compostaje**

Las variables más importantes que afectan a los sistemas de compostaje pueden ser clasificados en dos tipos: parámetros de seguimiento (aquellos medidos durante todo el proceso, para verificar que los valores se encuentren en los intervalos considerados como correctos en cada fase del proceso. (Jeris y Coled, 1973: p. 55) y parámetros relativos a la naturaleza del sustrato (aquellos que han de ser medidos y adecuados a sus valores correctos fundamentalmente al inicio del proceso). Entre los parámetros de seguimiento se encuentran también los siguientes; Temperatura, humedad, pH, aireación. Y entre lo que se refiere a la naturaleza del sustrato tenemos: tamaño de la partícula, relación C/N, materia orgánica y nutriente. Los valores

óptimos durante el proceso de compostaje están influenciados por las condiciones ambientales, el tipo de residuo a tratar y el sistema de compostaje elegido, ya sea anaeróbico o aeróbico. (Casco y Herrero, 2008: p: 95)

## **1.16 Factores a considerar**

### **1.16.1 Humedad**

La humedad es un parámetro vinculado con los microorganismos debido a la utilización de agua como medio de transporte de los nutrientes y energía. La humedad óptima para el proceso de compostaje se considera alrededor de 35% al 60% de agua en peso de material base. Si existe un descenso de humedad por debajo de los 35%, disminuye la actividad microbiana, y se obtiene como resultado una incompleta fase de degradación, y la obtención de un producto biológicamente inestable. Si la humedad se encuentra superando el 60%, se producirá un desplazamiento del aire entre las partículas de la materia orgánica, volviéndose el medio anaeróbico existirá putrefacción, malos olores, y la pérdida de nutrientes por lixiviación. (Suquilanda. M, 1996: pp 337- 340)

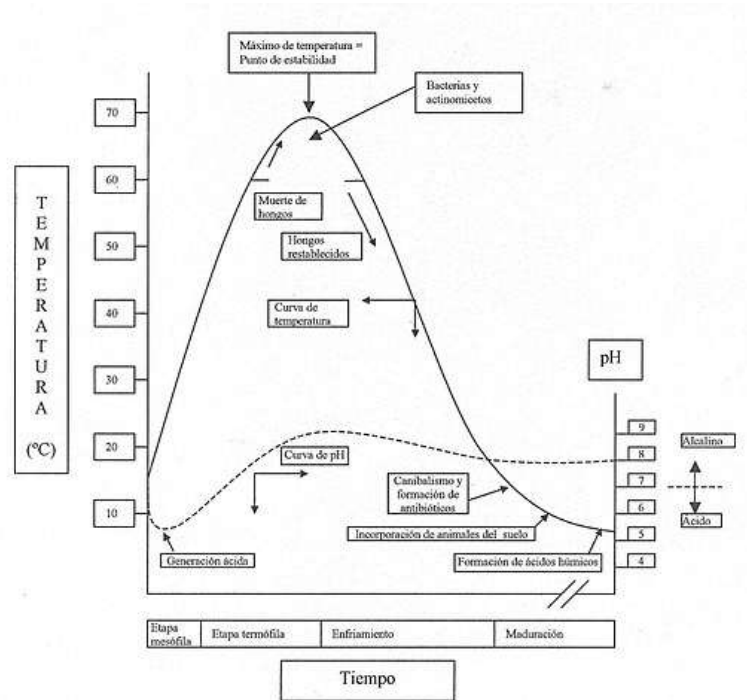
### **1.16.2 Temperatura**

La temperatura inicial del compostaje es una temperatura ambiente, y puede alcanzar los 80°C sin necesidad de actividades antropogénicas, resultando una gran cantidad de bacterias y microorganismos muertos, que eran beneficiosos para el proceso. Es recomendable que la temperatura no decaiga a gran velocidad, debido a que una adecuada temperatura incrementará la velocidad de descomposición y mayor higienización. (Chavez Revelo, L, 2012: pp:33-50)

### **1.16.3 pH**

El pH del compostaje varía dependiendo de los materiales de origen (desde 4.5 a 8.5). pH cercano al neutro (6.5 – 7.5), ligeramente ácido o ligeramente alcalino asegura el desarrollo favorable de la mayoría de los grupos fisiológicos. Valores de pH inferiores a 5.5 (ácido) inhibe

el crecimiento de la mayoría de grupos fisiológicos. Valores superiores a 8 (alcalinos) son agentes inhibidores del crecimiento, convirtiéndose en asequibles para los microorganismos.



**Figura 3-1 Curva cinética de compostaje: Temperatura y PH**  
 Fuente: <http://www.abarrataldea.org/manual.htm>

#### 1.16.4 Relación carbono nitrógeno

Es indispensable para el proceso de compostaje mantener un equilibrio entre los materiales ricos en carbono y los ricos en nitrógeno, para una óptima relación C/N entre 25:1 y 30:1. Una relación elevada disminuye la velocidad de humificación y un exceso de nitrógeno ocasiona fermentación no deseada. Una adecuada mezcla debe ser rica en celulosa, lignina (restos de poda, paja) y en azúcares (hierba verde, y restos de hortalizas). El nitrógeno será aportado por el estiércol, y contenido ruminal, los mismos que serán debidamente mezclados con materiales con alto contenido de carbono como restos de jardín y restos vegetales. (Martinez, 1995: p: 140)

#### 1.16.5 Tamaño de partícula

El tamaño de la partícula está relacionado con la actividad microbiana, para lograr una facilidad de acceso al sustrato. Si las partículas a compostar son relativamente pequeñas existe una mayor

superficie específica, facilitando el acceso al sustrato. El tamaño óptimo de los materiales para comenzar a compostar es de 5 a 20 cm.

La densidad del material y la aireación de la pila o la retención de humedad, están estrechamente relacionadas con el tamaño de la partícula, teniendo una densidad aproximada de 150 – 250 kg/m<sup>3</sup>, conforme avanza el proceso de compostaje, la densidad aumenta de 600 a 700 kg/m<sup>3</sup> debido a la disminución del tamaño de los materiales.

#### ***1.16.6 Riego y control de la humedad***

El riego de la compostera se debe realizar de acuerdo a las condiciones climáticas, evitando el exceso de humedad que lleva a la putrefacción del material, y la emisión de malos olores, se recomienda realizar un riego frecuente al inicio del proceso. A medida que el proceso avanza, y se requiere de riego, es importante tomar en cuenta la calidad del agua, la cual debe poseer baja cantidad de sustancias químicas y una buena proporción de oxígeno disuelto. La humedad del compostaje debe mantenerse alrededor de un 60%, por lo que es recomendable regar con 20 litros de agua a la pila cada vez que se observe resequedad. (MCGARRY, y otros, 1978: p:91)

#### ***1.16.7 Aireación***

Es importa una adecuada ventilación durante el proceso de compostaje, permitiendo un flujo constante de gases entre los materiales a compostar y la atmósfera. Los microorganismos que descomponen los residuos orgánicos son aeróbicos, por lo tanto requieren de oxígeno para su correcto desarrollo.

La aireación es un procedimiento que tiene como objetivo:

- Favorecer el metabolismo aeróbico
- Procurar que el proceso se cumpla homogéneamente en la masa de compostaje.

La operación se la puede realizar tanto manual como mecánica, procurando que los movimientos realizados lleven a una correcta homogenización de los materiales, es decir el material perteneciente al núcleo de la pila de compostaje pase a formar parte de la corteza y

viceversa. No se establece frecuencias preestablecidas de aireación y riego aplicables para todos los casos presentes. Una aireación excesiva resulta perjudicial al igual que un exceso de riego. La temperatura es una de los parámetros de fácil determinación, y es a partir de la misma que se ejerce un control sobre el proceso. (Rodale J, 1993: pp: 19 - 847)

#### **1.16.8      *Control de la temperatura***

Una vez alcanzada la temperatura de 55 hasta 70°C es recomendable realizar el volteo. Cuando la temperatura desciende ligeramente se oxigena el material y comienza el proceso nuevamente. Los volteos serán necesarios repetirlos cuando se alcancen valores elevados de temperatura, de esta manera nos indicara que el proceso entro a la fase de maduración. El volteo en el manejo del montón dependerá de las condiciones del lugar.

#### **1.16.9      *Tiempo de compostaje***

El tiempo o ciclo de compostaje es el transcurrido desde la conformación del montón hasta la obtención de compost estable.

El tiempo de compostaje, suele variar de acuerdo a las características de los residuos a compostar, condiciones climatológicas, manejo microbiológico y características del producto final que se quiere obtener. El tiempo de compostaje es un parámetro que puede ser controlado y establecido con cierto grado de certeza.

### **1.17      *Microorganismos beneficiosos durante el compostaje***

#### **1.17.1      *Microorganismos y biotransformación de la materia orgánica***

Durante el proceso de compostaje los microorganismos quimio heterótrofos utilizan los sustratos orgánicos como fuente de carbono y de energía en presencia de oxígeno, a través de distintas rutas metabólicas que convergen en el ciclo de Krebs, donde se generan cantidades importantes de equivalentes de reducción que permiten la obtención de energía en forma de ATP. Parte de la energía generada se disipa en forma de calor. Así para que el calor producido

tenga cierto impacto en el proceso, los sustratos deben estar dispuestos de tal forma que impidan su disipación. Es indispensable disponer de un mínimo de material apilado, debido a que estas condiciones ayudan a una retroalimentación efecto que se produce al atrapamiento de calor en el material. El incremento de temperatura acelera las actividades metabólicas microbianas propiciando la generación de más calor. La temperatura se encuentra ascendiendo incrementando la viabilidad de la mayoría de los microorganismos, lo cual ocurre a partir de los 60°C. Algunas bacterias no sobreviven a esta temperatura y como consecuencia comienza la fase de enfriamiento. Las variaciones térmicas durante el compostaje permiten la sucesión de poblaciones microbianas, contribuyendo a la eliminación de microorganismos patógenos, y la modificación de propiedades fisicoquímicas de los sustratos. (Casco y Herrero, 2008: pp. 114-115)

## **1.18 Recomendaciones y precauciones en el sistema de compostaje**

### **1.18.1 Recomendaciones**

- No se debe permitir que la temperatura se exceda
- El monton de abono debe tener una altura maxima de 50cm. A medida que pasan los días la altura se reduce a 20cm.
- Es importante no descuidar la humedad ni la temperatura, porque la actividad microbiológica puede perjudicarse por falta de oxigenación o exceso de humedad.
- Evitar el exceso de humedad al momento de preparar el abono.
- No debe dejar la pila de abono a la intemperie.(Vasquez, 2005: pp.20-21)

### **1.18.2 Precauciones**

- Existen factores que puede interrumpir la actividad biológica, reduciendo su eficacia.
- Estiércoles deteriorados lavados por las lluvias y expuestos al sol.
- Estiércoles con mucha tierra
- Presencia de antibióticos o antiparasitarios
- Presencia de residuos de herbicidas y antibióticos en los estiércoles de animales
- Exceso de humedad
- Desequilibrio en las proporciones de los insumos utilizados
- Deshomogeneización cuando la mezcla fue efectuada

- Exposición de la mezcla al sol, viento o a la lluvia. (Vasquez, 2005: pp.25-27)

### **1.19 Condiciones ideales del compostaje**

En inicios del proceso de compostaje predomina el amonio como la forma mineral de nitrógeno, el mismo es mineralizado durante el desarrollo del proceso hasta alcanzar una fracción de nitrato. En ciertas ocasiones el porcentaje de nitrógeno mineral es incorporado nuevamente a compuestos orgánicos, siendo parte de la masa microbiana o de sustancias húmicas.

En cuanto a los nutrientes podemos observar que las proteínas, azúcares o hemicelulosa se reduce rápidamente, sin embargo la descomposición de grasas, ceras, celulosa, o sustancias húmicas es lenta.

El nitrógeno se pierde durante el proceso de compostaje básicamente por cuatro vías: volatilización (amoníaco), en el calentamiento inicial; desnitrificación (nitrógeno, nitritos, nitratos), en zonas aeróbicas; lixiviados (nitratos); escurrimiento (amonio y nitrógeno orgánico). La pérdida de nitrógeno total puede llegar a más de 50%.

Una relación C/N es importante en el proceso de compostaje, de esta manera podemos decir que si la relación C/N supera el 33:1, el proceso de descomposición será prolongado.

En el caso del carbono orgánico durante el proceso de compostaje se convierte en dióxido de carbono. En ocasiones suele perderse más carbono que nitrógeno, por este motivo la relación C/N es estrecha. En el proceso de descomposición de los residuos orgánicos, suele liberarse el 65% de carbono en CO<sub>2</sub> y el 35% restante es utilizado por los microorganismos para síntesis de su estructura.

Un compost ideal posee los 10 siguientes parámetros como características principales:

- Debe poseer un color café oscuro hasta negro, no debe tener mal olor y mucha humedad.

- Debe poseer un olor similar al de la tierra, suelo de bosque o humus.
- Debe poseer una reacción de solución (pH) entre 6.0 y 7.4
- Es ideal obtener una mezcla de materiales iniciales homogénea. El contenido de materia orgánica se encuentra entre los 25 y 50%
- El intervalo de humedad debe mantenerse entre el 30% y 70%.
- El contenido de Potasio debe encontrarse acorde al material inicial que es aproximadamente del 5% en su estructura.
- Es necesaria una buena adición de carbono que favorece al contenido de la compostera y las bacterias nitrificantes.
- El compost como producto final debe contener nitratos procedentes de la descomposición de la proteína del material inicial.
- Podemos decir que un compost ideal tiene en su composición trazas de manganeso y otros micro elementos que favorecen al cultivo. (Melendez, 2003: pp:30-45)

### **1.20 Aplicación de compost**

El compost puede considerarse semimaduro durante la fase mesofila II, pero también puede ser considerado como maduro. El compost semimaduro posee la ventaja de tener nutrientes fácilmente asimilable por las plantas debido a su elevada actividad biológica. Sin embargo tiene la desventaja de poseer un pH no estable aun, teniendo presente la acidez, que puede afectar negativamente a la germinación de semillas o a plantas delicadas.

Sin embargo el compost maduro puede ser utilizado en terrenos previamente labrados, o la horticultura (coliflor, apio, papa), incorporando una cantidad aproximada de 4 – 5 kg/m<sup>2</sup>. Pero en cultivos extensivos, la aplicación es de 7 -10 T/ha de compost.

El compost maduro es utilizado en gran medida para jardines y macetas. Se suele realizar una mezcla del 20% - 50 % con tierra y otros materiales como cascarillas de arroz para preparación de sustrato.

Podemos decir que el compost es considerado como un mejorador de la estructura del suelo, que facilita las labores de manejo del cultivo, debido a que provee a la planta un sustento para sus



raíces, lo que ayuda a mantener la humedad y favorece la absorción de nutrientes. El compost también es utilizado en suelos arcillosos con el objetivo de mejorar la calidad.

Para la aplicación de compost en terrenos es necesario tener en cuenta que se debe mezclar con los 10cm superiores del terreno, esto quiere decir que se necesita un previo arado de discos, unas dos veces sobre el terreno o el paso de un rotavator. Es importante realizar una aplicación de compost al terreno por lo menos dos veces al año, que tenga mínimo de 1 cm hasta 8 cm de espesor.

El compost es el mejor acondicionador del suelo para las rosas. En función de esto se recomienda la preparación previa del terreno un mes antes de la siembra, ubicando el compost al menos a 30 cm de profundidad. Es importante tener en cuenta que el compost obtenido a partir de material vegetal y estiércol que se mantiene humedecido es de vital aplicación e importancia para cultivo de rosas. (Aznar, A. Cabanelas , 2012:pp:35-40)

## **1.21 Utilización del compost**

### ***1.21.1 En los semilleros***

Se puede mezclar con tierra cernida, en proporción del 60 al 90% de tierra y 10 a 40% de compost.

### ***1.21.2 Abonado directo en hoyo de siembra***

Se aplica el compost en la base del hoyo, posteriormente es necesario cubrirlo con tierra para evitar que la raíz se queme con el abono.

### **1.21.3 Abonado a los lados de las plantas**

En el cultivo establecido se realiza un mantenimiento con compost, una vez aplicado es necesario cubrirlo con hojarasca.

### **1.21.4 Abonado directo a los surcos**

Se recubre con compost el lugar donde se establecerá el cultivo, evitando la pérdida del mismo y la obtención de mejores resultados.

### **1.21.5 Algunas dosis sugeridas**

Hortalizas de hojas de 10 a 30 gramos en la base. Hortalizas de tubérculo hasta 80 gramos, tomate, papa y pimentón de 100 a 120 gramos. En hortalizas de ciclo corto (rábano), con una sola aplicación es suficiente. En cultivos semestrales pueden realizarse dos aplicaciones, máximo tres. Es necesario recordar que la dosis por aplicar es fija, depende de la fertilidad del suelo donde se vaya a cultivar, del clima y de las necesidades de nutrición del cultivo. (Vasquez, 2005: pp.18-19)

<b>Cultivo</b>	<b>Dosis sugerida (gr / planta)</b>	<b>Sitio de aplicación</b>
Tomate	125	En la base del hueco
Cebolla y cebollín	25	En la base del hueco
Remolacha	10	Al lado de la planta
Lechuga amarilla	10	En la base del hueco
Lechuga americana	15	En la base del hueco
Frijol o habichuela	10	En la base del hueco
Repollos	20	En la base del hueco
Pepino	25	Bajo la semilla

**Figura. 4-1 Recomendaciones para experimentar dosis de compost en hortalizas.**  
Fuente: Restrepo R.J. (2001).

## **CAPITULO II**

### **2 PARTE EXPERIMENTAL**

#### **2.1 Ubicación del lugar de investigación**

El presente trabajo de investigación tuvo dos fases una de campo y otra de laboratorio. La primera fase se desarrolló en el invernadero que posee el Camal en el Cantón Chunchi, y la segunda fase se llevó a cabo en el laboratorio de suelos de la Facultad de Recurso Naturales perteneciente a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo para los respectivos análisis del material en las diferentes etapas del proceso de compostaje.

##### **2.1.1 *Ubicación geográfica***

El centro de compostaje del Camal en el Cantón Chunchi está ubicado a 2 Km de la ciudad Chunchi con dirección al Sur.

#### **2.2 Ubicación ecológica**

##### **2.2.1 *Zona de vida***

Se encuentra en una de las estribaciones septentrionales del nudo de Azuay, dentro de la hoya de Alausí o del río Chanchan. Limitada al norte con el nudo de Tiocajas, al oriente con la cordillera central y al occidente con el encañonado del río Chanchan en la cordillera occidental.

##### **2.2.2 *Superficie:***

2174.9 kilómetros cuadrados

### **2.2.3**      *Temperatura:*

En el centro del área de compostaje se registra una temperatura promedio de 14,5°C y una humedad relativa promedio de 88% anual.

### **2.2.4**      *Precipitación:*

Posee una pluviosidad de 400 hasta 1000mm.

Información proporcionada por: Plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón.

## **2.3**      **Materiales y métodos**

### **2.3.1**      *Materiales*

Se utilizaron los siguientes materiales, y herramientas:

#### **2.3.1.1**      *Materiales de Laboratorio*

Peachimetro, termómetro de compost, agua destilada, estufa.

#### **2.3.1.2**      *Herramientas*

Baldes, palas, plástico, franela, fundas ziploc.

#### **2.3.1.3**      *Materiales para compost*

Residuos de Faenamiento (estiércol y contenido ruminal), Restos de jardín (Hojas secas, hierbas), Residuos vegetales (hortalizas, cascaras de frutas).

#### 2.3.1.4 *Materiales de Seguridad*

Mascarillas, Guantes, Botas de caucho.

#### 2.3.1.5 *Materiales de Oficina*

Cámara. Libreta de registros, esferos y lápices, Impresiones.

### **2.4 Métodos**

#### **2.4.1 *Diseño experimental.***

Durante el proceso de compostaje se realizó controles de temperatura, pH, y humedad, 3 veces a la semana durante 12 semanas, análisis de Nitrógeno, Potasio, Fosforo, humedad y Carbono Orgánico a los 30, a los 60 días Nitrógeno, Potasio, Fosforo, y Carbono Orgánico y a los 90 días de tratamiento se realizaron análisis finales de macro y micronutrientes, también materia orgánica pH, carbono orgánico y humedad, a las diferentes pilas experimentales, para determinar de esta manera la formulación adecuada para elaborar abono orgánico (compost).

Se realizó análisis estadísticos para determinar que tratamiento es adecuado para la elaboración de abono orgánico (compost) en relación al tiempo óptimo de compostaje, análisis de: Fosforo, Nitrógeno, Potasio, Calcio, Magnesio, Humedad, pH, Carbono Orgánico y Materia Orgánica en el laboratorio, para determinar la calidad del abono orgánico obtenido, y poder proceder a su posterior comercialización, logrando ubicarse en competencia con los distintos distribuidores de abono orgánico que se encuentran en el cantón.

Se desarrolló una relación costo / beneficio para determinar viabilidad del proyecto de investigación para su implementación. Por lo tanto se plantearon los siguientes procedimientos:

#### 2.4.1.1 *Sustratos a probar*

Los factores a probar en la fase de campo son:

**Tabla 1-2 Sustratos para compost**

<b>S1</b>	ESTIERCOL
<b>S2</b>	CONTENIDO RUMINAL
<b>S3</b>	ESTIERCOL + CONTENIDO RUMINAL

Elaborado por: Vanesa Riera Pozo 2015

**Tabla 3-1 Aditivos para el compost**

<b>A1</b>	RESIDUOS VEGETALES
<b>A2</b>	RESTOS DE JARDIN

Elaborado por: Vanesa Riera Pozo 2015

## 2.5 **Tratamientos a comparar**

Los tratamientos a comparar son el resultado de 2 clases de sustratos y una combinación de estos (sustrato mix).

**Tabla 3-2 Combinaciones**

<b>NOMENCLATURA</b>	<b>COMBINACIONES</b>	<b>DESCRIPCION</b>
T1	S1A1A2	Estiércol + Residuos Vegetales + Restos de jardín
T2	S2A1A2	Contenido Ruminal + Residuos Vegetales + Restos de jardín
T3	S3A1A2	Contenido Ruminal + Estiércol + Residuos Vegetales + Restos de jardín

Elaborado por: Vanesa Riera Pozo 2015

## 2.6 Tipo de diseño

El tipo de diseño fue completamente experimental

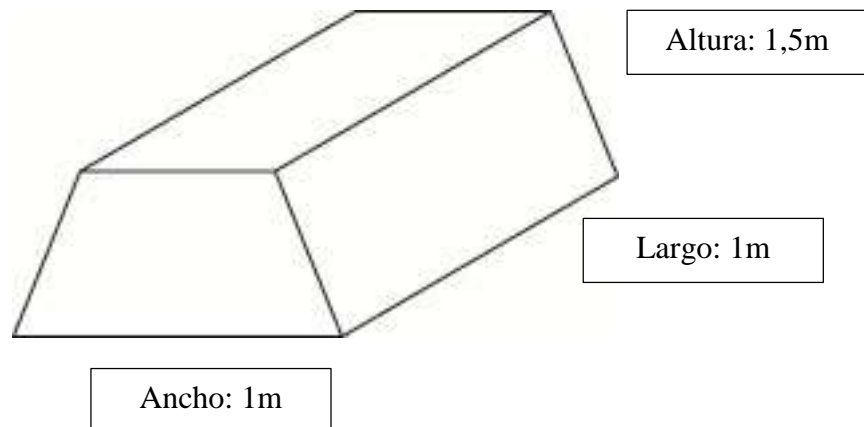
### 2.6.1 Repeticiones o bloques

Cada tratamiento constó de 3 repeticiones o réplicas

## 2.7 Características de la pila

Pilas de compostaje experimental: Dimensiones: Largo: 1m Ancho: 1m y Altura: 1,5m.

### 2.7.1 Croquis del diseño



**Figura 1-2 Detalles Unidad Experimental**  
Elaborado por: Vanesa Riera Pozo 2015



**Figura 2-1 Ordenamiento de las Unidades Experimentales**

Elaborado por: Vanesa Riera Pozo 2015

## 2.8 Valoración de sustratos para el compostaje

Se realizó un estudio de análisis para reconocer la composición de los sustratos que se van a utilizar en la elaboración de compost.

### 2.8.1 *Toma de muestras*

Se tomó 1 Kg de muestra de cada sustrato (Rumen, Estiércol), recolectándolos en una funda ziploc por separado y correctamente etiquetados.



## **2.8.2      *Análisis de laboratorio***

Se enviaron al laboratorio de Suelos de la Facultad de Recursos Naturales para los siguientes análisis:

### **2.8.2.1      *Rumen***

Nitrógeno, Potasio, Fosforo, por el método de Absorción Atómica

Humedad, diferencia de volúmenes

Carbono Orgánico, por el método de calcinación.

### **2.8.2.2      *Estiércol***

Nitrógeno, Potasio, Fosforo, por el método de Absorción Atómica

Humedad, diferencia de pesos

Carbono Orgánico, por el método de calcinación.

Se obtuvo un informe indicando los resultados obtenidos de los análisis de cada sustrato, haciendo referencia a Métodos de ensayo del INEN 2642

## **2.9      *Elaboración de pilas de compostaje***

Se empezó transportando el Contenido Ruminal y Estiércol por separado en galones, hacia el área de compostaje. De igual manera se trasladaron los desechos vegetales provenientes del mercado central de Chunchi, y los restos de jardín que se originan de la limpieza de los diferentes parques.

Se trituró los residuos vegetales, y restos de jardín, finamente en dimensiones promedio de 3cm x 0.4cm

Se levantaron las pilas de compostaje experimentales alternando capas de la siguiente manera:



**Figura 3-2 Modelo de la pila de compostaje**  
Elaborado por: Vanesa Riera Pozo 2015

Se procedió con la medición y trazado de las dimensiones de las pilas experimentales. Dimensiones: Largo: 1m Ancho: 1m y Altura: 1.5 m

Se estableció las pilas experimentales, con los diferentes sustratos, es necesario añadir un compost tipo testigo conformado por pilas trabajadas con residuos vegetales, restos de jardín y tierra. Por lo tanto se cumplió un total de 16 pilas a levantar.

## 2.10 Actividades en el proceso de compostaje

Una vez formadas las pilas se procedió a verificar la humedad entre 30% y 70%, en caso de presentarse una humedad relativamente baja se recomienda regar el montículo.

Se realizó aireaciones semanales; empezando desde la segunda semana, dependiendo de la temperatura.

Es importante el volteo del montículo para tener una mezcla homogénea.

Al finalizar la fase de maduración entre los 90 a 100 días de proceso de compostaje, la humedad desciende a un 30%. Con esta humedad es factible conversar la vida microbiana.

Se tomó las muestras de cada unidad experimental para la evaluación analítica en el laboratorio de macro y micro elementos de mayor importancia y el análisis estadístico para determinar el tiempo óptimo de compostaje.

El producto final obtenido pasó por un proceso final de tamizado con la finalidad de homogenizar el tamaño de las partículas, obteniendo un mejor aspecto del producto antes de ser empaquetado y comercializado.

## **2.11 Evaluación de variables**

Durante el proceso de compostaje se evaluó diferentes variables como pH, temperatura y humedad, a través de la toma de los datos siguiendo el cronograma establecido por el periodo de 12 semanas, llevando de esta manera un adecuado registro para los respectivos análisis estadísticos.

### **2.11.1 pH**

La medición de esta variable se realizó con la utilización de un peachimetro para un test rápido de pH en solución. Para esto fue necesario desarrollar un macerado con 50g de muestra de compost de cada unidad experimental en agua, se sumergió el peachimetro en la solución, obteniéndose los valores de pH de cada pila experimental. Este procedimiento se realizó 3 veces por semana, durante 12 semanas que duro el proceso de compostaje.

### 2.11.2 *Temperatura*

La temperatura fue tomada 3 veces a la semana a las 10 de la mañana, este dato es necesario para determinar la evolución de la actividad microbiana. Se realizó tres tomas de temperatura a cada pila experimental del centro de la pila, el inicio y final de la misma, por el periodo de 12 semanas.

### 2.11.3 *Humedad*

Es importante la medición de la humedad para analizar la pérdida de peso debido a la desecación total del montículo. La medición de la humedad se realizó de dos formas, la primera se desecó 50g de la muestra en una estufa a 200°C durante 2 horas. La pérdida de masa se determinó por diferencia es decir el peso inicial y el peso después de ser desecada. Y la segunda según el método del puño.

**Tabla 4-2 Cronograma de actividades en las composteras.**

<b>DIAS DE LA SEMANA</b>	<b>VOLTEO DE PILAS</b>	<b>MEDICION DE PH</b>	<b>MEDICION DE T° Y HUMEDAD</b>
LUNES	X	X	X
MARTES	X		
MIERCOLES	X	X	X
JUEVES	X		
VIERNES	X	X	X
SABADO	X		
DOMINGO	X		

**Elaborado por:** Vanesa Riera Pozo 2015

## **2.12 Análisis nutricionales del compost elaborado**

### **2.12.1 Toma de muestras**

Después de haber transcurrido 90 días del proceso de compostaje, se extrajo 1 kg de muestra de cada pila experimental. Según el tratamiento (estiércol, contenido ruminal y una mezcla de estos), recopilándolos por separado en una funda ziploc adecuada para el muestreo, deberán estar correctamente etiquetadas.

### **2.12.2 Análisis de laboratorio**

Es necesaria la realización de un análisis de laboratorio para obtener los porcentajes de los macro y micro elementos presentes entre otros tenemos:

- Macronutrientes: %N (Nitrógeno), %P (Fosforo), %K (Potasio).
- Micronutrientes: %C (Calcio), % Mg (Magnesio).
- Materia Orgánica
- Humedad
- pH
- Carbón Orgánico

El análisis se llevó a cabo en la instalación del laboratorio de Suelos de la Facultad de Recursos Naturales perteneciente a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo ubicado en la ciudad de Riobamba.

## CAPITULO III

### 3 RESULTADOS Y DISCUSIONES

#### 3.1 Evaluación del compostaje mediante la combinación de Contenido Ruminal, Estiércol, y Materia Vegetal.

Con la realización de este diseño experimental, se determinó que el abono orgánico puede ser una solución directa para disminuir la contaminación que producen los procesos de faenamiento, debido a que promueve en primer lugar a la clasificación de basura (orgánica e inorgánica) y luego la formación de abono que sirve de base para promover la producción limpia de alimentos.

##### 3.1.1 *Análisis estadístico*

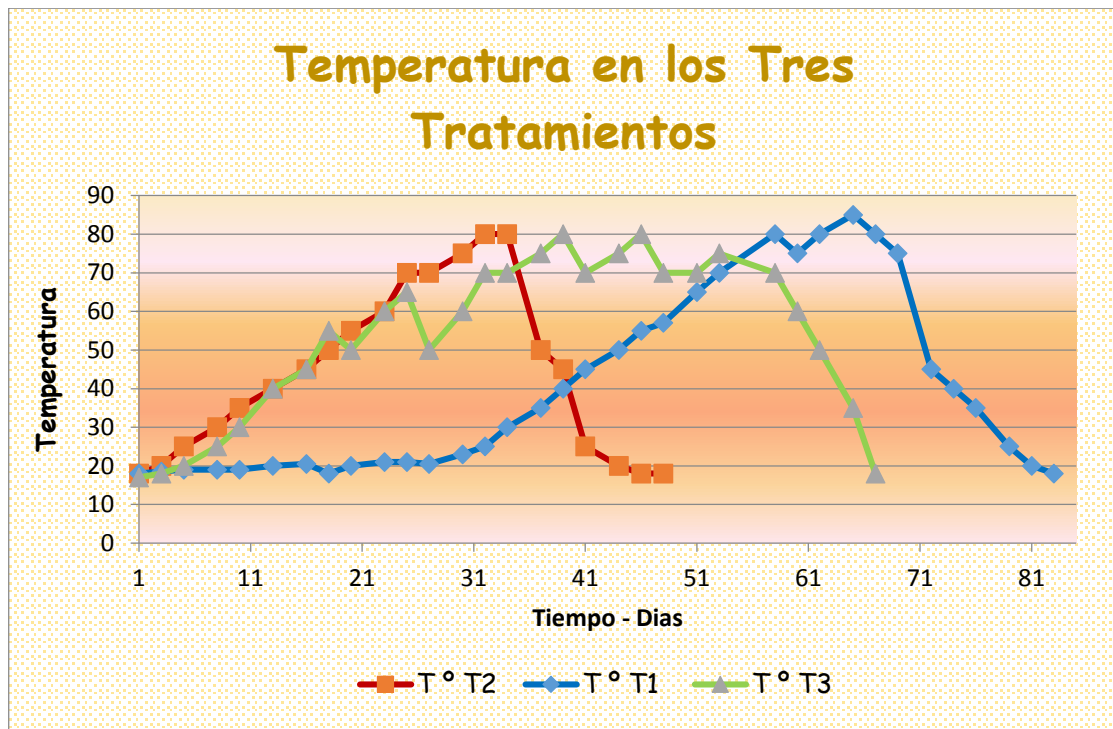
##### 3.1.1.1 *Temperatura*

Los datos de temperatura fueron tomados 3 veces a la semana durante el proceso de compostaje, a las 16 pilas levantadas. Teniendo como resultado las medias de cada tratamiento con sus réplicas, lo que se detalla en la siguiente tabla:

**Tabla 1-3 Datos promedio de Temperatura en todos los tratamientos**

<b>DÍAS</b>	<b>T ° T1</b>	<b>T ° T2</b>	<b>T° T3</b>
1	18	18	17
3	18,5	20	18
5	19	25	20
8	19	30	25
10	19	35	30
13	20	40	40
16	20,5	45	45
18	18	50	55
20	20	55	50
23	21	60	60
25	21	70	65
27	20,5	70	50
30	23	75	60
32	25	80	70
34	30	80	70
37	35	50	75
39	40	45	80
41	45	25	70
44	50	20	75
46	55	18	80
48	57	18	70
51	65		70
53	70		75
58	80		70
60	75		60
62	80		50
65	85		35
67	80		18
69	75		
72	45		
74	40		
76	35		
79	25		
81	20		
83	18		

**Elaborado por:** Vanesa Riera Pozo 2015



**Grafico 1-3 Variación de Temperatura en los tres tratamientos durante el compostaje**  
 Elaborado por: Vanesa Riera Pozo 2015

En el grafico (1-3) observamos que el T2 (Rumen + Materia Vegetal), obtiene una temperatura elevada de 80°C a los 32 días del proceso de compostaje, manteniendo esa temperatura hasta los 34 días, a partir de los 37 días empieza a descender la temperatura hasta alcanzar los 18°C a los 57 días, dando por terminado el proceso de compostaje. Seguido el T3 (Sustrato Mix + Materia Vegetal) empieza ascender su temperatura a partir de los 25 días hasta los 45 días que alcanza una temperatura elevada de 80°C, a partir de los 60 días la temperatura empieza ascender hasta encontrar en los 18°C a los 67 días. El T1 (Estiércol + Materia Vegetal) asciendo su temperatura a partir de los 53 días hasta los 67 días alcanzando 80°C, desde el día 72 empieza a descender su temperatura logrando terminar el proceso de compostaje a los 83 días con 18°C,

#### 3.1.1.2 pH.

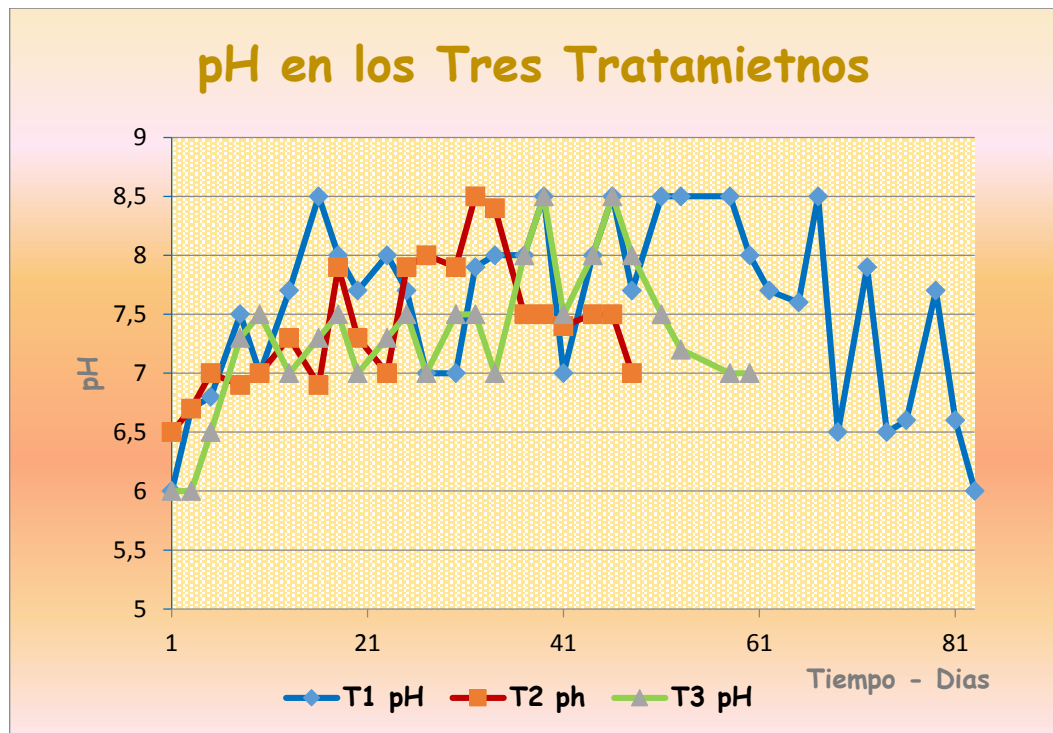
Los datos de pH fueron tomados 3 veces a la semana, hasta el llegar a las condiciones adecuadas entendiéndose que es la parte final del proceso de compostaje, se determinaron medias de los valores obtenidos junto con las réplicas de cada tratamiento, teniendo la siguiente tabla:



**Tabla 2-3 Datos promedio de pH en todos los tratamientos**

<b>DIAS</b>	<b>T 1 p.H</b>	<b>T2 p.H</b>	<b>T3 p.H</b>
1	6	6,5	6
3	6,7	6,7	6
5	6,8	7	6,5
8	7,5	6,9	7,3
10	7	7	7,5
13	7,7	7,3	7
16	8,5	6,9	7,3
18	8	7,9	7,5
20	7,7	7,3	7
23	8	7	7,3
25	7,7	7,9	7,5
27	7	8	7
30	7	7,9	7,5
32	7,9	8,5	7,5
34	8	8,4	7
37	8	7,5	8
39	8,5	7,5	8,5
41	7	7,4	7,5
44	8	7,5	8
46	8,5	7,5	8,5
48	7,7	7	8
51	8,5		7,5
53	8,5		7,2
58	8,5		7
60	8		7
62	7,7		
65	7,6		
67	8,5		
69	6,5		
72	7,9		
74	6,5		
76	6,6		
79	7,7		
81	6,6		
83	6		

**Elaborado por:** Vanesa Riera Pozo 2015



**Grafico 2-3 Variacion de pH en los tres tratamientos durante el compostaje**  
 Elaborado por: Vanesa Riera Pozo 2015

En el grafico (2-3), se observa que el T2 (Rumen + Materia Vegetal), empieza el proceso de compostaje con un pH 6,5, este valor se incrementó a una solución alcalina a partir de los 10 días hasta los 32 días del proceso de compostaje, pero a partir de los 37 días el pH tiende a ser neutro logrando alcanzar los 6,5 a los 48 días, en el T3 (Sustrato Mix + Materia Vegetal) presenta un pH 6, ascendiendo a este valor desde los 10 días hasta los 51 días a un valor máximo de 8,5, a partir de los 53 días empieza a descender el pH a valores neutros hasta alcanzar un pH 7,5 a los 67 días. El T1 (Estiércol + Materia Vegetal) asciendo pH a partir de los 16 días hasta los 67 días alcanzando valores de 8,5 como máximo, desde el día 69 empieza a descender su pH a neutro con un valor de 5,5 logrando terminar el proceso de compostaje.

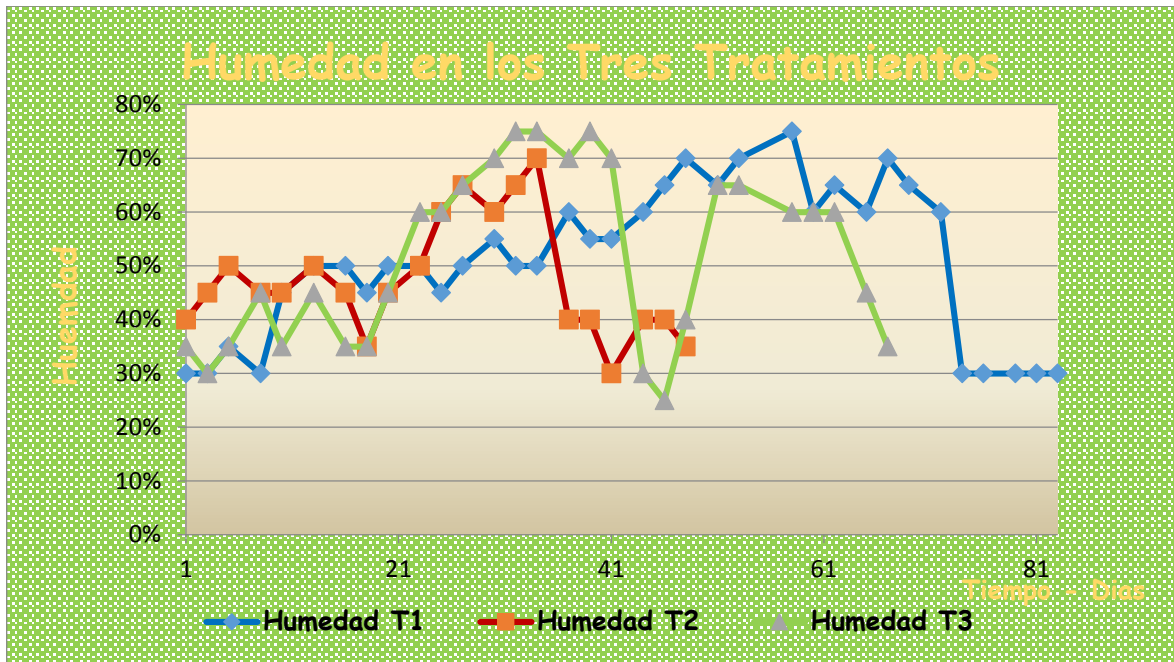
### 3.1.1.3 Humedad

Los datos de humedad de la misma manera fueron tomados 3 veces a la semana, en la siguiente tabla se detallan las medias de sus tratamientos y las réplicas correspondientes.

**Tabla 3-1 Datos promedio de humedad de todos los tratamientos**

<b>DIAS</b>	<b>Humedad T1</b>	<b>Humedad T2</b>	<b>Humedad T3</b>
1	30%	40%	35%
3	30%	45%	30%
5	35%	50%	35%
8	30%	45%	45%
10	45%	45%	35%
13	50%	50%	45%
16	50%	45%	35%
18	45%	35%	35%
20	50%	45%	45%
23	50%	50%	60%
25	45%	60%	60%
27	50%	65%	65%
30	55%	60%	70%
32	50%	65%	75%
34	50%	70%	75%
37	60%	40%	70%
39	55%	40%	75%
41	55%	30%	70%
44	60%	40%	30%
46	65%	40%	25%
48	70%	35%	40%
51	65%		65%
53	70%		65%
58	75%		60%
60	60%		60%
62	65%		60%
65	60%		45%
67	70%		35%
69	65%		
72	60%		
74	30%		
76	30%		
79	30%		
81	30%		
83	30%		

**Elaborado por:** Vanesa Riera Pozo 2015

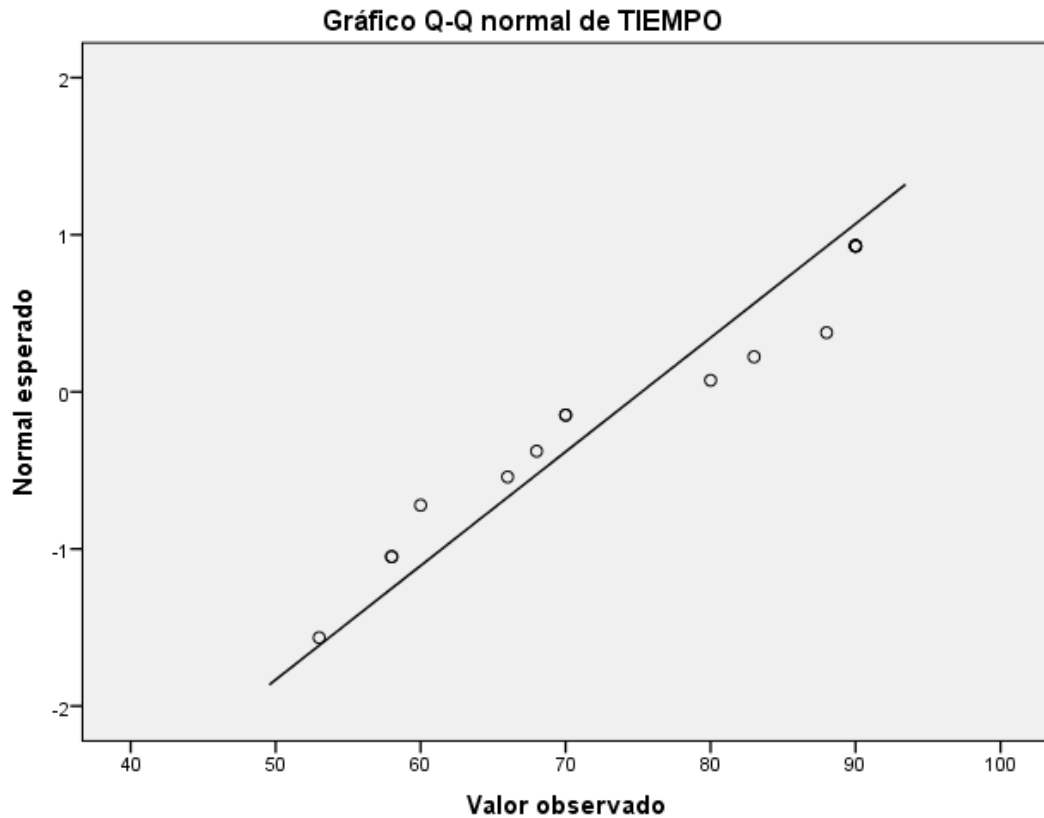


**Grafico 3.1.13 Variacion de Humedad en los tres tratamientos durante el compostaje**  
 Elaborado por: Vanesa Riera Pozo 2015

En el grafico (3-3), se observa que el T2 (Rumen + Materia Vegetal), empieza el proceso de compostaje con una Humedad del 40%, este valor se incrementó a un porcentaje del 65% a partir de los 27 días hasta los 34 días del proceso de compostaje, pero a partir de los 37 días la humedad tiende a alcanzar el 30% a los 48 días, en el T3 (Sustrato Mix + Materia Vegetal) presenta una humedad de 35%, ascendiendo este valor desde los 25 días hasta los 41 días a un valor máximo de 75%, a partir de los 44 días empieza a descender la humedad a valores de 30% hasta alcanzar un valor de 36% a los 67 días. El T1 (Estiércol + Materia Vegetal) asciende la humedad a partir de los 44 días hasta los 67 días alcanzando valores de 75% como máximo, desde el día 74 empieza a descender su humedad con un valor de 30% logrando terminar el proceso de compostaje.

Tiempos de llegada a parámetros óptimos (T: 18, Humedad: 35%, PH: 7) de abono.

Con fines de comprobar si los diferentes tratamientos (factor) influyen en el tiempo de elaboración de abono se realizara un análisis de varianzas de la siguiente manera. Pero antes de esto de deberá probar hipótesis de normalidad y homoscedasticidad de varianzas (igualdad de varianzas).



**Figura 1-3 Prueba de normalidad de la variable tiempo de elaboración de abono.**  
 Elaborado por: Vanesa Riera Pozo 2015

**Tabla 4-3 Prueba de normalidad de la variable tiempo de elaboración de abono.**

**Pruebas de normalidad**

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
TIEMPO	,198	16	,096	,862	16	,021

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Elaborado por: Vanesa Riera Pozo 2015

Luego de observar el Q-Q plot y contrastar la hipótesis de normalidad tanto con la prueba de Kolmogorov-Smirnov (valor  $p=0,096$ ) y Shapiro-Wilk (valor  $p=0,021$ ) se concluye que el tiempo de elaboración de abono proviene de una distribución normal con parámetros de media y desviación estándar desconocidos con una confianza del 99%.

**Tabla 5-3 Prueba de Homoscedasticidad de varianzas**

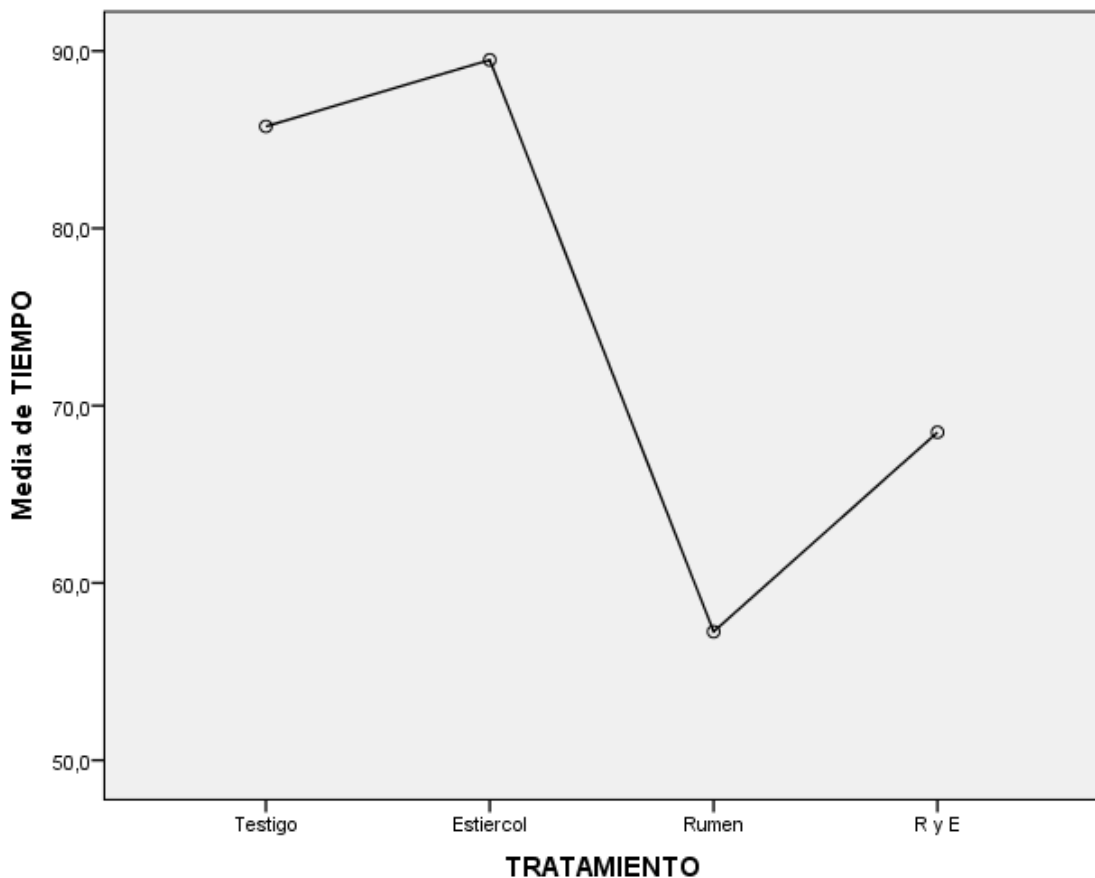
**Prueba de homogeneidad de varianzas**

TIEMPO

Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
6,820	3	12	,006

Elaborado por: Vanesa Riera Pozo 2015

Mediante la prueba de Levene (valor  $p=0,006$ ) se determina que las varianzas de los tratamientos más el control no tienen variabilidad similar por tanto no se cumple con este supuesto para la aplicación del anova de un factor pero debido a que se realizaron solamente 3 réplicas por tratamiento y no es posible tener una estimación buena de la variabilidad del tiempo de elaboración de abono por tanto se podría pasar por alto esta hipótesis y proseguir con el análisis.



**Figura 2-3 Análisis descriptivo por tratamiento**

Elaborado por: Vanesa Riera Pozo 2015

**Tabla 6-3 Análisis descriptivo por tratamiento**

**Descriptivos**

TIEMPO

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Testigo	4	85,750	5,0580	2,5290	77,702	93,798	80,0	90,0
Estiercol	4	89,500	1,0000	,5000	87,909	91,091	88,0	90,0
Rumen	4	57,250	2,9861	1,4930	52,498	62,002	53,0	60,0
R y E	4	68,500	1,9149	,9574	65,453	71,547	66,0	70,0
Total	16	75,250	13,7816	3,4454	67,906	82,594	53,0	90,0

**Elaborado por:** Vanesa Riera Pozo 2015

La tabla y el gráfico muestra las medias muestrales de cada uno de los tratamientos en los cuales se observa que las medias de Testigo y Estiercol son bastante parecidas mientras que las restantes 3 no se parecen, además sus desviaciones típicas son disimilares excepto por Estiercol y R + E, con respecto a los intervalos de confianza al 95% de confianza estos muestran estimaciones por intervalos de la ubicación de la verdadera media poblacional de cada uno de los tratamientos en relación al tiempo de elaboración de abono, por último se observa los valores mínimos y máximos del tiempo de elaboración de abono.

**Tabla 7-3 Anova de un factor**

**ANOVA de un factor**

TIEMPO

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	2731,500	3	910,500	92,987	,000
Intra-grupos	117,500	12	9,792		
Total	2849,000	15			

**Elaborado por:** Vanesa Riera Pozo 2015

El resultado al realizar un Anova de un factor es determinado por el valor p que es aproximadamente 0 y este indica que el tiempo de elaboración de abono en los 3 tratamientos y el testigo son diferentes al menos en un par de comparaciones de todas las posibles, este hecho nos lleva a preguntarnos cuál de los tratamientos o el testigo tal vez presenta el menor tiempo promedio de elaboración de abono para respondernos esta pregunta se utilizará las Comparaciones post hoc a posteriori mediante el método de Tukey (1953) “Diferencia honestamente significativa de Tukey” a un nivel de significación del 5%.

**Tabla 8-3 Comparaciones post hoc o a posteriori mediante el método de Tukey**

**Comparaciones múltiples**

Variable dependiente: TIEMPO

HSD de Tukey

(I) TRATAMIENTO	(J) TRATAMIENTO	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Testigo	Estiercol	-3,7500*	2,2127	,368	-10,319	2,819
	Rumen	28,5000*	2,2127	,000	21,931	35,069
	R y E	17,2500*	2,2127	,000	10,681	23,819
Estiercol	Testigo	3,7500*	2,2127	,368	-2,819	10,319
	Rumen	32,2500*	2,2127	,000	25,681	38,819
	R y E	21,0000*	2,2127	,000	14,431	27,569
Rumen	Testigo	-28,5000*	2,2127	,000	-35,069	-21,931
	Estiercol	-32,2500*	2,2127	,000	-38,819	-25,681
	R y E	-11,2500*	2,2127	,001	-17,819	-4,681
R y E	Testigo	-17,2500*	2,2127	,000	-23,819	-10,681
	Estiercol	-21,0000*	2,2127	,000	-27,569	-14,431
	Rumen	11,2500*	2,2127	,001	4,681	17,819

\*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

**Elaborado por:** Vanesa Riera Pozo 2015

Las comparaciones múltiples indican que todas las comparaciones de las medias posibles de pares de tratamiento y el control son significativamente diferentes (valores p “Sig.” inferiores a 0,05) excepto al comparar la igualdad de las medias para Estiercol y Testigo (Valor p=0,368) este se observó incluso en el análisis descriptivo de las medias muestrales. Lo anterior tiene una interpretación práctica considerable debido a que daría lo mismo producir abono utilizando Estiercol que solamente el Testigo en términos de tiempo. Con respecto a los intervalos de confianza al 95% estos indican lo mismo que el valor p (Sig.) considerando que si el intervalo contiene a 0 las medias comparadas se las puede considerar iguales estadísticamente y lo contrario si no contiene a 0. Ahora que sabemos cuáles medias son iguales y cuáles diferentes la pregunta sería cual tratamiento lograra elaborar abono el tiempo más corto posible, esta pregunta se la puede responder mediante la utilización de los resultados generados en la siguiente tabla, claro está mediante el método de Tukey.



**Tabla 9-3 Comparaciones mediante el método de Tukey**  
**TIEMPO**

HSD de Tukey<sup>a</sup>

TRATAMIENTO	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Rumen	4	57,250		
R y E	4		68,500	
Testigo	4			85,750
Estiercol	4			89,500
Sig.		1,000	1,000	,368

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

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 4,000.

**Elaborado por:** Vanesa Riera Pozo 2015

La tabla (9-3) tiene el objetivo último de este análisis porque muestra información acerca de cual tratamiento minimiza el tiempo de elaboración de abono. Se tiene que el promedio de días de los tratamientos estiércol y testigo no existe diferencia significativa al nivel de 95% de confiabilidad, el tratamiento Estiércol y Testigo básicamente elaboran abono en el mismo intervalo de tiempo (85-90 días), pero este valor difiere significativamente de los tratamientos R+E lo elaboran en menor tiempo (69), pero Rumen (57 días) lo hace en el menor tiempo posible siendo este el tratamiento que se recomendaría utilizar para la elaboración de abono considerando claro el factor tiempo y considerando que la reducción del mismo disminuye los costos en general.

### 3.2 Macronutrientes

En una Unidad de compostaje, se dan procesos de fermentación en determinadas etapas y bajo ciertas condiciones, lo deseable es que prevalezca un metabolismo aerobio, tratando de minimizar los procesos anaerobios, ya que los productos finales de este tipo de metabolismo no son adecuados para su aplicación agronómica y conducen a la pérdida de nutrientes. Lo importante no es biodegradar, sino poder conducir la biodegradación por rutas metabólicas, permitiendo la obtención de un producto final lo más apropiado posible para su uso como abono, en el menor tiempo posible. La alimentación de los bovinos es básicamente de pasto y ciertas combinaciones con melazas, por lo que se encontraría alta concentración de Celulosa y Hemicelulosa, (carbohidratos con alto grado de polimerización); de lignina, (compuesto con estrecha relación con la celulosa), y su contenido en grasas, proteína o ceras es bajo. Los microorganismos son el grupo más importante en el sistema de composteo, ya que se encargan

de desdoblar el material orgánico e incorporarlo al suelo, por lo que para su desarrollo y actividad dependen de las condiciones y tipo de sustrato que se les proporcione.

### 3.2.1 *Nitrógeno (N)*

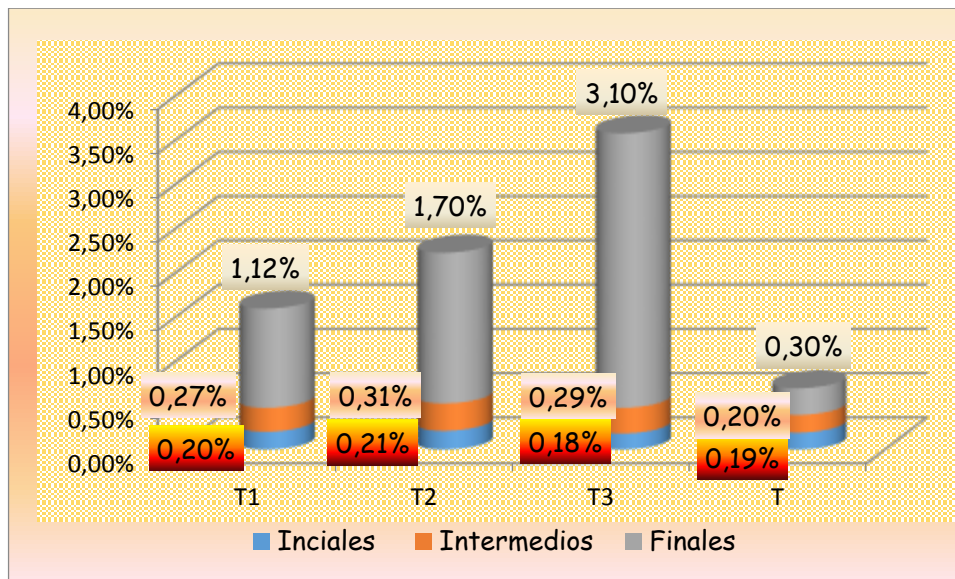
El Nitrógeno es necesario para la síntesis proteica.

**Tabla 10-3 Datos de Nitrógeno en los Tratamientos**

TRATAMIENTOS	ANALISIS INICIALES	ANALISIS INTERMEDIOS	ANALISIS FINALES
T1 (Estiércol + Materia Vegetal)	0,20%	0,27%	1,12%
T2 (Rumen +Materia Vegetal)	0,21%	0,31%	1,7%
T3 (Sustrato Mix + Materia Vegetal)	0,18%	0,29%	3,1%
Testigo (Materia Vegetal)	0,19%	0,20%	0,30%

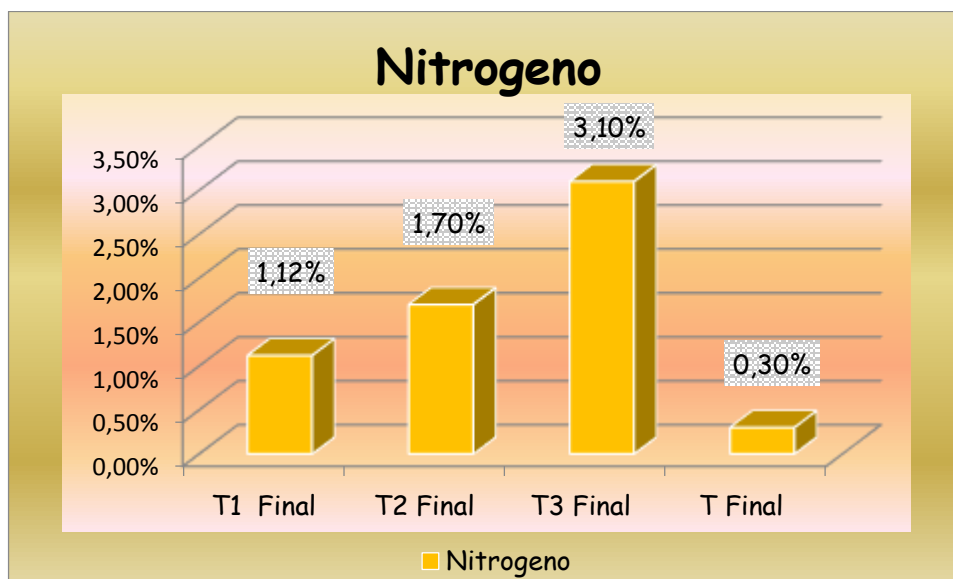
Elaborado por: Vanesa Riera Pozo

Analizando el contenido de la (tabla 10-3) en los tres tratamientos se observó que existe mayor contenido de Nitrógeno (N) en el T3 (Sustrato Mix + Materia Vegetal), se observó también que la concentración de Nitrógeno (N) se incrementa en función del tiempo de compostaje para todos los tratamientos. Los tres tratamientos tienen mayor contenido de Nitrógeno (N) que el testigo.



**Gráfico 4-3 Variación del contenido de Nitrógeno en los tres tratamientos**  
 Elaborado por: Vanesa Riera Pozo 2015

Se puede observar que existe un incremento del nitrógeno durante el compostaje, esto se debe a la actividad de los organismos diazotrofos que transforman las formas de nitrógeno presentes en los sustratos a nitrógeno amoniacal. Este proceso se lleva a cabo gracias al complejo enzimático nitrogenasa y a las asociaciones simbióticas con las bacterias de la familia *Rhizobiaceae* que tienen la capacidad de fijar nitrógeno atmosférico. La transformación de N orgánico en  $\text{NH}_4^+$  se denomina mineralización. El amonio puede ser transformado en  $\text{NO}_3^-$  por las bacterias nitrificantes (nitrificación) o ser tomado como tal por las plantas o microorganismos convirtiéndose en N orgánico. Las plantas pueden obtener el nitrógeno en forma de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) y amonio ( $\text{NH}_4^+$ ). Este  $\text{NH}_4^+$  puede volver de nuevo a la atmósfera mediante procesos de desnitrificación.



**Grafico 5-3 Comparaciones Finales entre los tratamientos**  
 Elaborado por: Vanesa Riera Pozo 2015

Se observa en los análisis finales que el T3 (Sustrato Mix + Materia Vegetal) obtiene el mayor contenido en lo referente a Nitrógeno (N).

### 3.2.2 Fosforo (P)

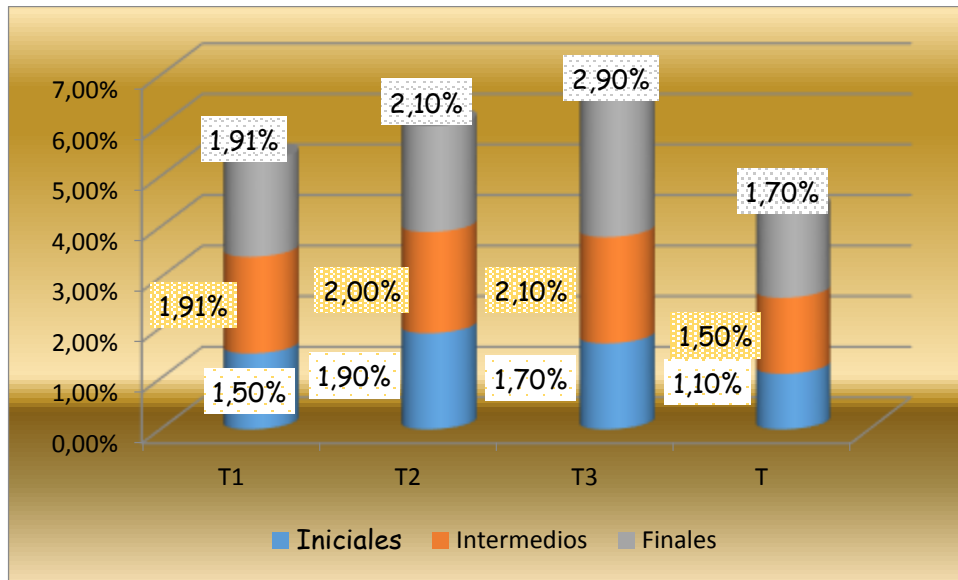
El fosforo es esencial en todas las formas de vida conocidas, dado que constituye un elemento clave en muchos procesos fisiológicos y bioquímicos. El fosforo es el único elemento que no se puede obtener de la atmosfera.

**Tabla 11-3 Datos de fosforo en los tres tratamientos**

TRATAMIENTOS	ANALISIS INICIALES	ANALISIS INTERMEDIOS	ANALISIS FINALES
T1 (Estiércol + Materia Vegetal)	1,5%	1,91%	1,91%
T2 (Rumen +Materia Vegetal)	1,9%	2,0%	2,1%
T3 (Sustrato Mix + Materia Vegetal)	1,7%	2,1%	2,9%
Testigo (Materia Vegetal)	1,1%	1,5%	1,7%

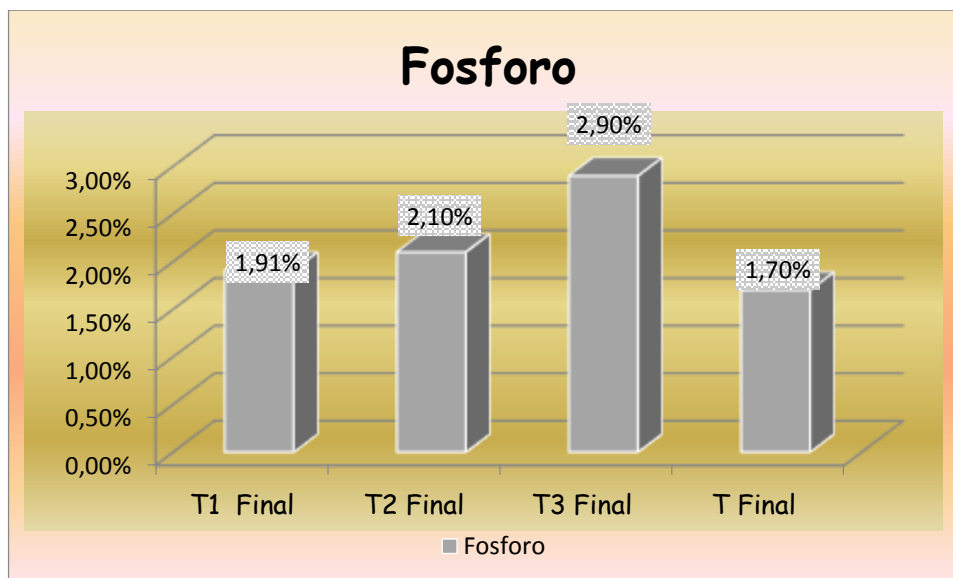
Elaborado por: Vanesa Riera Pozo 2016

Analizando el contenido de la (tabla 11-3) en los tres tratamientos se observó que existe mayor contenido de Fosforo (P) en el T3 (Sustrato Mix + Materia Vegetal), se observó también que la concentración de Fosforo (P) se incrementa en función del tiempo de compostaje para todos los tratamientos. Los tres tratamientos tienen mayor contenido de Fosforo (P) que el testigo.



**Gráfico 6-3 Variación del contenido de Fosforo en los tres tratamientos**  
 Elaborado por: Vanesa Riera Pozo 2015

El fosforo se encuentra disponible en la materia orgánica procedente de los animales. Estas moléculas orgánicas no pueden ser directamente utilizadas por las plantas y tienen que ser descompuestas por los microbios que se encuentran en la materia orgánica para que se liberen iones de fosfato inorgánico que puedan ser aprovechados por las raíces de las plantas, por lo tanto el incremento de fosforo en el compost obtenido se debe a los materiales empleados en la preparación del mismo, así como también la actividad de los microorganismos del género Burkholderia que se caracterizan por ser aeróbicos, las mismas que se encargan de la solubilidad del fosforo a fosfatos asimilables, debido a la producción de ácidos orgánicos como ácido sulfúrico y ácido nítrico y la liberación de enzimas fosfatasas.



**Grafico 7-3 Comparaciones Finales entre los tratamientos**  
 Elaborado por: Vanesa Riera Pozo 2015

Este incremento se debe a el sustrato posee bacterias que contienen en su interior fosforo que está siendo liberado por los tejidos celulares, esto sucede en el proceso de digestión.

### 3.2.3 *Potasio (K)*

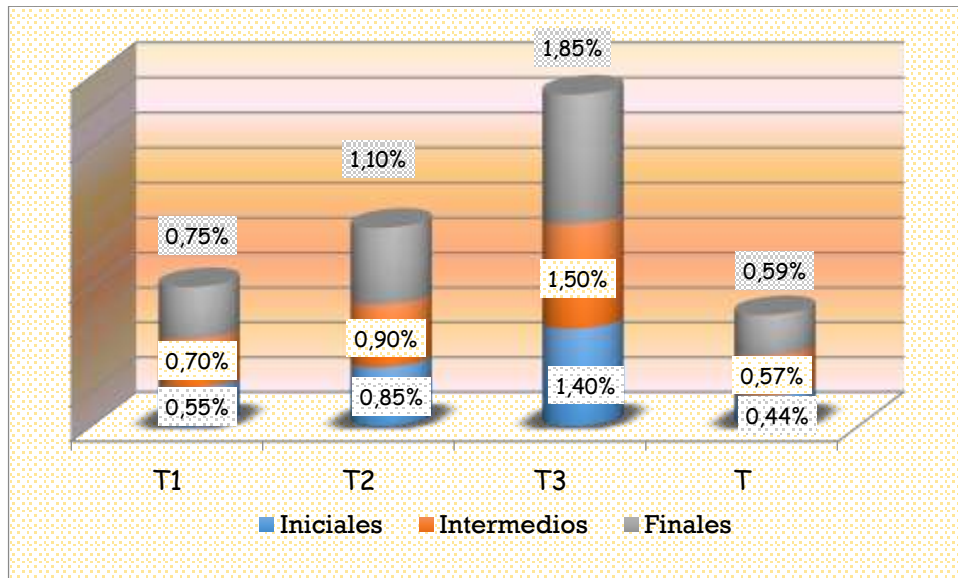
El potasio es un nutriente esencial de la planta. Es uno de los tres nutrientes principales junto con el nitrógeno (N) y el fosforo (P). Los cultivos contienen aproximadamente la misma cantidad de Potasio (K) que de Nitrógeno (N), pero más Potasio (K) que Fosforo (P). En muchos cultivos de alto rendimiento, el contenido de (K) excede el contenido de Nitrógeno (N).

**Tabla 12-3 Datos de Potasio en los diferentes tratamientos.**

TRATAMIENTOS	ANALISIS INICIALES	ANALISIS INTERMEDIOS	ANALISIS FINALES
T1 (Estiércol + Materia Vegetal)	0,55%	0,70%	0,75%
T2 (Rumen +Materia Vegetal)	0,85%	0,90%	1,10%
T3 (Sustrato Mix + Materia Vegetal)	1,4%	1,5%	1,85%
Testigo (Materia Vegetal)	0,44%	0,57%	0,59%

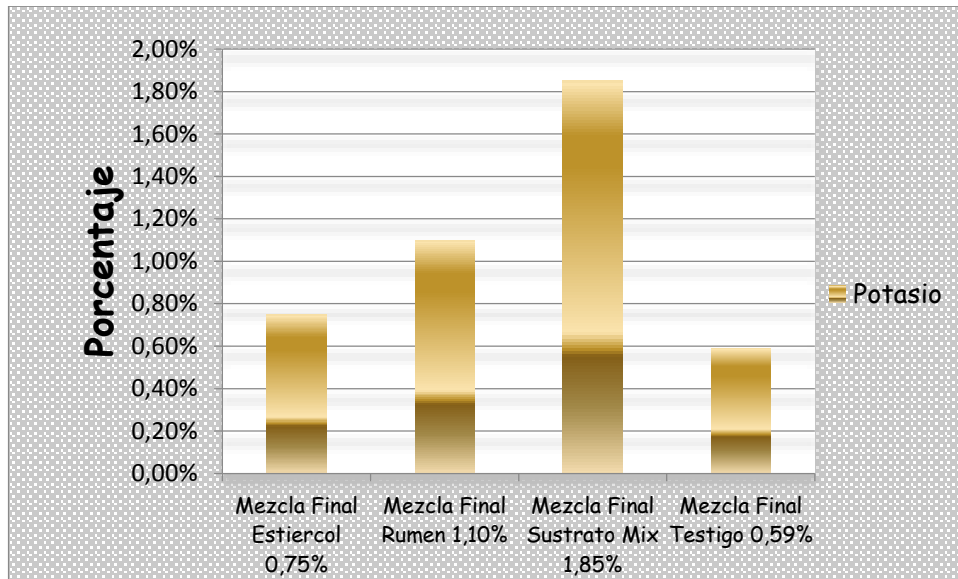
Elaborado por: Vanesa Riera Pozo 2015

Analizando el contenido de la (tabla 12-3) en los tres tratamientos se observó que existe mayor contenido de Potasio en el T3 (Sustrato Mix + Materia Vegetal), se observó también que la concentración de Potasio (K) incrementa en función del tiempo de compostaje para todos los tratamientos. Los tres tratamientos tienen mayor contenido de Potasio (K) que el testigo.



**Gráfico 8-3 Variación del contenido de Potasio en los tres tratamientos**  
 Elaborado por: Vanesa Riera Pozo 2016

El incremento del potasio se debe a los materiales utilizados y a la actividad de la microflora mesófila Euactinomicetos (aerobios estrictos) por medio del proceso de lisis bacteriana, destruyen las estructuras minerales que contienen potasio encontradas en los restos vegetales y de animales dando lugar a la solubilidad del potasio. Estimuladas por las aireaciones durante el proceso de compostaje.



**Grafico 9-3 Comparaciones Finales entre los tratamientos**

Elaborado por: Vanesa Riera Pozo

### 3.3 Materia Orgánica, PH, y Carbono Orgánico en compost procesado

El grupo que obtuvo mayor porcentaje de materia orgánica fue el T2 (Contenido Ruminal + Materia vegetal) y el T3 (Sustrato Mix + Materia vegetal) presentando un 30% y un 35%, y el menor de la materia orgánica fue el T (Materia vegetal) con un 9,6% 0998833587

En lo referente al PH del compost ya procesado los tratamientos T2 de (Contenido Ruminal + Materia vegetal) y el T3 (Sustrato Mix + Materia vegetal) fueron de 6,5 y 7,5, mientras que el T1 (Estiércol + Materia vegetal) obtuvo el menor PH con 5,5.

El tratamiento T3 (Sustrato Mix + Materia vegetal) presentó el valor más elevado en cuanto se refiere a carbono orgánico con un valor de 3,1%. (Tablas: 14-3, 15-3)



**Tabla 13-3 Porcentaje de Materia Orgánica, PH, en los tratamientos 1 (Estiércol + Materia vegetal), 2 (Rumen + Materia vegetal) y Testigo**

TRATAMIENTOS	%MO	%PH final	Carbono Orgánico final
ESTIERCOL + MATERIA VEGETAL	20%	5,5	2,4%
CONTENIDO RUMINAL + MATERIA VEGETAL	30%	6,5	2,7%
TESTIGO	9,6%	7	1,5%

**Fuente:** Laboratorio de Suelos

**Elaborado por:** Vanesa Riera Pozo 2016

**Tabla 14-3 Porcentaje de Materia Orgánica, PH, en los tratamientos 3 (Sustrato mix + Materia vegetal) y Testigo**

TRATAMIENTOS	%MO	%PH final	Carbono Orgánico
SUSTRATO MIX + MATERIA VEGETAL	35%	7,5	3,1%
TESTIGO	9,6%	7	1,5%

**Fuente:** Laboratorio de Suelos

**Elaborado por:** Vanesa Riera Pozo 2016

Los resultados obtenidos en cuanto al contenido de Materia orgánica, PH final y Relación C/n son respaldados por el Laboratorio de Suelos de la Facultad de Recursos Naturales perteneciente a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

### 3.4 Macronutrientes en compost procesado

Las tablas (15-3, 16-3) muestran los diferentes promedios de macronutrientes de los tratamientos en estudio. Los tratamientos que presentaron los valores más altos en los siguientes elementos Nitrógeno, Fosforo y Potasio fueron: T3 con Nitrógeno en un 3,1%, Fosforo en un 2,9%, Potasio en un 1,85%, T2 con Nitrógeno en un 1,7%, Fosforo en un 2,1%, y Potasio en un 1,1%.

La cantidad de macronutrientes coinciden con lo señalado en estudios anteriores de compost de material vegetal con majada animal realizado por (Chavez Revelo L, 2012)

**Tabla 15-3 Concentración de macronutrientes en los tratamientos 1 (Estiércol + Materia vegetal), 2 (Rumen + Materia vegetal) y Testigo**

TRATAMIENTOS	%N	%P	%K
ESTIERCOL + MATERIA VEGETAL	1,12%	1,91%	0,75%
CONTENIDO RUMINAL + MATERIA VEGETAL	1,7%	2,1%	1,1%
TESTIGO	0,30%	1,7%	0,59%

**Fuente:** Laboratorio de Suelos

**Elaborado por:** Vanesa Riera Pozo

**Tabla 16-3 Concentración de macronutrientes en los tratamientos 3 (Sustrato mix + Materia vegetal) y Testigo**

TRATAMIENTOS	%N	%P	%K
SUSTRATO MIX + MATERIA VEGETAL	3,1%	2,9%	1,85%
TESTIGO	0,30%	1,7%	0,59%

**Fuente:** Laboratorio de Suelos

**Elaborado por:** Vanesa Riera Pozo

Los resultados obtenidos en cuanto al contenido de Micronutrientes son respaldados por el Laboratorio de Suelos de la Facultad de Recursos Naturales perteneciente a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

### 3.5 Micronutrientes en compost procesado

Las tablas (17-3, 18-3) muestran los diferentes promedios de micronutrientes de los tratamientos en estudio. Los tratamientos que presentaron los valores más altos en los siguientes elementos Calcio, y Magnesio fueron: T3 con Calcio en un 0,39%, y Magnesio en un 0,055%, T2 con Calcio en un 0,34%, y Magnesio en un 0,045%. La cantidad de macronutrientes coinciden con lo señalado en estudios anteriores de compost de material vegetal con majada animal realizado por (Chavez Revelo L, 2012)

**Tabla 17-3 Concentración de micronutrientes en los tratamientos 1 (Estiércol + Materia vegetal), 2 (Rumen + Materia vegetal) y Testigo**

TRATAMIENTOS	%Ca	%Mg
ESTIERCOL + MATERIA VEGETAL	0,25%	0,035%
CONTENIDO RUMINAL + MATERIA VEGETAL	0,34%	0,045%
TESTIGO	0,30%	0,033%

**Fuente:** Laboratorio de Suelos

**Elaborado por:** Vanesa Riera Pozo

**Tabla 18-3 Concentración de macronutrientes en los tratamientos 3 (Sustrato mix + Materia vegetal) y Testigo**

TRATAMIENTOS	%Ca	%Mg
SUSTRATO MIX + MATERIA VEGETAL	0,39%	0,055%
TESTIGO	0,30%	0,033%

**Fuente:** Laboratorio de Suelos

**Elaborado por:** Vanesa Riera Pozo

Los resultados obtenidos en cuanto al contenido de Micronutrientes son respaldados por el Laboratorio de Suelos de la Facultad de Recursos Naturales perteneciente a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Los tratamientos en general llegan a un pico en temperatura la cuarta y quinta semana. Destacándose el tratamiento (T2), Rumen + Materia Vegetal que presento las temperaturas más altas, con un 48°C y 75°C (30 días). Durante el proceso de los tratamientos en general tienden a bajar la temperatura luego de la séptima semana para llegar a igualar la temperatura del medio ambiente entre la décimo primera y décimo segunda semana. El tratamiento (T2) Rumen + Materia Vegetal llego a diferenciarse con el resto de tratamientos a los (57 días), al presentar 18°C, esta diferencia en tiempo muestra que es el primer tratamiento en iniciar la fase de enfriamiento y maduración. El tratamiento (T3) (Sustrato Mix+ Materia Vegetal) fue el segundo en presentar los 18°C de temperatura a los (69 días). Mientras que para los tratamientos (T1) (Estiércol + Material Vegetal) y (T) (Testigo), fueron necesarias de (85 – 90 días). La humedad se mantuvo dentro de los rangos mínimo de 30% y máximo de 75%, en todos los tratamientos. En referencia al pH los tratamientos que mostraron un grado neutro en menor tiempo de retención fue el tratamiento T2 (Rumen + Materia Vegetal) y T3 (Sustrato Mix+ Materia Vegetal) con los valores de 6,5 y 7,5 respectivamente.

Los análisis de laboratorio realizados de la materia orgánica de la mezcla inicial que ingreso al tratamiento tiene un resultado de un pH de 5: Humedad de 34%, Nitrógeno 0,20%, Potasio 0,55% y Fosforo 1,5% en el Tratamiento T1 (Estiércol + Materia Vegetal). El Tratamiento T2 (Rumen + Materia Vegetal) presento valores de un pH de 5,5: Humedad de 35%, Nitrógeno 0,21%, Potasio 0,85% y Fosforo 1,9%. En el tratamiento T3 (Sustrato Mix + Materia Vegetal) se obtuvieron valores de un pH de 6: Humedad de 40%, Nitrógeno 0,18, Potasio 1,4 y Fosforo 1,7%. Sin embargo en el Tratamiento T (Testigo; Materia Vegetal) los valores fueron, PH de 5: Humedad de 34%, Nitrógeno 0,19%, Potasio 0,44% y Fosforo 1,1%.

Al pasar 90 días de haber iniciado del proceso de compostaje se realizó el análisis de la materia orgánica ya digerida por los microorganismos obteniendo resultados de un pH de 5,5: Humedad de 34%, Nitrógeno 1,12%, Potasio 0,75% y Fosforo 1,91%, Carbono Orgánico 1,7%, Materia Orgánica 20% y de micronutrientes Ca 0,25% y Mg 0,035% en el T1 (Estiércol + Materia Vegetal) además de una Relación C/N de 1:20. El Tratamiento T2 (Rumen + Materia Vegetal) presento valores de un pH de 6,5: Humedad de 30%, Nitrógeno 1,7%, Potasio 1,1% y Fosforo 2,1%, Carbono Orgánico 2,7%, Materia Orgánica 30% , micronutrientes Ca 0,34% y Mg 0,045% y una relación C/N de 1:25. En el tratamiento T3 (Sustrato Mix + Materia Vegetal) se obtuvieron valores de un pH de 7,5: Humedad de 36%, Nitrógeno 3,1%, Potasio 1,85% y Fosforo 2,9%, Carbono Orgánico 3,1%, Materia Orgánica 35% , micronutrientes Ca 0,39% y Mg 0,055%, y una relación C/N de 1:30. Sin embargo en el Tratamiento T los valores fueron, pH de 7: Humedad de 30%, Nitrógeno 0,30%, Potasio 0,59% y Fosforo, Carbono Orgánico 3,1%, Materia Orgánica 9,6%, micronutrientes Ca 0,30% y Mg 0,033% y una relación C/N de 1:25. Siendo notable el aumento de nutrientes, demostrando la degradación de la materia orgánica por las bacterias metanogeneticas las que actúan para la obtención del metano (CH<sub>4</sub>) y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) componentes principales para la degradación.

### **3.6 Proporcionar un valor agregado a los residuos orgánicos contaminantes, para la elaboración de abono orgánico.**

Los resultados han sido comparados con las tesis “USO DE DESECHOS DE CAMAL (CONTENIDO RUMINAL, SANGRE Y ESTIERCOL) EN LA ELABORACION DE COMPOST CON LA UTILIZACION DE DIFERENTES SUSTRATOS” por CHAVEZ REVELO LUIS MIGUEL, teniendo variaciones en los resultados de un 30 -40% debido a las siguientes condiciones:

La materia orgánica de las investigaciones realizadas por el autor mencionado lo ejecuta con bagazo de caña, residuos de vegetales que además fueron combinados con melaza y lixiviados del camal, en nuestro caso solo se trabajó con Estiércol, Contenido Ruminal y una combinación de estos dos (sustrato mix), que fueron combinado con materia vegetal teniendo la función de aditivos.

La temperatura es diferente debido a que su investigación lo realizan en climas cálidos y nuestra investigación se la realiza en un clima frío variando principalmente en el tiempo de retención por lo que nuestro producto se lo obtuvo solo en 57 días proveniente del T3, en el caso de la investigación anterior con un tiempo de retención de 90 a 100 días en todos sus tratamientos.

El compost obtenido se encuentra en los rangos estimados en el capítulo I siendo un abono con una excelente calidad para los cultivos favoreciendo la evolución de los suelos con una concentración de nutrientes y nitrógeno adecuado para las plantas.

### 3.7 Obtener la relación costo /beneficio que genera la obtención de Abono orgánico.

**Tabla 19-3 Relación Costo/ Beneficio**

	<b>Valor de venta:</b>	4,87
<b>Modelo de Tamaño del lote de producción económico.</b>	<b>Contenido:</b>	30kg
Demanda trimestral	400	
Tasa de producción trimestral	600	
Costo de preparación de la producción	\$ 25,70	
Tasa sobre el costo de retención trimestral del inventario %	25%	
Costo de fabricación	\$ 3,57	
Días hábiles por trimestre	60	
Duración de la fase de producción (días laborables)	60	
Tiempo de espera para programar y preparar una fase de producción (días laborables):	10	
<b>Política de inventario óptimo</b>		
Tamaño de lote de producción	262,91	
Costo de retención trimestral del inventario	\$ 39,11	
Costo de preparación de la producción	\$ 39,11	
Costo trimestral total	\$ 78,21	
Nivel de inventario máximo	87,64	
Nivel de inventario promedio	43,82	
Punto de reorden (Demanda durante el tiempo de espera)	66,67	
Tiempo de ciclos (días laborables)	70,00	
Costo de fabricación total	\$ 1.428,00	
Costo trimestral total	\$ 78,21	
<b>COSTO TOTAL</b>	\$ 1.506,21	
	1948	
<b>RELACION COSTO/BENEFICIO</b>	\$ 441,79	

Elaborado por: Vanesa Riera Pozo 2015

Según la Relación C/B, el costo trimestral en producir abono orgánico es de 78,21 dólares, en el cual se suman los costos de retención trimestral del inventario y los costos de preparación de

producción. El costo por unidad de fabricación es 3,57 dólares, el mismo que tiene un precio de venta de 4,87 dólares, por cada 30kg de abono orgánico.

## CONCLUSIONES

En base a los estudios técnicos llevados en este proyecto de tesis podemos llegar a las siguientes conclusiones:

1. Mediante los análisis de caracterización inicial realizada a los sustratos usados, se verificó que contienen concentraciones bajas de NPK, Carbono Orgánico, y Materia Orgánica parámetros necesarios para considerar un abono orgánico de calidad, sin embargo durante el proceso de compostaje se logró observar un incremento de los mismos en el producto final obtenido.
2. Los parámetros seleccionados para un seguimiento fueron temperatura, humedad, pH, los mismo que cumplieron las condiciones determinadas pero diferenciándose en el tiempo de obtención del compost en cada tratamiento.
3. La pruebas de laboratorio realizadas, a los diferentes tratamientos, nos permite determinar que el tratamiento T3 (Sustrato Mix + Materia Vegetal), presentó los valores más altos en lo que se refiere a macro y micro-nutrientes, además fue obtenido en un tiempo óptimo de 69 días, concluyendo que es el más adecuado para su implementación.
4. Al termino del presente proyecto se puede concluir que hay tendencias a disminuir la contaminación ambiental, mediante el uso de residuos orgánicos como los Contenidos Ruminales procedentes de la panza del ganado bovino, Estiércol recolectado de los corrales generados en los camales y los residuos vegetales que proceden de los mercados, a través de la elaboración de abonos orgánico, que en el caso de este proyecto es el compost.
5. Se procedió a obtener los costos de producción sobre una unidad de medida en este caso se seleccionó el peso para tener una idea base de cuánto cuesta producir una unidad del tratamiento adecuado. Es indispensable tener en cuenta la demanda trimestral, y la tasa de producción trimestral, obteniendo una relación costo beneficio de 441,79 dólares, teniendo en cuenta que el costo trimestral total es de 78,21 dólares, el costo por unidad de fabricación es 3,57 dólares, el mismo que tiene un precio de venta de 4,87 dólares, obteniendo una ganancia de 1,30 dólares por cada 30kg de abono orgánico, concluyendo que el proyecto es rentable.



## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda al Gap Municipal de Chunchi la implementación de abonos orgánicos siendo una alternativa directa para disminuir la cantidad de basura en sistemas de recolección, rellenos sanitarios, ya que promueven primeramente un proceso de clasificación de basura (orgánico e inorgánico) que dan lugar a la formación de materiales (abonos) que pueden servir de base para promover la producción limpia de alimentos.
2. El abono orgánico que se obtuvo a través de este proyecto de investigación tiene la capacidad de incrementar la materia orgánica en el suelo por lo que se recomienda su incorporación a terrenos antes de la siembra que ayuda a incrementar las poblaciones de microorganismos endémicos.
3. Se recomienda el desarrollo de este proyecto en instituciones municipales y organismos encargados del manejo de desechos y subproductos de utilidad para el hombre, con la finalidad principal de evitar y disminuir los porcentajes de contaminación del ambiente, y enfermedades de proliferación, generando al mismo tiempo fuentes de trabajo en el cantón.

## **BIBLOGRAFIA**

**ACEVEDO, RWWA, DAF.** *Produccion de Compost*, Vol 2, n° 3(2005), (EEUU): pp: 90-120.

**AGRICULTURA, OD.** *Manual de compostaje del Agricultor*, Vol 2 n° 3(2013), (Santiago de Chile): p: 35

**AVENDANO, RDA.** *El proceso del compostaje*, Vol 1 n°2 (2003), (España): pp: 55-70

**AZNAR, A, CABANELAS .** *Universidad Carlos III* [en línea]. Diecisieteava edición. Díaz de Santos, S.A, 1992. [Consulta: 26 Agosto 2015]. Disponible en: Recuperado el c de <http://ocw.uc3m.es/ingenieria-quimica/quimica-ii/material-de-clase-1/MC-F-005.pdf>. (Madrid España): pp: 35-40

**BAIRD, COLIN; & CANN, Michael.** *Química Ambiental*. [en línea]. Segunda edición. Barcelona, España: Reverté S.A, 2001. [Consulta: 07 Enero 2016]. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/231381951/Quimica-Ambiental-Colin#scribd>

**BONGKAM E,** *Guia para compostaje y manejo de suelos*, 2013[en línea],[Consulta: 10 de en: Diciembre de 2015], Disponible en:<http://www.abarrataldea.org/manualpdf.pdf>, (Colombia): pp:123-145

**BONILLA M.** *Comision Federal para la proteccion contra Riesgos Sanitarios* .(2011). En *Guia para el manejo de Residuos en Rastros y Mataderos Municipales*. COFEPRIS .(Madrid) pp: 125-140

**BUCHELI F,** *Gestion ambiental de residuos*, 2000, (Ecuador), pp: 25-30

**BROWN, Glenn; & SALLEE, Eugene.** *Química cuantitativa*. Barcelona, España: Reverté S.A, 1977, pp. 543

**CASCO, HERRERA, Y,** (2008). *Compostaje*. Madrid: Mundi – Prensa, vol 1 n°3, (2008), (EEUU): pp: 54-115

**CASTRO, F. A.** (2 de 12 de 2013). *Compostando Ciencia* . [en línea]. [Consulta: 02 de Noviembre de 2015, Disponible en:<http://www.compostandociencia.com/2008/09/definicion-de-compostaje-html/>

**CASTRO, S,** *Uso del contenido Ruminal*. *Eadlyc.org*, (2003), (EEUU): pp: 30.

**CERDA, C. M,** *Lombricultura y abonos organicos* .(2000), (Mexico): pp: 165-190.

**CONESA, V.** *Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental*. Cuarta edición, (España), Mundiprensa, 2009, pp: 60-61

**COSECHANDO NATURAL.** [Consulta: el 25 de 06 de 2015], Disponible en: [https://www.cosechandonatural.com.mx/que\\_es\\_el\\_abono\\_organico\\_articulo8.html](https://www.cosechandonatural.com.mx/que_es_el_abono_organico_articulo8.html)

**CHAVEZ. REVELO,** *Uso de desechos de camal (contenido ruminal, sangre y estiércol) en la elaboración de compost con la utilización de diferentes sustratos*, (Tesis de Pregrado). Escuela Superior Politécnica del Ejército.(Sangolquí- Quito): [en línea]. [Consulta: 06 de Diciembre del 2015, Disponible en: [file:///C:/Users/user/Downloads/TESIS.-COMPOST -1%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/user/Downloads/TESIS.-COMPOST -1%20(1).pdf),

**DARDEL, SY,** (2013). *Sistemas y Técnicas para compostar*. [en línea]. [Consulta: 02 de Noviembre de 2015, Disponible en:

[http://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/portal/export/sites/default/comun/galerias/galeriaDescargas/cap/produccion-ecologica/sistemas\\_y\\_tecnicas\\_para\\_el\\_compostaje.pdf](http://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/portal/export/sites/default/comun/galerias/galeriaDescargas/cap/produccion-ecologica/sistemas_y_tecnicas_para_el_compostaje.pdf)

**DE LA LLATA, M. D.** *Ecología y Medio Ambiente*, [en línea]. México: Progreso, S.A, 2003. [Consulta: el 15 de Noviembre del 2015] Disponible en:

[https://books.google.com.ec/books?id=KnORBYSrdDMC&pg=PA160&dq=CLASIFICACION++DE+impurezas+del+agua&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiex\\_CF-5bLahXFdh4KHcYjD8EQ6AEIGzAA#v=onepage&q=CLASIFICACION%20%20DE%20impurezas%20del%20agua&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=KnORBYSrdDMC&pg=PA160&dq=CLASIFICACION++DE+impurezas+del+agua&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiex_CF-5bLahXFdh4KHcYjD8EQ6AEIGzAA#v=onepage&q=CLASIFICACION%20%20DE%20impurezas%20del%20agua&f=false)

**ECO AGRICULTOR.** [en línea],[Consulta:El 28 de 07 de 2015] :Disponible en: <http://www.ecoagricultor.com/tipos-de-abonos-organicos/>

**FORSYTHE, W.** *Manual de Laboratorio: Física de Suelos*, vol. 2 nº3, San José, Costa Rica., 1980, pp.157

**GANDARA** *Gestión ambiental*, 2004, (Ecuador): p: 20

**GÓMEZ, Domingo; & GÓMEZ, Ma. Teresa.** *Evaluación de Impacto ambiental*. Tercera edición, España: Mundiprensa, 2013, pp.195

**HARVEY, D.** *Química Analítica Moderna*, 2002, vol. 2 (Madrid): pp: 22-29

**HAYA, C.***Guia para la Gestion de Residuos.* (2005). [Consulta: 26 de Agosto del 2015], Disponible en: <http://www.carloshaya.net/denfermeria/media/docu/guia%20residuos.pdf>, (Mexico): pp:75-80

**HENRY, Glynn; & HEINKE, Gary.***Ingeniería Ambiental*. Segunda edición, Prentice Hall Hispanoamericana S.A. 1999, (México): p: 408

**JERIS Y COLED, (1973).***The complete book of composting*: EMMAUS,(EEUU): p: 55

**LEY DE MATADEROS.** . *Decreto Supremo 502.* (1966), [Consulta: el 2 de 11 de 2015], Disponible en: [http://www.emurplag.gob.ec/sites/default/files/LM\\_0.pdf](http://www.emurplag.gob.ec/sites/default/files/LM_0.pdf), (Ecuador): pp: 125-130

**MARTINEZ, I.** *El estiércol y las practicas agrarias respetuosas con el medio ambiente* . (1995): Cuarta Edicion. (Madrid – España): p 140

**MATHUR, P,** *Composting processes.* (1991), vol 4 nº2, Englad: (Madrid): p:45

**MCGARRY, M., & J, S.** *El compost, Fertilizants y la produccion de biogas a partir de desechos de granja en la Republica popular China* .(1978). (Republica Popular China): p: 91

**MELLENDEZ,** *Abonos Organico,* (2003), vol 3, (Madrid): pp:35-45

**MONSALVE, J.** *El compotaje como estrategia* . (2006). *Scientia*, pp: 472-480.

**MOTATO A, N. S.** *Elaboracion y uso de abonos organicos,* (2008), vol 3, (EEUU): pp: 45-50

**PEÑA. E,** *Manual para la produccion de abonos organicos en la agricultura Urbana.*(2002) CINA (Costa Rica): pp: 145- 200.

**PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL – DEL CANTÓN CHUNCHI.** 2015, pp: 3-10

**RODALE, J**, *Factores que afectan al compostaje*, 1993, vol. 2 (Chile): pp: 19-847

**ROMAN,PILAR, M**, *Manual de Compostaje del Agricultor*, (2013), *Fao*, (Santiago de Chile): pp:23-24.

**SHINTANLM,..** *Aplicacion de Tecnicas de Compostaje*.(2006), [Consulta: el 2 de 11 de 2015], Disponible en:[www.ecocomunidad.org.uy/ecosur/txt/compost.htm](http://www.ecocomunidad.org.uy/ecosur/txt/compost.htm), (Chile): pp: 40-55

**SUQUILANDA. M**, *Agricultura Organica*.(1996). Vol 2 nº3. (Ecuador–Quito): pp: 337-340

**UNIVERSIDAD NACIONAL**, (2012). *Universidad Nacional*.2012: [Consultado: el 3 de Noviembre del 2011]pp 45-50 Disponible en:[http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358012/ContLin/leccin\\_21\\_compostaje\\_aerobio.html](http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358012/ContLin/leccin_21_compostaje_aerobio.html): (Quito –Ecuador): pp: 45-50

**VASQUEZ, E. B.** *Guia para compostar y manejo de suelos*. (Bogota):2005. pp: 18-27

**VILARIÑO,F**. *Manual de Gestion Ambiental*. . (Cuenca Ecuador): 2000. pp: 35-50

## ANEXOS

### Anexo A. Construcción del área de compostaje





**Anexo B. Almacenamiento de los sustratos a prueba**







**Anexo C. Area de Tratamientos**





#### Anexo D. Producto Final



