



# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS**

## **“ELABORACIÓN DE BIOABONO A PARTIR DE LOS RESIDUOS GENERADOS DEL PROCESO DE FAENAMIENTO EN EL CAMAL MUNICIPAL DE COLTA”**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

**TIPO: PROYECTO TÉCNICO**

Presentado para optar el grado académico de:

**INGENIERA EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL**

**AUTORA: MARCIA XIMENA PUCHA CURICHUMBI**

**TUTORA: Ing. MARCELA BRITO**

Riobamba – Ecuador

2017

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS**

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que el Proyecto Técnico: **“ELABORACIÓN DE BIOABONO A PARTIR DE LOS RESIDUOS GENERADOS DEL PROCESO DE FAENAMIENTO EN EL CAMAL MUNICIPAL DE COLTA”**, de responsabilidad de la señorita Marcia Ximena Pucha Curichumbi ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, quedando autorizado su presentación.

**NOMBRE**

**FIRMA**

**FECHA**

Ing. Marcela Yolanda Brito Mancero

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**DIRECTORA DE TRABAJO  
DE TITULACIÓN**

Dr. Edgar Iván Ramos Sevilla

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**MIEMBRO DEL TRABAJO  
DE TITULACIÓN**

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

Yo, Marcia Ximena Pucha Curichumbi, soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en este Trabajo de Titulación y el patrimonio intelectual del Trabajo de Titulación pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

---

Marcia Ximena Pucha C.

C. I. 0604128926

## **DEDICATORIA**

A mi madre, pilar fundamental en mi vida, su amor y apoyo incondicional mi gran ejemplo a seguir.

A mi padre (+) Vicente te convertiste en mi Ángel guardián vivirás por siempre en mi mente y en mi corazón.

A mi esposo Hernán, por ser mi amigo, confidente y compañero de vida, por depositar toda su confianza en mí y brindar su amor incondicional.

A mi hija Yuriana, mi razón de vivir, mi gran bendición todo mi esfuerzo va dedicado para ti mi pequeña.

A mis hermanas y hermanos, por brindarme su amistad y su apoyo incondicional para lograr este objetivo.

Marcia

## **AGRADECIMIENTO**

A ti mi Dios, por darme la vida y las fuerzas necesarias para luchar contra las adversidades de la vida y mantenerme de pie.

A mi madre, quien con trabajo diario me ha brindado su apoyo incondicional en toda mi vida y poder seguir cumpliendo mis metas, a mi padre (+) quien me ha dejado su enseñanza que con la lucha diaria se puede conseguir muchos propósitos.

Mi agradecimiento especial a mi esposo y a mi hija por brindar su apoyo, paciencia y motivación en mi trayectoria estudiantil.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y a mis profesores por transmitir sus conocimientos en mi formación profesional.

A mi tutora Ing. Marcela Brito y colaborador Dr. Iván Ramos por el tiempo, paciencia y asesoramiento brindado en el presente trabajo de titulación.

## TABLA DE CONTENIDOS

	<b>Pág</b>
<b>RESUMEN</b> .....	XVI
<b>SUMMARY</b> .....	XVII
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>OBJETIVOS</b> .....	4
<b>CAPITULO I</b>	
1. <b>MARCO TEÓRICO</b> .....	5
1.1 <b>Contaminación ambiental</b> .....	5
1.2 <b>Camales o mataderos</b> .....	5
1.3 <b>Camales en el Ecuador</b> .....	6
1.4 <b>Residuos de matadero y camal</b> .....	6
1.5 <b>Residuos sólidos</b> .....	7
1.6 <b>Residuos líquidos</b> .....	7
1.7 <b>Residuos gaseosos</b> .....	7
1.8 <b>Proceso de Faenamiento de Porcinos:</b> .....	8
1.9 <b>Proceso de Faenamiento de Ovinos:</b> .....	9
1.10 <b>Composición de los residuos orgánicos del camal:</b> .....	10
1.10.1 <i>Composición del contenido ruminal:</i> .....	10
1.10.2 <i>Composición del estiércol:</i> .....	11
1.10.3 <i>Composición de la sangre animal:</i> .....	11
1.10.4 <i>Composición de vísceras:</i> .....	12
1.11 <b>El compostaje</b> .....	12
1.11.1 <i>Fases del proceso de compostaje</i> .....	12
1.11.1.1 <i>Fase Mesófila</i> .....	12
1.11.1.2 <i>Fase Termófila o de Higienización</i> .....	13
1.11.1.3 <i>Fase de Enfriamiento o Mesófila II</i> .....	13
1.12 <b>Sistemas de compostaje</b> .....	15
1.12.1 <i>Sistemas abiertos</i> .....	15

1.12.2	<i>Sistemas semi-cerrados</i> .....	15
1.12.3	<i>Sistemas cerrados o compostaje en reactores</i> .....	16
1.13	<b>Parámetros del proceso de compostaje</b> .....	16
1.13.1	<i>Relación Carbono-Nitrógeno (C:N)</i> .....	16
1.13.2	<i>Temperatura</i> .....	16
1.13.3	<i>pH</i> .....	17
1.13.4	<i>Humedad</i> .....	18
1.13.5	<i>Oxígeno</i> .....	18
1.13.6	<i>Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>)</i> .....	19
1.13.7	<i>Tamaño de partículas</i> .....	19
1.14	<b>Microorganismos que intervienen en el proceso de compostaje</b> .....	20
1.14.1	<i>Bacterias</i> .....	20
1.14.2	<i>Hongos</i> .....	20
1.14.3	<i>Protozoos y rotíferos</i> .....	21
1.15	<b>Coctel de microorganismos Bacterfunmix</b> .....	21
1.15.1	<i>Acción fitosanitaria</i> .....	21
1.15.2	<i>Modo de acción</i> .....	21
1.15.3	<i>Composición – Ingredientes Activos</i> .....	21
1.16	<b>Compost-Bioabono</b> .....	22
1.17	<b>Marco legal para ejecución de actividades en el camal y residuos</b> .....	23
1.18	<b>Marco legal para compost</b> .....	24

## CAPITULO II

2.	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	25
2.1	<b>Localización del Proyecto</b> .....	25
2.1.1	<i>Ubicación geográfica</i> .....	25
2.1.2	<i>Limites</i> .....	25
2.1.3	<i>Funcionamiento del Camal Municipal de Colta</i> .....	26
2.1.4	<i>Lugar de elaboración de compostaje</i> .....	28
2.1.5	<i>Tipo de Investigación</i> .....	28

2.2	<b>Metodología</b> .....	29
2.2.1	<i>Métodos</i> .....	29
2.2.2	<i>Técnicas</i> .....	29
2.2.3	<i>Instrumentos y materiales</i> .....	30
2.2.3.1	<i>Cuantificación de los residuos orgánicos generados en el camal</i> .....	30
2.2.3.2	<i>Elaboración del compost</i> .....	31
2.2.4	<i>Datos de los residuos</i> .....	31
2.2.5	<i>Registro de temperatura, humedad y pH de la pila de compostaje</i> .....	32
2.2.6	<i>Metodología de elaboración de compost</i> .....	32
2.2.7	<i>Cuantificación de los residuos orgánicos generados</i> .....	32
2.2.8	<i>Materiales de partida</i> .....	32
2.2.9	<i>Preparación del terreno</i> .....	33
2.2.10	<i>Determinación de la relación C/N</i> .....	33
2.2.11	<i>Preparación del material orgánico inicial</i> .....	34
2.2.12	<i>Preparación de aditivos para el compostaje</i> .....	34
2.2.13	<i>Elaboración de la pila de compostaje</i> .....	35
2.3	<b>Actividades durante el proceso de compostaje:</b> .....	35
2.3.1	<i>Toma de datos de la temperatura</i> .....	35
2.3.2	<i>Toma de datos humedad</i> .....	35
2.3.3	<i>Toma de datos del pH</i> .....	36
2.3.4	<i>Volteos de la pila</i> .....	36
2.3.5	<i>Obtención del producto final (bioabono) o compost</i> .....	36
2.3.6	<i>Toma de muestra</i> .....	36
2.3.7	<i>Verificación del rendimiento</i> .....	36
 <b>CAPITULO III</b>		
3.	<b>MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	37
3.1	<b>RESULTADOS</b> .....	37
3.1.1	<i>Cuantificación de los residuos sólidos</i> .....	37
3.1.2	<i>Caracterización de los residuos generados en el Camal</i> .....	41
3.1.3	<i>Análisis microbiológico durante el proceso</i> .....	42



3.1.4	<i>Resultado del análisis en laboratorio del producto final</i> .....	42
3.2	<b>DISCUSIÓN</b> .....	43
3.2.1	<i>Cuantificación de los residuos sólidos orgánicos de ovinos y porcinos</i> .....	43
3.2.2	<i>Caracterización de los residuos generados en el Camal</i> .....	44
3.2.3	<i>Monitoreo durante el proceso de compostaje</i> .....	45
3.2.3.1	<i>Temperatura</i> .....	45
3.2.3.2	<i>Humedad</i> .....	46
3.2.3.3	<i>pH</i> .....	47
3.2.3.4	<i>Relación C/N</i> .....	48
3.2.3.5	<i>Conductividad eléctrica</i> .....	48
3.2.3.6	<i>Materia Orgánica</i> .....	49
3.2.3.7	<i>Fósforo</i> .....	49
3.2.3.8	<i>Potasio</i> .....	49
3.2.3.9	<i>Eficiencia del coctel de microorganismos "BACTERFUNMIX"</i> .....	49
3.2.3.10	<i>Rendimiento</i> .....	50
	<b>CONCLUSIONES</b> .....	50
	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	52
	<b>BIBLIOGRAFIA</b>	
	<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

<b>GADMCC</b>	Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Colta
<b>COOTAD</b>	Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización
<b>AGROCALIDAD</b>	Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro
<b>FAO</b>	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
<b>AGROMIKROBEN</b>	Consultores Agrícolas de Análisis Microbiológico y Fitopatológico
<b>RSO</b>	Residuos Sólidos Orgánicos
<b>C/N</b>	Relación Carbono Nitrógeno
<b>T</b>	Temperatura
<b>°C</b>	Grados Celsius
<b>CO2</b>	Dióxido de Carbono
<b>C</b>	Carbono
<b>P</b>	Fosforo
<b>N</b>	Nitrógeno
<b>NH4</b>	Amonio
<b>Cm</b>	Centímetro
<b>Msnm</b>	Metros sobre el nivel del mar
<b>Kg</b>	Kilogramo
<b>g</b>	Gramo
<b>%</b>	Porcentaje
<b>MO</b>	Materia orgánica
<b>Lts</b>	Litros
<b>Ufc</b>	Unidad formadora de colonia
<b>pH</b>	Potencial Hidrógeno
<b>Upc</b>	Unidad propagadora de colonia
<b>ml</b>	Mili litros
<b>Lbs</b>	Libras

## ÍNDICE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1-1: Hongo indicador de la fase mesófila II .....	14
Figura 2-1: Temperatura, oxígeno y pH en el proceso de compostaje.....	15

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

	<b>Pág.</b>
Grafico 1-3: Cuantificación de residuos generados en el camal .....	43
Grafico 2-3: Variación de Temperatura en la Pila de Compostaje.....	45
Grafico 3-3: Variación de Humedad en la Pila de Compostaje .....	46
Grafico 4-3: Variación de pH en la Pila.....	47
Grafico 5-3: Variación de la Relación C/N.....	48
Grafico 6-3: Porcentaje de Rendimiento.....	50

## ÍNDICE DE MAPAS

	<b>Pág.</b>
Mapa 1-2: Ubicación del Cantón Colta.....	26
Mapa 2-2: Ubicación del Camal Municipal de Colta.....	27
Mapa 3-2: Ubicación del lugar de compostaje.....	28
Mapa 4-2: Cálculo de la relación C/N.....	33

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1-1. Composición del Contenido Ruminal.....	111
Tabla 2-1: Composición del Estiércol.....	11
Tabla 3-1.Composición de la Sangre animal .....	11
Tabla 4-1: Composición de las vísceras.....	122
Tabla 5-1: Temperatura necesaria para la eliminación de patógenos .....	13
Tabla 6-1: Parámetros de la relación carbono/nitrógeno .....	16
Tabla 7-1: Parámetros de temperatura óptimos.....	17
Tabla 8-1: Rangos de pH .....	188
Tabla 9-1: Control de aireación.....	189
Tabla 10-1. Composición de ingredientes activos .....	21
Tabla 11-1. Marco legal para ejecución de actividades en el camal y residuos.....	23
Tabla 1-2. Datos Geográficos .....	255
Tabla 2-2: Análisis iniciales de los RSO del Camal .....	30
Tabla 3-2: Componentes utilizados para la cuantificación de residuos orgánicos.....	30
Tabla 4-2: Componentes empleados en la elaboración del compost (bioabono).....	31
Tabla 5-2: Datos de los residuos usados en la pila.....	31
Tabla 6-2: Aditivos para Compostaje.....	34
Tabla 1-3: Cuantificación de residuos generados en el faenamiento de ovinos.....	38
Tabla 2-3: Cuantificación de residuos generados en el faenamiento de porcino chamuscado .....	39
Tabla 3-3: Cuantificación de residuos generados en el faenamiento de porcinos pelados .....	40
Tabla 4-3: Peso de residuos aptos para compostaje .....	41
Tabla 5-3: Caracterización de los residuos del Camal .....	411
Tabla 6-3: Análisis microbiológico.....	422
Tabla 7-3: Análisis del producto final.....	422
Tabla 8-3: Rendimiento del proceso de compostaje .....	433

## ÍNDICE ANEXOS

**Anexo A:** Análisis inicial de los residuos orgánicos del camal

**Anexo B:** Análisis microbiológico de la pila de compostaje

**Anexo C:** Análisis final del bioabono

**Anexo D:** Calculo de la relación C/N

**Anexo E:** Fotográficos

**Anexo F:** Registro promedio de Temperatura, Humedad y pH de la pila

**Anexo G:** Registro promedio de Temperatura, Humedad Ambiente

**Anexo H:** Datos meteorológicos mensuales

## RESUMEN

El objetivo del presente trabajo técnico fue obtener bioabono mediante compostaje con la utilización de los residuos generados a partir del proceso de faenamiento en el camal para obtener bioabono y utilizar como un mejorador de suelos agrícolas de la misma zona. Se realizó la caracterización y cuantificación de los residuos a utilizar en los días de faenamiento de ovinos y porcinos, en los residuos aptos se encontraron rumen, estiércol, sangre, posteriormente se armó una pila con 450 kg constituida por dos componentes principales: residuos sólidos orgánicos del camal (400 kg), cascarilla de arroz (50 kg) logrando equilibrar la relación carbono nitrógeno C/N a 25.99, donde también se añadió el coctel de microorganismos “BACTERFUNMIX” 1000 cm<sup>3</sup> por cada 100 kg de material de compostaje, según la etiqueta del mismo producto, con la ayuda de una regadera manual se fue humedeciendo cada capa de la pila, para acelerar el proceso de compostaje. La elaboración del bioabono mediante compostaje se realizó mediante el sistema de pilas abierta (proceso aeróbico) con volteos manuales, durante este proceso se llevó un registro diario del control de parámetros como temperatura, humedad y pH, la evolución de las temperaturas se dio adecuadamente en la fase inicial mesofílica alcanzando hasta los 45°C, para la fase termófila la temperatura máxima alcanzada fue 63°C misma que se fue controlando con los volteos manuales según el requerimiento, a los 55 días del proceso de elaboración se tomó una muestra de la pila para realizar el análisis microbiológico donde sí se presenció la existencia de microorganismos como bacterias y hongos, terminando el proceso con la fase de enfriamiento y maduración. Se concluye que se obtuvo bioabono de calidad de acuerdo a los análisis físico-químicos realizados. Se recomienda que la formación de las pilas se realice de acuerdo a la generación de los residuos por mes.

**Palabras Claves:** <TECNOLOGÍA Y CIENCIAS DE LA INGENIERÍA>, <BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL>, <ABONO ORGÁNICO (BIOABONO)>, <RESIDUOS SÓLIDOS>, <COMPOSTAJE>, <GESTIÓN AMBIENTAL>, <RESIDUOS DEL CAMAL>.



## SUMMARY

The aim of this technical work was to obtain bio-fertilizer by compost with the use of the waste generated by the slaughtering process in the slaughterhouse, process to obtain biofertilizer and to use as an ameliorative of the agricultural soils in the same area. It was carried out the characterization and quantification of residues to be used in the days of slaughtering of the sheep and swine. In suitable waste were found rumen, manure, blood and subsequently a pile was armed with 450 kg consisting of two main components: organic solid waste from the slaughterhouse (400 kg), rice husks (50 Kg) achieving thus to balance the relation of carbon-nitrogen C/N to 25.99. Also was added micro-organisms "BACTERFUNMIX" 100 cm<sup>3</sup> per 100 kg of material for compost, according to the same product label, with the help of a manual watering each stratum of the compost pile was moistened, to speed up the composting process. The elaboration of the bio-fertilizer through composting was carried out by open pile system (aerobic process), during this process was taken a daily record of the control of parameters such as temperature, humidity and pH, the evolution of the temperatures occurred properly in the initial mesophilic phase reaching up to 45 °C, for the thermophilic phase the maximum temperature reached was 63 °C. It was controlled with the Volt manuals according to requirements, the 55 days after of the process was taken a sample of a pile to do microbiological analysis and was evidenced the existence of microorganisms such as bacteria and fungi, completing the process with the cooling and maturing phase. It is concluded that it was obtained a biofertilizer of quality according to physicochemical analysis. It is recommended the formation of piles will make according to the generation of waste per month.

**Keywords:** <TECHNOLOGY AND SCIENCES OF ENGINEERING> <ENVIRONMENTAL BIOTECHNOLOGY> <ORGANIC FERTILIZER (BIOFERTILIZER)> <SOLID RESIDUES> <ENVIRONMENTAL MANAGEMENT> <RESIDUES OF SLAUGHTERHOUSE>

# **INTRODUCCIÓN**

## **Identificación del problema**

El funcionamiento de la mayoría de los camales y empresas de faenamiento en el país trabajan en el proceso productivo de la carne mismas que cuentan con instalaciones y equipos adecuados para el sacrificio, manipulación, elaboración, preparación y conservación de las especies cárnicas con un aprovechamiento completo, racional y adecuado, al mismo tiempo genera una gran cantidad de residuos que son vertidos al ambiente, y muchas de estas instalaciones no cuentan con sistemas de tratamiento de residuos sólidos, líquidos y gaseosos, siendo fuente de contaminación ambiental que están causando problemas al exterior.

El Camal Ecológico de Colta en la actualidad tiene 25 años de servicio se encuentra ubicado en la parte urbana de la parroquia Cajabamba del cantón Colta, cuyo funcionamiento podría estar propiciando efectos adversos al ambiente por los desperdicios generados del proceso de faenamiento (sangre, vísceras, alimento no excretado) del camal municipal, una parte son arrojados al sistema de alcantarillado público que desemboca en el río Sicalpa para su posterior depuración en la planta de tratamiento de aguas residuales de la municipalidad y cierta parte son recolectados por ciertos días y trasladados al botadero de la municipalidad sin dar ningún tipo de tratamiento para su depósito final.

El Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD) en su artículo 55 establece que los Gobiernos Autónomos Descentralizados municipales son los responsables directos del manejo de sus desechos sólidos, sin embargo no se puede negar su baja capacidad de gestión en este tema.

Razón por la cual se pretende aprovechar todos estos residuos sólidos orgánicos generados a partir del proceso de faenamiento de especies como ovinos y porcinos en el Camal Municipal mediante la elaboración de pilas de compostaje para generar un producto que será utilizado en la agricultura de la zona y así disminuir el impacto ambiental generado por esta actividad.

## **Justificación de proyecto**

En el camal Ecológico Municipal de Colta como resultado de las actividades que realizan en cada uno de los procesos de faenamiento las cantidades de residuos que generan son considerables debido a que en la actualidad solo se faenan especies como ovinos y porcinos.

Todos estos residuos generados en dicho lugar son trasladados y depositados en el botadero municipal a cielo abierto de Mishquilli del Cantón Colta, sin ningún tratamiento previo por lo que generan lixiviados, gases y malos olores que resultan ser contaminantes para el ambiente y la salud de las personas.

Mediante el presente trabajo desarrollado se pretende dar un uso adecuado y reducir los residuos generados en los diferentes procesos del sacrificio animal, de esta manera evitar que su disposición final sea en el botadero a cielo abierto con lo cual se lograra contribuir a la disminución de la contaminación ambiental que este puede estar ocasionando en la actualidad. Mediante la aplicación de la técnica de compostaje es factible obtener bioabono como producto final con óptimas propiedades físico-químicas para posteriormente ser utilizados debido a que Colta es una zona netamente agrícola por tanto la calidad y cantidad de este producto contribuirá para la mejora y el desarrollo de los cultivos.

## **Antecedentes de la investigación**

En el Ecuador se generan aproximadamente 4'000.000 de toneladas de basura anualmente, de los cuales cerca de la mitad un 43% proviene de Quito y Guayaquil, además el 39% de los municipios botan los residuos sólidos en rellenos sanitarios, el 26% en botaderos controlados, el 23% en botadero a cielo abierto y el 12% en celdas emergentes. En este país existen 72 rellenos sanitarios siendo estos espacios los más óptimos para el depósito ya que están localizados en el suelo sin causar perjuicio al ambiente y la salud, pues utiliza principios de ingeniería para confinarlos desechos y reducir su volumen, 45 de ellos poseen licencia ambiental, 11 no tienen y el resto se encuentra en tramites por los municipios competentes. (ECUADORINMEDIATO, 2017)

Según el Registro de Gestión Integral de los Residuos Sólidos (AME-INEC, 2015) en el Ecuador, 184 Municipios gestionan sus residuos sólidos a través de unidades o departamentos del GAD, 20 mediante Empresas Públicas Mancomunadas, que son aquellas empresas donde intervienen dos o más municipalidades, 12 con Empresas Públicas y 5 en mancomunidad.

Según estudios efectuados en otros países como Perú y Colombia, se conoce que el contenido ruminal puede ser empleado para la formulación de concentrados para la alimentación de animales, la producción de abonos orgánicos. Las pezuñas, cascós y huesos pueden ser usados para la generación de harinas y complementos alimenticios para mascotas. Así la mayor parte de residuos originados en las labores cárnicas pueden ser recuperados y reutilizados, eliminando en un gran porcentaje los elementos contaminantes tanto sólidos. (Bucheli, 2016)

Según el manual de operación del Camal Municipal de Colta, para el proceso de faenamiento en estos últimos años se ha venido cumpliendo con los requerimientos de AGROCALIDAD, actualmente se ha realizado procedimientos para el manejo de los residuos generados en este proceso y cuentan con contenedores con tapa de 1100 litros de capacidad, color verde para residuos orgánicos y gris para residuos inorgánicos logrando una recolección diferenciada y cada uno de los contenedores ubicados en el espacio destinado para recolección de residuos.

En el Ecuador hasta el año 2017 existen 185 camales o centros de faenamientos que funcionan con la certificación emitida por AGROCALIDAD. Desde hace algunos años se ha venido desarrollando proyectos para la elaboración de abonos orgánicos a partir de los desechos generados en los camales, como por ejemplo en el norte del país se ha implementado la planta procesadora de compostaje ejecutada mediante la Empresa Municipal de Rastro de Ibarra y la Organización de Productos Cárnicos del Norte (Procanor), “BioProcanor” es el nombre del abono orgánico actualmente se expende satisfactoriamente y también se ha disminuido la contaminación ambiental al utilizar estos residuos. (Cevallos, 2008).

## **OBJETIVOS**

### **GENERAL:**

- Elaborar bioabono a partir de los residuos generados del proceso de faenamiento en el Camal Municipal de Colta.

### **ESPECÍFICOS:**

- Identificar la cantidad de residuos generados en el proceso de faenamiento del Camal Municipal de Colta.
- Producir bioabono con los residuos obtenidos mediante compostaje acelerando el proceso con un coctel de microorganismos BACTERFUNMIX.
- Analizar los nutrientes existentes en el bioabono obtenido.

# CAPITULO I

## 1. MARCO TEÓRICO

### 1.1 Contaminación ambiental

Es la presencia de cualquier agente físico, químico o biológico o combinación de estos en el ambiente y que pueden provocar cambios irregulares e inesperados de las propiedades del aire, agua y suelo, la contaminación se produce cuando el ambiente natural no puede soportar un elemento externo en grandes cantidades y para descomponerlo duran cientos de años. Como resultado de la superpoblación, industrialización avanzada, deforestación y otras actividades humanas las mismas que pueden ser perjudiciales para la salud de organismos vivos, la seguridad y bienestar de la población. (Jara, 2015)

### 1.2 Camales o mataderos

Según la Ley de Mataderos (Art. 2): “Se entiende por Mataderos o Camal Frigorífico, como establecimientos 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, cuando la cantidad justifique su aprovechamiento industrial estos poseerán instalaciones de frio industrial proporcionales a su tamaño”.

En dicha Ley se determinan los tipos de empresas que pudieren establecerse en base a los Camales:

- Camales Públicos: aquellos centros de sacrificio que son operados por entes jurídicos de derecho público o privado con finalidad social o pública.

- Camales Privados: entidades de carácter privado donde participan personas físicas jurídicas.
- Camales Mixtos: son aquellos en los cuales participan en su operación entidades de derecho público y entidades de derecho privado.

### **1.3 Camales en el Ecuador**

Según el Servicio de Información y Censo Agropecuario del Ministerio de Agricultura y Ganadería de Ecuador (SICA), para el año 2010, los diferentes mataderos del país registran más de medio millón de bovinos faenado por año, calculándose una producción aproximada de 150.430 toneladas de carne.

El Ecuador cuenta con más de 200 mataderos localizados, 45% en la Sierra, 38% en la Costa y un 17% en la Región Amazonia y Galápagos. La mayoría de los mataderos son de propiedad y están administrados por los municipios; el 81% está ubicado en áreas urbanas, 7% en semi-urbanas y 12% en las zonas rurales. (Barzola, 2013)

Muchos de los camales o mataderos son municipales y se encuentran legalmente funcionando, cabe mencionar que muchos de ellos están en la implementación de diferentes sistemas para dar un tratamiento adecuado a los diferentes residuos generados en dicho lugar.

### **1.4 Residuos de matadero y camal**

Los residuos de un camal incluyen sangre, huesos, contenido de estómago e intestino, estiércol, aguas residuales y lodos de flotación y suponen entre el 80 y 90 % de los residuos de mataderos se reciclan principalmente entre la industria alimentaria. Las pezuñas y los huesos se reutilizan en otras industrias, como para la preparación de fertilizantes y de pegamento. Entre 5 - 10 % se vierten en el suelo tras su compostaje o sin tratamiento previo, principalmente el material contenido en el estómago, que consiste predominantemente en alimento y restos vegetales parcialmente digeridos.

La recogida, transporte, almacenamiento, manipulación, transformación y eliminación de los subproductos animales están regulados mediante AGROCALIDAD, en el que se establecen las normas de regulación sanitarias aplicables a los subproductos animales no destinados para el consumo humano. Las medidas de eliminación o reciclado para los distintos materiales clasificados en categorías en función de su peligrosidad, se resumen en: eliminación mediante

incineración, transformación térmica o pasteurización para su esterilización, compostaje, transformación en planta de biogás, fabricación de alimento para animales de compañía, obtención de proteínas, grasas y hemoderivados. (Moreno & Moral, 2008, p. 33)

## **1.5 Residuos sólidos**

Es todo objeto, material o elementos sólidos y semisólido de desecho que se produce tras la fabricación, transformación y utilización de bienes de consumo y que son abandonados después de ser utilizados, son provenientes de diferentes actividades realizadas dentro de una industria, establecimiento o cualquier actividad cotidiana del hombre. Los residuos no son otra cosa que los recursos naturales desaprovechados. (Pérez, 2016)

En los mataderos o camales se estima casi un 25% del peso total de los animales vivos como bovino y porcinos pueden ser considerados como residuos entre los cuales se menciona (estiércol, contenido ruminal o estomacal, sangre, huesos, pelo, pezuñas, cuernos, fragmentos de tejidos grasos y musculares). Dichos materiales son considerados ricos en proteínas y grasas por tanto con gran cantidad de nitrógeno, fosforo, potasio y calcio. (Gurtler, et al., 1976)

## **1.6 Residuos líquidos**

Los efluentes líquidos o aguas residuales generados en un matadero debido a su procedencia se caracterizan por tener alta concentración de materia orgánica, mismos que al ser descargada a un cuerpo hídrico generan problemas ambientales provocando disminución en la concentración de oxígeno disuelto. (Chávez, 2012)

Las descargas de estos desperdicios poseen una previa depuración de sus contaminantes en las plantas de tratamiento para finalmente ser descargada a un cuerpo de agua sin causar efectos ambientales.

## **1.7 Residuos gaseosos**

Las emisiones gaseosas de los camales no presentan efectos ambientales significativos, sin embargo muchas de ellas depende de la equipamiento que poseen para cada proceso que se requiere por cada especie a faenar, como es el caso de los porcinos se requiere de calentadores a vapor.



A excepción de los olores generados en las operaciones de almacenamiento de residuos, estabulación que pueden causar algún tipo de inconveniente sobre todo si los establecimientos industriales se encuentran en un lugar poblado. (Ruiz, 2011)

### **1.8 Proceso de Faenamiento de Porcinos:**

- **Recepción:** Se recibe a los animales en el Matadero Municipal de Colta; según documentación de Guía de Movilización emitido por AGROCALIDAD, los animales son identificados, pesados y ubicados en los corrales, para cumplir con las medidas sanitarias de prevención, durante el tiempo que determine la ley.
- **Reposo y revisión veterinaria ante mortem:** Durante este proceso los animales cumplen un tiempo de estancia normado por la ley (2 a 4 horas) en el que son hidratados y pasan por un proceso de descanso y relajación muscular, tiempo en el que se les realiza control veterinario ante mortem.
- **Arreo:** Cumplido con los tiempos sanitarios acordados y habiéndose aceptado y cancelado las tasas correspondientes por el servicio de faenamiento de los animales en la tesorería Municipal que van al proceso de faenamiento, se trasladan a los mismos a la manga del inicio de proceso de faenamiento.
- **Noqueo:** El noqueo del animal es físico mediante la aplicación de una descarga de amperaje, se insensibiliza al animal a ser sacrificado para evitarles sufrimiento a la hora del degüello.
- **Izado:** El animal es colgado de los cuartos traseros, en un gancho adherido a un riel para facilitar su movilidad en el proceso de desangrado y posteriores pasos del proceso de faena.
- **Sangrado y degüello:** Se aplica un corte en las arterias del cuello del animal (estando boca abajo) para que el animal se desangre.
- **Escaldado y pelado:** Se procede a eliminar el pelaje del animal por medio de la utilización de una tina de agua caliente con una temperatura 86°C. y la aplicación de maquinaria de pelaje.
- **Flameo:** Se procede a desprender o eliminar completamente la cerda o pelo pequeño, mediante un método de flameo.

- Limpieza: Procedimiento en el que se limpia al animal tanto en su parte ventral y dorsal.
- Corte de cabeza: Incisión horizontal, y eliminación de cabeza que se realiza por requerimiento del cliente.
- Eviscerado: Corte del escroto y testículos del animal.
- Corte de canal: Corte longitudinal de canal del animal porcino.
- Inspección veterinaria post mortem: La carne de los animales faenados, son revisados por el veterinario para determinar su integridad orgánica y estado sanitario.
- Higiene y desinfección: Es la aplicación de agua a presión sobre las superficies corporales, para desinfectar al animal de posibles contaminaciones propias del manipuleo y el eviscerado.
- Oreo: Es el cumplimiento de tiempo pre-entrega a clientes del producto. (GADCOLTA, 2015)

### **1.9 Proceso de Faenamiento de Ovinos:**

- Recepción: Se recibe a los animales según documentación de Guía de Movilización emitido por AGROCALIDAD, los animales son identificados y ubicados en los corrales, para cumplir con las medidas sanitarias de prevención, durante el tiempo que determine la ley.
- Reposo revisión veterinaria: Durante este proceso los animales cumplen un tiempo de estancia normado por la ley (2 a 4 horas) en el que son hidratados y pasan por un proceso de descanso y relajación muscular, tiempo en el que se les realiza control veterinario ante mortem.
- Arreo: Cumplido con los tiempos sanitarios acordados y habiéndose aceptado y cancelado las tasas correspondientes por el servicio de faenamiento de los animales que van al proceso de faenamiento, se trasladan a los mismos a las mangas de faenamiento.
- Noqueo: El noqueo del animal es físico mediante la aplicación o uso de amperaje, se insensibiliza al animal a ser sacrificado para evitarles sufrimiento a la hora del degüello.

- Izado: El animal es colgado de los cuartos traseros, en un gancho adherido a un riel para facilitar su movilidad en el proceso de desangrado y posteriores pasos del proceso de faena.
- Sangrado y degüello: Se aplica un corte en las arterias del cuello del animal (estando boca abajo) para que el animal se desangre, la sangre es recogida en una canaleta especial, para su posterior entrega al introductor.
- Corte de patas y cabeza: Se procede a cortar las patas y la cabeza del animal para evitar molestias en procesos posteriores.
- Inflado: Procedimiento que se realiza aplicando aire a presión entre el cuero y la carnosidad, para facilitar el desollado del animal.
- Eviscerado: Procedimiento en el que se extrae los órganos internos de cada animal, llamados vísceras.
- Inspección veterinaria Post mortem: La carne de los animales faenados, son revisados por el veterinario encargado del centro de faenamiento para determinar su integridad orgánica y estado sanitario.
- Higiene: Es la aplicación de agua a presión sobre las superficies corporales, de posibles contaminaciones propias del manipuleo y el eviscerado.
- Pesaje: Se procede al pesaje de las canales de cada una de las especies como también de las vísceras lavadas.
- Refrigeración: En este proceso el producto cárnico es conduce a las cámaras de refrigeración donde se tienen dispuestos cuartos fríos para cada tipo de especie al igual que para las vísceras. (GADCOLTA, 2015)

## **1.10 Composición de los residuos orgánicos del camal:**

### **1.10.1 *Composición del contenido ruminal:***

El contenido ruminal (rumen) de las diferentes animales puede ser aprovechado para generar subproductos debido a su alto potencial energético.

Tabla 1-1. Composición del Contenido Ruminal

<b>COMPOSICIÓN DEL CONTENIDO RUMINAL</b>		
<b>PARÁMETRO</b>	<b>FRESCO</b>	<b>SECO</b>
Humedad	85%	12%
% Proteína	9%	13%
% Fibra	25%	27%
% Grasa	7%	2%

Fuente: (Hómez, 2013)

Realizado por: Marcia Pucha 2017

### 1.10.2 *Composición del estiércol:*

Tabla 2-1: Composición del Estiércol

<b>PORCINOS</b>		<b>OVINOS</b>	
Humedad	50.2%	Humedad	38.5%
Materia orgánica	45.3%	Materia Orgánica	45.6%
Nitrógeno total	1,36%	Celulosa	11.4%
Fosforo asimilable	1.36%	Nitrógeno total	17.7%
Potasio	0.66%	Relación C/N	14.3
Calcio	2,72%	Fosforo	2,2%
Magnesio	0.65%	Potasio	16.5%
		Magnesio	18.7%

Fuente: (Sosa, 2005)

Realizado por: Marcia Pucha 2017

### 1.10.3 *Composición de la sangre animal:*

Tabla 3-1. Composición de la Sangre animal

<b>PORCINOS</b>		<b>OVINOS</b>	
Proteínas	18.50	Proteínas	4.5%
Grasa total (g)	0.20	Globulinas	18.3%
Colesterol (mg)	40	Grasa	16%
Calcio (mg)	5	Lípidos	7.5 g
Hierro (mg)	6.60	Sales minerales (Na, K, Mg, P, Fe, Zn)	0.70 g
Vitamina A (mg)	30		
Carbohidratos (g)	0.06		

Fuente: (Araneda, 2016)

Realizado por: Marcia Pucha 2017

#### 1.10.4 *Composición de vísceras:*

Tabla 4-1: Composición de las vísceras

Calorías k/cal	258
Colesterol mg	93
Grasa g	16.5
Proteínas g	25.5
Humedad	53
Minerales	Hierro, zinc, fosforo

Fuente: (Araneda, 2016)  
Realizado por: Marcia Pucha 2017

### 1.11 **El compostaje**

Es un proceso de transformación de los residuos orgánicos mediante actividades biológicas que ocurre en condiciones aeróbicas obteniendo como resultado final abono natural que se emplea para mejorar la estructura del suelo y proporcionar nutrientes. (Miranda, et al., 2017)

Es posible interpretar el compostaje como el sumatorio de procesos metabólicos complejos realizados por parte de diferentes microorganismos, que en presencia de oxígeno, aprovechan el nitrógeno (N) y el carbono (C) presente para producir su propia biomasa, es muy importante el control seguido de parámetros como temperatura, pH, humedad, relación C/N; al descomponer el C, el N y toda materia orgánica inicial, los microorganismos desprenden calor medible a través de las variaciones de temperatura a lo largo del tiempo. (Elías, 2009)

#### 1.11.1 *Fases del proceso de compostaje*

##### 1.11.1.1 *Fase Mesófila*

El material de partida comienza el proceso de compostaje a temperatura ambiente y en pocos días, la temperatura aumenta hasta los 45°C. Este aumento de temperatura es debido a la actividad microbiana, ya que en esta fase los microorganismos utilizan las fuentes sencillas de C y N generando calor y CO<sub>2</sub>. La descomposición de compuestos solubles, como azúcares, produce ácidos orgánicos y, por tanto se caracteriza debido al pH que puede bajar hasta cerca de 4.0 o 4.5 y esta fase dura de 4 a 15 días. (Román, et al., 2013)

En esta fase es primordial la relación C/N debido a que el carbono brindara la energía necesaria que requieren los microorganismos mientras que el nitrógeno es utilizado para que realicen la síntesis molecular por tanto es aquí donde existen poblaciones muy grandes de bacterias y

hongos que están en actividad para que la temperatura de la pila asciende fácilmente. (Capistrán, 1999)

### 1.11.1.2 Fase Termófila o de Higienización

Se presenta cuando el material alcanza temperaturas superiores a los 45°C, en esta fase los microorganismos que se desarrollan a temperaturas medias denominados (microorganismos mesófilos) son reemplazados por aquellos que crecen a mayores temperaturas, en su mayoría bacterias termófilas, que actúan facilitando la degradación de fuentes más complejas de C, como la celulosa y la lignina. (Román, et al., 2013)

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 actino bacterias, que son las encargadas de descomponer las ceras, hemicelulosas y otros compuestos de C complejos. Esta fase puede durar desde unos días, semanas hasta unos meses, según el material de partida, las condiciones climáticas, lugar de compostaje y de otros factores climáticos y ambientales. (Román, et al., 2013, pp. 23)

Esta fase también recibe el nombre de higienización ya que el calor generado destruye bacterias y contaminantes de origen fecal como *Escherichia coli* y *Salmonella* spp. Esta fase es importante pues las temperaturas por encima de los 55°C eliminan patógenos y semillas de malezas que pueden encontrarse en el material de partida, dando lugar a un producto higienizado.

Tabla 5-1: Temperatura necesaria para la eliminación de patógenos

Microorganismo	Temperatura	Tiempo de exposición
<i>Salmonella</i> spp	55°C	1 hora
	65°C	15-20 minutos
<i>Escherichia coli</i>	55°C	1 hora
	62°C	15-20 minutos
<i>Brucella abortus</i>	55°C	1 hora
	60°C	3 minutos
<i>Parvavirus Bovino</i>	55°C	1 hora
Huevos de <i>Áscaris lumbricoides</i>	55°C	3 días

Fuente: (Román, et al., 2013)  
Realizado por: Marcia Pucha 2017

### 1.11.1.3 Fase de Enfriamiento o Mesófila II

La fase de enfriamiento y maduración se presenta una vez agotadas las fuentes de carbono en especial el nitrógeno en el material de compostaje, la temperatura desciende nuevamente hasta

los 40-45°C. Durante esta fase continua la degradación de polímeros como la celulosa, y aparecen algunos hongos visibles a simple vista. Al bajar de 40°C, los microorganismos 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, misma que se puede identificar por el crecimiento de pequeños hongos que indican el cambio de fase. (Román, et al., 2013.p.24)



Figura 1-1: Hongo indicador de la fase mesófila II  
Fuente: (Román, et al., 2013)

En la etapa de maduración la temperatura y el pH se estabilizan, si el pH es ácido nos indican que el compost no está aún maduro, los actinomicetos adquieren especial importancia en la formación de ácidos húmicos y son frecuentemente productores de antibióticos que inhiben el crecimiento de bacterias y patógenos, mientras que los microorganismos tales como nematodos, rotíferos, escarabajos, lombrices etc., incrementan su actividad desempeñando la función de remover, excavar, moler masticar y en general romper físicamente.

El producto final debe presentar un color negro o marrón y su olor debe ser a tierra de bosque, además ya no debemos reconocer los residuos iniciales.

Por tanto a esta fase se le puede resumir como en un periodo de tiempo que demora a temperatura ambiente el proceso de compostaje, durante los cuales se producen reacciones secundarias de condensación y polimerización de compuestos carbonados para la formación de ácidos húmicos y fúlvicos. (Román, et al., 2013)

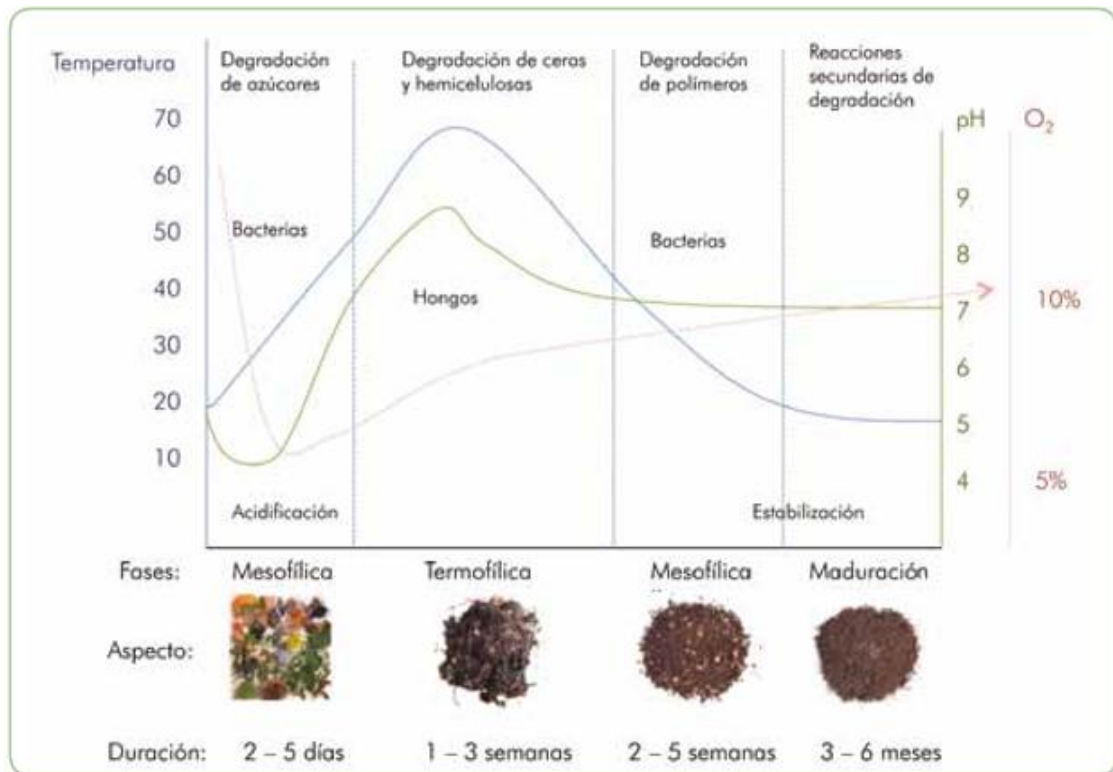


Figura 2-1: Temperatura, oxígeno y pH en el proceso de compostaje

Fuente: (Román, et al., 2013)

## 1.12 Sistemas de compostaje.

### 1.12.1 *Sistemas abiertos*

Los sistemas abiertos de compostaje por lo general suelen ser de bajo coste y tecnología sencilla.

La forma de las pilas con los materiales a utilizar en este tipo de plantas es muy variado (pilas, masetas, zanjas, etc.), así como los sistemas de manipulación de este. Lo más usual es utilizar sistemas dinámicos, ya sea por medio de dispositivos especiales como volteadoras o con palas mecánicas, siendo menos frecuentes las que se destacan por métodos estáticos, con sistemas de aireación pasivo o forzada. (Elías, 2009)

### 1.12.2 *Sistemas semi-cerrados*

En este tipo de sistemas todo el conjunto de operaciones que se llevan a cabo se encuentran dentro de una nave cubierta y cerrada que dispone un sistema de extracción de la atmosfera interior a través de tuberías colocadas a lo largo del techo. Esta atmosfera inferior normalmente viciada con los gases provenientes masa en fermentación, es tratada por medio de un biofiltro.



El sistema más conocido es el de las trincheras o calles en las que el material se coloca entre muros longitudinales y es volteado por distintos procedimientos. (Moreno & Moral, 2008. pp.153)

### 1.12.3 *Sistemas cerrados o compostaje en reactores.*

En los sistemas cerrados, el material a compostar no está nunca en contacto directo con el exterior, sino a través de un sistema de conductos y turbinas. Al tratarse de sistemas cerrados facilita el tratamiento de los olores generados en la fermentación. (Moreno & Moral, 2008. pp.154)

## 1.13 **Parámetros del proceso de compostaje**

### 1.13.1 *Relación Carbono-Nitrógeno (C:N)*

El Carbono fuente de energía para los microorganismos y el Nitrógeno necesario para la síntesis proteica, la relación adecuada de estos nutrientes favorece el crecimiento y la reproducción de los microorganismos. La relación C/N varía en función del material de partida y se obtiene la relación numérica al dividir el contenido de C (%C total) sobre el contenido de N total (%N total) de los materiales a compostar. (Márquez, et al., 2008)

Tabla 6-1: Parámetros de la relación carbono/nitrógeno

C/N	Causas Asociadas		Soluciones
>35:1	Exceso de Carbono	Existen en la mezcla una gran cantidad de materiales ricos en carbono. El proceso tiende a enfriarse.	Adición de material rico en nitrógeno hasta conseguir una adecuada relación C:N.
<b>15:1 – 35:1 Rango Ideal</b>			
<15:1	Exceso de Nitrógeno	El proceso tiende a calentarse y se generan malos olores por el amoníaco liberado.	Adición de material con mayor contenido en carbono.

Fuente: (Román, et al., 2013)

Realizado por: Marcía Pucha 2017

### 1.13.2 *Temperatura*

La temperatura tiene un amplio rango de variación en función de la fase del proceso, inicia a temperatura ambiente y puede alcanzar hasta 65°C sin necesidad de ninguna actividad antrópica (calentamiento externo), para llegar nuevamente durante la fase de maduración a una

temperatura ambiente, es deseable que la temperatura no disminuya tan rápido ya que a mayor temperatura y tiempo, mayor es la velocidad de descomposición y mayor higienización. (Márquez, et al., 2008)

Tabla 7-1: Parámetros de temperatura óptimos

Temperatura (°C)	Causa Asociadas		Soluciones
Bajas Temperaturas (T° ambiente)	Humedad insuficiente	Las bajas temperaturas pueden darse por varios factores, como la falta de humedad, por lo que los microorganismos disminuyen la actividad metabólica y por tanto, la temperatura baja.	Humedecer el material o añadir material fresco con mayor porcentaje de humedad.
	Material Insuficiente	Insuficiente material o forma de la pila inadecuada para que alcance una temperatura adecuada.	Añadir más material a la pila de compostaje.
	Déficit de Nitrógeno o baja relación de C:N	El material tiene una alta relación C:N por lo tanto, los microorganismos no tienen el N suficiente para generar enzimas y proteínas y disminuyen su actividad, la pila demora en incrementar la temperatura más de una semana.	Añadir material con alto contenido en N como estiércol.
Altas Temperaturas (>70°C)	Ventilación y humedad insuficiente	Se mantiene actividad microbiana pero no lo suficiente para activar a los microorganismos mesofílicos y facilitar la terminación del proceso.	Volteo y verificación de la humedad (55-60%)

Fuente: (Román, et al., 2013)  
Realizado por: Marcía Pucha 2017

### 1.13.3 pH

El pH del compostaje depende de los materiales de origen y varía en cada fase del proceso desde 4.5 a 8.5, en la primera parte del proceso el pH se acidifica por la formación de ácidos orgánicos. La fase termófila, debido a la conversión del amonio en amoniaco el pH sube y se alcaliniza el medio, para finalmente estabilizarse en valores cercanos al neutro.

El pH define la supervivencia de los microorganismos y cada grupo tiene pH óptimos de crecimiento y multiplicación. La actividad bacteriana se produce a pH 6.0 – 7.5, mientras que la mayor actividad se produce a pH 5.5 – 5.8. (Guajala, 2015)

Tabla 8-1: Rangos de pH

Ph	Causas asociada		Soluciones
<4.5	Exceso de ácidos orgánicos	Los materiales vegetales liberan ácidos orgánicos y tienden a acidificar el medio.	Adición de material rico en N hasta conseguir una adecuada relación C:N.
<b>4.5 – 8.5 Rango Ideal</b>			
>8.5	Exceso de N	Cuando hay un exceso de N en el material de origen.	Adición de material más seco con mayor contenido de C.

Fuente: (Román, et al., 2013)

Realizado por: Marcia Pucha 2017

#### 1.13.4 *Humedad*

Es muy importante ya que se encuentra vinculado con los microorganismos debido a que utilizan agua es imprescindible para las necesidades fisiológicas ya que es un medio de transporte de los nutrientes y elementos energéticos a través de la membrana celular al igual que los seres vivos. La humedad óptima para los procesos de compostaje esta entre el 45% - 70% como rango ideal.

La humedad para el proceso de compostaje debe ser de 55% aunque puede variar dependiendo del estado físico y tamaño de las partículas así como también del sistema empleado para el compostaje, si la humedad baja por debajo de 45-30% disminuye la actividad microbiana sin dar tiempo a que se completen todas las fases de degradación, y una humedad mayor al 70% el agua saturada los poros no dará paso a la oxigenación del material. (Román, et al., 2013)

La humedad de la masa de compostaje debe ser tal que el agua no llegue a ocupar todos los poros, para que permita la circulación de oxígeno ya que es un proceso aeróbico. (Bueno, et al., 2008)

#### 1.13.5 *Oxígeno*

El compostaje es un proceso aeróbico y se debe mantener una aireación adecuada para permitir la respiración de los microorganismos, que a su vez liberan dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) a la atmósfera, por lo que la aireación evita que el material se compacte o se encharque. (Jiménez, 2015)

Tabla 9-1: Control de aireación

Porcentaje de aireación	Problema		Soluciones
<5%	Baja aireación	Insuficiente evaporación de agua generando exceso de humedad y un ambiente de anaerobiosis.	Volteo del material.
<b>5% - 15% rango ideal</b>			
>15%	Exceso de aireación	Descenso de temperatura y evaporación de agua, el proceso se puede detener.	Picado de material a fin de reducir el tamaño de poro y así reducir la aireación.

Fuente: (Román, et al., 2013)  
Realizado por: Marcia Pucha 2017

### **1.13.6 *Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>)***

Como en todo proceso aerobio o aeróbico, ya sea en el compostaje el oxígeno sirve para transformar (oxidar) el C presente en las materias primas (sustrato o alimento) en combustible. Mediante el proceso de oxidación el C se transforma en biomasa (más microorganismos) y CO<sub>2</sub>.

En el proceso de compostaje el CO<sub>2</sub> se libera por acción de la respiración de los microorganismos y, por tanto, la concentración varía con la actividad microbiana y con la materia prima utilizada como sustrato. En general pueden generarse 2 a 3 kilos de CO<sub>2</sub> por cada tonelada. (Elías, 2009)

### **1.13.7 *Tamaño de partículas***

El tamaño inicial de las partículas que compone la masa a compostar es una importante variable para la optimación del proceso. Se relaciona con la actividad microbiana por la facilidad de acceso al sustrato, si las partículas son pequeñas hay mayor superficie específica misma que facilita el acceso al sustrato por tanto el tamaño ideal de los materiales para iniciar el compostaje es de 1 y 5 cm.

La densidad del material, y por lo tanto la aireación de la pila o la retención de humedad, están estrechamente relacionados con el tamaño de la partícula siendo la densidad aproximadamente variado, conforme avanza el proceso el tamaño disminuye y la densidad aumenta. (FAO, 2015)

## **1.14 Microorganismos que intervienen en el proceso de compostaje**

### **1.14.1 *Bacterias***

Siendo las responsables de la mayor degradación y generación de calor en una pila de compostaje al comenzar el proceso predominan las bacterias mesofílicas en general corresponden a las especies que se encuentra en la superficie del suelo como *Pseudomonas*, un grupo caracterizado por su diversidad metabólica *Bacillus*, *Thiobacillus* y *Enterobacter*, bacterias *Celullomonas* son algunos géneros encontrados.

A medida que el compostaje se calienta la población inicial es desplazada por miembros del genero *Bacillus* en altas cantidades entre los 50° y 55°C, un grupo con capacidad de degradar proteínas y por Actinomicetes, y a mayores temperaturas en el compostaje se han aislado termófilas extremas como las bacterias de genero *Thermus*. En esta fase termofílica de (40 a 60°C) desarrollan también bacterias del grupo Actinomicetes el cual cumple un rol fundamental en la degradación de compuestos orgánicos complejos como la celulosa, hemicelulosa, quitina y la lignina y los Actinomicetes son los responsables del olor a tierra en la fase final del compost, forman filamentos ramificados en forma de telaraña que suelen verse en la parte superior de la pila en las etapas finales. (Román, et al., 2013)

### **1.14.2 *Hongos***

Incluyen a los hongos filamentosos y las levaduras típicamente saprofiticos aeróbicos, obtienen energía de la materia orgánica por lo tanto encuentra un habitat ideal en las pilas de compostaje, las especies fúngicas son numerosas en la fase mesofílica como en la termofílica y crecen como filamentos casi invisibles o también como colonias blancas o grises vellosas en la superficie de la pila. (Román, et al., 2013)

Siendo responsables de la descomposición de polímeros complejos como celulosas, lignina, pectinas y son importantes también ya que rompen los restos vegetales y animales permitiendo que las bacterias continúen con la descomposición una vez q la celulosa se haya agotado, también los hongos pueden atacar material ácido o con bajo contenido de nitrógeno de difícil descomposición.

Los hongos tienen la capacidad para degradar vegetales muy secos y permiten que todo material de carácter orgánico sea transformado en nutrientes que son asimilados en el suelo por las plantas. (Moreno, 2008)

### 1.14.3 *Protozoos y rotíferos*

Estos animales microscópicos unicelulares (protozoos) o multicelulares (rotíferos) se encuentran presentes en pequeñas gotas de agua en los residuos a compostar, se alimentan de la materia orgánica son consumidores de segundo orden que aprovechan de hongos y bacterias. (Flores & Fonseca, 2009)

## 1.15 **Coctel de microorganismos Bacterfunmix.**

### 1.15.1 *Acción fitosanitaria*

Acelerador de la descomposición de la materia orgánica, bioestimulador del sistema radicular y crecimiento vegetal, bioprotector, inhibe el crecimiento de fitopatógenos, insecticida, nematocida.

### 1.15.2 *Modo de acción*

Bacterfunmix contiene cepas seleccionada de hongos y bacterias benéficas, cuyo mecanismo está basado en la producción de sideróforos que son compuestos extracelulares con una elevada afinidad por el ion hierro compiten por sustrato producen antibióticos.

### 1.15.3 *Composición – Ingredientes Activos*

Tabla 10-1. Composición de ingredientes activos

<b>NOMBRE</b>	<b>FUNCIÓN</b>
<i>Bacillus pumillus</i>	Se encuentra en el aire, agua, suelo y residuos en descomposición de las plantas, produce proteasa y otras enzimas que le permiten degradar una gran variedad de sustratos naturales.
<i>Azotobacter croococcum</i>	Es fijadora de nitrógeno en vida libre fijan al menos 10 mg de N <sub>2</sub> por gramo de carbohidrato (glucosa) consumido.
<i>Verticillm lecani</i>	Hongo que es utilizado como control biológico vive sobre materia orgánica seca.
<i>Bacillus megaterium</i>	Importante en la industria biotecnológica por su capacidad enzimática.

Continuara....

Continúa...

<i>Bacillus thuringienises</i>	Poseen la capacidad de fermentar glucosa, fructosa, maltosa y ribosa, y de hidrolizar gelatina, almidón y glucógeno.
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	Hongo descomponedor de alimentos en el intestino, se forman varias sustancias como el ácido láctico.
<i>Trichoderma harzianum</i>	Interviene en una gran cantidad de enzimas que son capaces de segregar sustancias antibióticas.
<i>Paecilomyces lilacynus</i>	No contaminan el ambiente no es tóxico en humanos, animales y plantas, al establecerse en el campo constituye un reservorio benéfico de inculo.
<i>Rhizobium japonicum</i>	Fijador de nitrógeno que se desarrolla una simbiosis con la planta.
<i>Metarhizium anisopliae</i>	Tipo bioprotector insecticida microbial.

Fuente: (INIAP, 2012)

Realizado por: Marcia Pucha 2017

## 1.16 Compost-Bioabono

Es el producto final que se obtiene luego de haber transcurrido el proceso de compostaje, siendo el resultado de la estabilización de la materia orgánica que ha sido transformada en un producto parecido a las sustancias húmicas del suelo, libre de patógenos, que no atrae insectos, que puede ser almacenada sin ocasionar problemas, y que es beneficiosa para el suelo además de favorecer conveniente para el crecimiento de las plantas. El compost puede ayudar a controlar las enfermedades de las plantas y prevenir la disminución de los niveles de materia orgánica del suelo, contribuyendo a la formación de una fracción orgánica estable que impida la eliminación del carbono, ayudando a incorporar nutrientes al suelo. (Moreno, 2008)

Los RSO generados del sacrificio de ovinos y porcinos son fuente de microorganismos mismos que son benéficos para el suelo si se emplea como abono, sin embargo el efecto puede ser adverso cuando se incorporan residuos orgánicos frescos o en proceso incipiente de biodegradación. Para lo cual un correcto aprovechamiento de estos residuos primero deben pasar por un proceso de mineralización y biodegradación antes de su integración al suelo de esta manera que presenten macro y micronutrientes más asimilables.

## 1.17 Marco legal para ejecución de actividades en el camal y residuos

Tabla 11-1. Marco legal para ejecución de actividades en el camal y residuos

MARCO LEGAL	ARTÍCULO/ÍTEM/LITERAL
Constitución de la República del Ecuador (R. O, No. 449, 2008/10/20)	1; 3 Numeral: 4, 5,7,8; 10; 14; 15; 30; 31; 32; 66, 71; 72; 73; 74; 83; 263; 264 Numeral: 1, 2, 3, 4; 275; 277 Numeral: 1; 278 Numeral: 2; 395 Numeral: 1, 2, 3;396; 397 Numeral: 1, 2, 3, 4, 5, 6; 398; 399; 408; 409; 411; 413; 414 y 415
Plan nacional del Buen Vivir (R. O. No. CNP-002-2013, 201/06/24)	Numeral 6. Objetivos Nacionales para el Buen Vivir; Objetivos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10,11
Políticas Nacionales de Residuos Sólidos	32; 33
Ley Orgánica de Salud (Ley 67, Suplemento R. O. 423, 2006/12/22)	1; 3; 6; 11; 95; 96; 97; 9; 100; 104; 117; 118
Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental (R. O. Suplemento 418, 2004/09/10)	1; 6; 10; 11; 13; 14; 15 y 92
Ley de Gestión Ambiental (R. O. Suplemento 418, 2004/09/10)	1; 2; 5; 7; 8; 13; 14; 15; 16; 17; 18; 19; 20; 21; 22; 23 Literal a, b, c; 24; 33; 37; 38; 39; 40; 41; 42; 43; 44; 45; 46 Literal a, b
Ley de Patrimonio Cultural (R.O. 465, 2004/11/19)	9; 15; 16; 17; 18; 19; 20; 21; 22; 23; 24; 25; 26; 27; 28; 29; 30
Ley de Reformatión al Código Penal (2011/03/18)	437 Literal: a, b, c, d, e; 607 Literal: a, b, c
Ley Orgánica del Servicio Público (2010/10/06)	4
Ley Orgánica de Salud (Ley N°64, R.O.S. 423, 2006/12/22)	1; 3; 6; 11; 95; 96; 97; 98; 100; 104; 117; 118
Ley de Empresas Públicas (Ley s/n, R.O.S. 48, 2009/10/16)	4; 17; 225
Ley de Régimen Municipal	3; 5; 12
COOTAD Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (R.O. 2010/05/20)	7; 54 Literal: k; 55; 57 Literal a; 84; 87 Literal k; 116; 136; 137; 263 Competencia 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8,; 264 Competencia , 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8; 277 Competencia 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8

Continuara....



Continúa....

Ministerio del ambiente. Acuerdo No. 061 Reforma del libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria Quito 4 de mayo de 2015.	Capítulo VI, 47, Sección 1. 55, 56, 57, 5, 59, Parágrafo I 60, 61 , Parágrafo II, 62, Parágrafo III, 63, 64, 65, Parágrafo IV, 66, 67, 68, Parágrafo V, 69, 70, 71, 72, Parágrafo VI 73, parágrafo VII, 74, Parágrafo VIII, 75, 76, 77
Acuerdo Ministerial 142 (R.O. 856, 2012/12/21)	1, 2 y 3
LEY ORGÁNICA DEL RÉGIMEN DE LA SOBERANÍA ALIMENTARIA	25 Sanidad e inocuidad Alimentaria. Sanidad Animal y Vegetal.
LEY DE MATADEROS JUNTA MILITAR	1, 2, 3
Norma INEN 2841:2014, Gestión Ambiental. Estandarización de Colores para Recipientes de Depósito y Almacenamiento temporal de Residuos Sólidos.	Esta norma establece los colores para los recipientes de depósito y almacenamiento temporal de residuos sólidos con el fin de fomentar la separación en la fuente de generación y recolección selectiva.
Norma INEN 3864 (2013/09/27)	ÍTEM 1; 2; 3; 4; 5; 6
Norma INEN 2266: 2010 (Primera Revisión)	Transporte, almacenamiento y manejo de materiales peligrosos

Fuente: (Jiménez, 2015)  
Realizado por: Marcia Pucha 2017

### 1.18 Marco legal para compost

El Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, promulga el Acuerdo Ministerial No. 299 del 11 de Julio del 2013 por medio del cual expide la Normativa General para Promover y Regular la Producción Orgánica – Ecológica – Biológica en el Ecuador.

**Art. 9;** el Instituto Nacional Autónoma de Investigación Agropecuarias – INIAP es la Autoridad Nacional Competente responsable de la investigación, transferencia de tecnología y capacitación en materia de producción orgánica agropecuaria en el Ecuador. (AGROCALIDAD, 2013)

**Art. 11;** La Agencia de Aseguramiento de la Calidad de Agro implementara el Sistema nacional de Control de la Producción Orgánica, Garantizando que los productos orgánicos sean producidos, procesados y comercializados de acuerdo a lo dictado en esta Normativa y su Reglamento.

## CAPITULO II

### 2. MARCO METODOLÓGICO

#### 2.1 Localización del Proyecto

##### 2.1.1 *Ubicación geográfica*

El presente trabajo técnico se realizó en el Camal Ecológico Municipal del Cantón Colta.

Provincia: Chimborazo; Cantón: Colta; Parroquia: Cajabamba; Dirección: Caamaño y K

Se sitúa en una altitud promedio hasta de 3.212 msnm y es considerada una de las ciudades más altas del País. La temperatura media es de 13 °C. Su proximidad a la ciudad de Riobamba, está a solo 18 km. Según al ordenamiento territorial del país se encuentran en la zona 3 situada en la parte nor-occidental de la provincia.

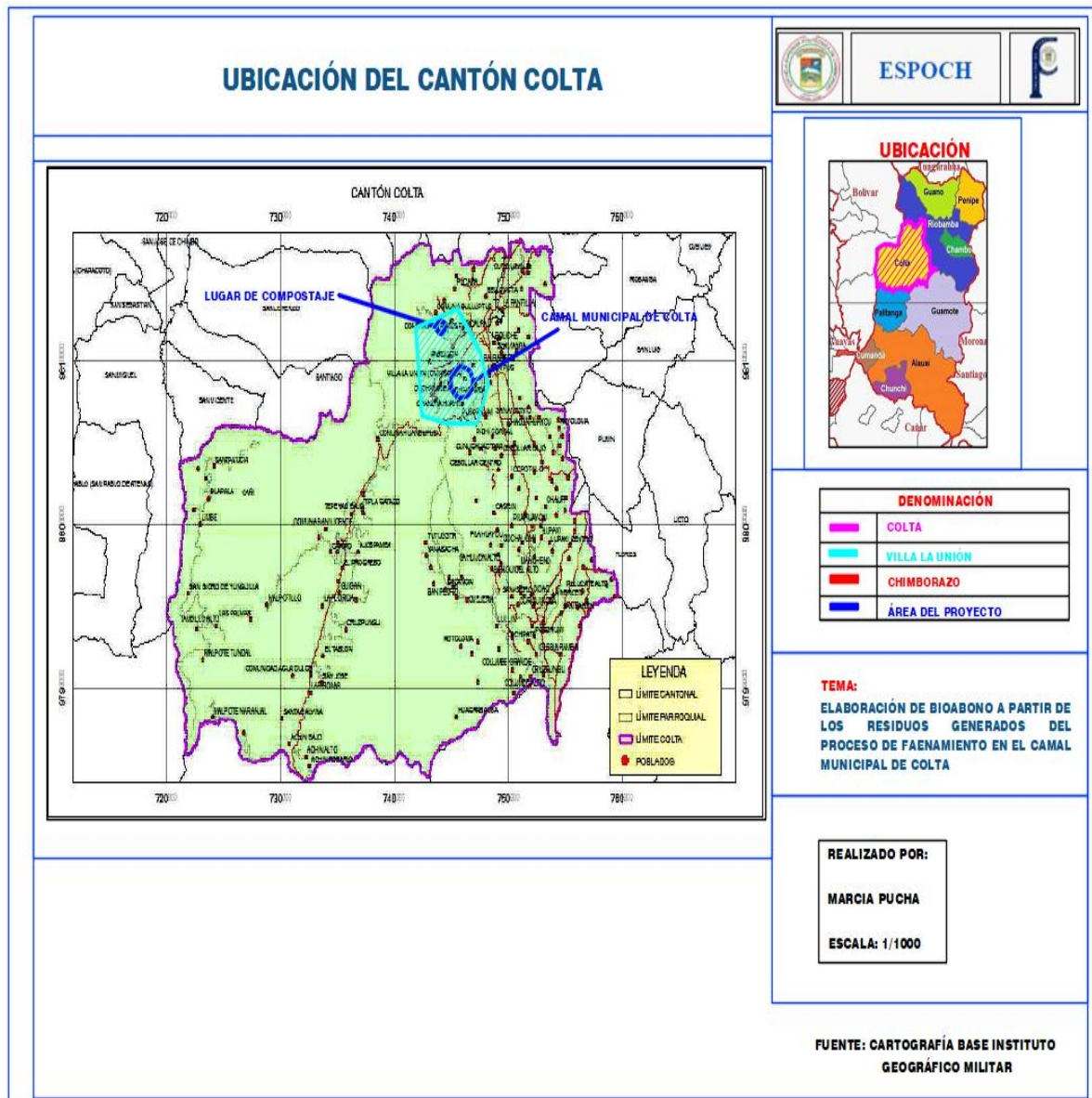
##### 2.1.2 *Limites*

- Norte: Cantón Riobamba, Parroquias San Juan y Licán
- Sur: Cantones Pallatanga y Guamote
- Este: Cantón Riobamba, Parroquias Cacha, Flores y Cebadas del Cantón Guamote
- Oeste: Con la Provincia Bolívar

Tabla 1-2. Datos Geográficos del Cantón Colta

<b>Características climática</b>	<b>Ubicación geográfica</b>
Temperatura: 10-13°C	Altitud: 3.212 msnm
Precipitación media anual: 250 a 560 mm	Latitud: 1° 42' Sur
Humedad relativa: 75.4 %	Longitud: 78° 45' Oeste

Fuente: (GADCOLTA, 2015)  
Realizado por: Marcia Pucha 2017

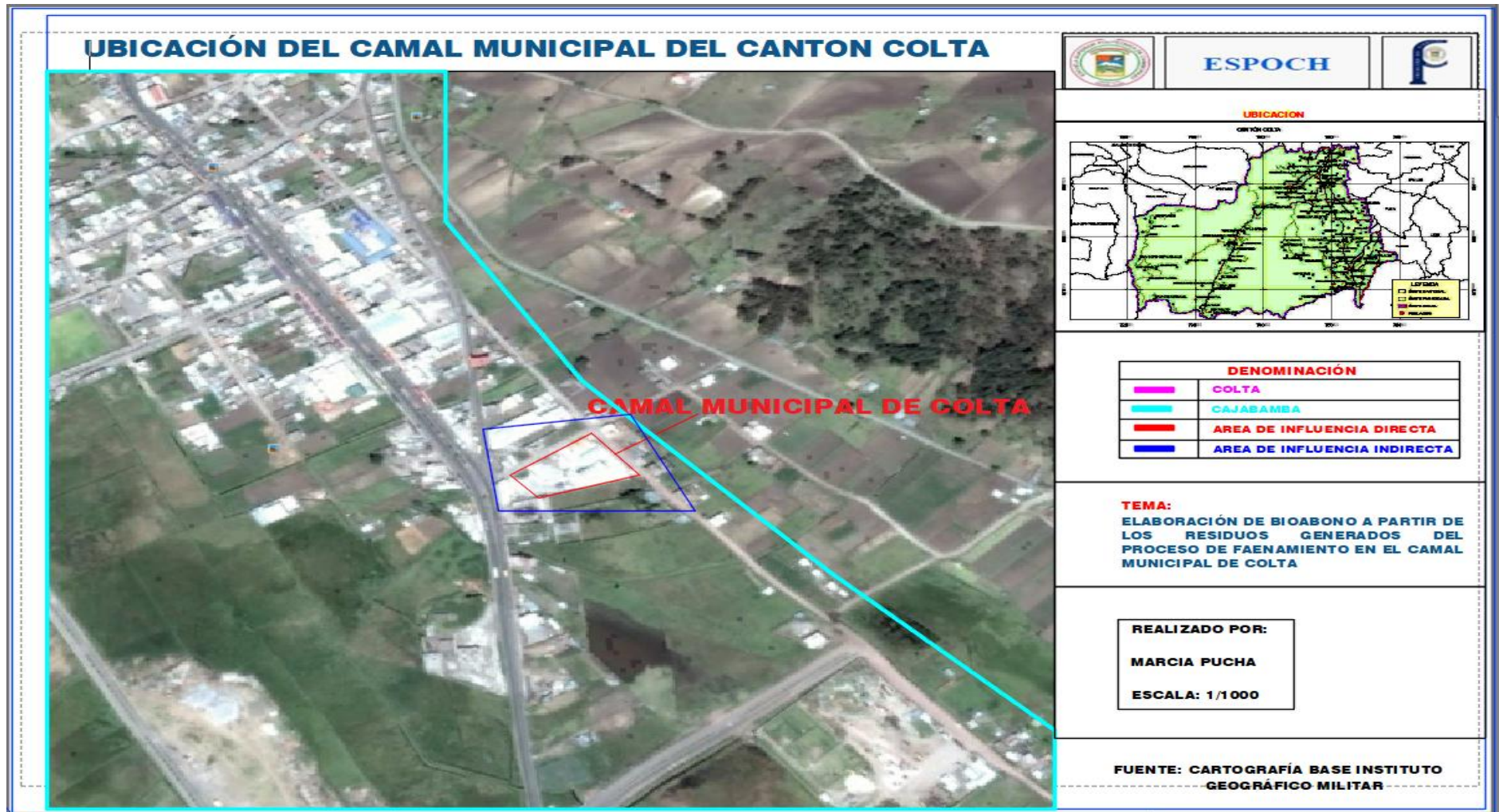


Mapa 1-2: Ubicación del Cantón Colta  
Realizado por: Marcia Pucha 2017

### 2.1.3 *Funcionamiento del Camal Municipal de Colta*

El Camal Ecológico Municipal de Colta al ser una entidad pública brinda servicio a la ciudadanía con los técnicos y sanitarios para que los productos y subproductos cárnicos obtenidos en los procesos de faenamiento cumplan con los requisitos y normas establecidas con el fin de ofrecer a la ciudadanía un producto alimenticio de óptima calidad.

En la actualidad este centro y su área productiva se encargan de brindar el servicio de faenamiento de animales de abasto; porcino y ovino. Para lo cual cuenta con una infraestructura y equipamiento moderno para cada proceso específico que requiere el sacrificio animal, con la finalidad de lograr que el establecimiento cumpla con su condición de ser autosustentable y eficientes siendo establecidos y regulados por AGROCALIDAD.



Mapa 2-2: Ubicación del Camal Municipal de Colta  
Realizado por: Marcia Pucha 2017



### 2.1.4 *Lugar de elaboración de compostaje*

En la comunidad La Pradera de la parroquia Sicalpa del cantón Colta se desarrolló el proceso de elaboración de compostaje, es un sector agrícola con variedad de productos como papas, habas, maíz, quinua, cebada, hortalizas y legumbres en general, la temperatura ambiente del lugar se presenta de 10 a 12°C, a una altura 3.200 msnm.



Mapa 3-2: Ubicación del lugar de compostaje  
Realizado por: Marcia Pucha 2017

### 2.1.5 *Tipo de Investigación*

En este trabajo se presentó los siguientes tipos de investigación:

Es aplicativo ya que se propone dar una solución a los residuos generados en el proceso de faenamiento del Camal Municipal de Colta, mediante su aprovechamiento en la elaboración de un abono orgánico (compost).

Tipo de investigación documental debido a que se utilizó información escrita como manuales del funcionamiento del camal y sus procesos, visitas realizadas al establecimiento de faenamiento.

Investigación descriptiva el mismo que permite describir y verificar las fases que se presenta en el proceso de compostaje y es factible medir variables.

Es de tipo cuantitativa y cualitativa, cuantitativa porque nos permite durante la cuantificación de los residuos y el proceso de elaboración del biabono evaluar la calidad y el rendimiento en pesos, controlando parámetros como temperatura, pH, humedad, etc., y verificar los resultados finales; cualitativa, porque nos determinar las cualidades del producto hasta su etapa final mediante apreciación física como del olor, color, textura.

## **2.2 Metodología**

### **2.2.1 Métodos**

Para la parte práctica del trabajo los materiales iniciales y el producto final serán evaluados según los parámetros necesarios de acuerdo como se encuentre descrito en las literaturas, técnicas ya establecidas por entes afines e investigaciones realizadas en las diferentes Universidades, en este trabajo técnico se desarrolló con una unidad sin manipulación de variables y se realizó el control de parámetros como la temperatura, humedad y pH para mantener la eficiencia y condiciones adecuadas en cada fase del proceso de esta manera obtener un producto de calidad.

### **2.2.2 Técnicas**

Para la determinación de parámetros óptimos de los materiales iniciales para el proceso de compostaje se realizó en el Laboratorio de Suelos de la Facultad de Recursos Naturales de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), para lo cual emplearon técnicas y métodos propios del laboratorio, la metodología que utilizan para los análisis pertinentes es otorgada por la Red de Laboratorios del Ecuador (RELASE) utilizada por la INIAP a nivel Nacional.

Los análisis del producto final se realizaron en el laboratorio del Centro de Servicios Técnicos y Transferencia Tecnológica Ambiental (CESTTA), con métodos y técnicas propias del laboratorio acreditado. Los mismos parámetros analizados al inicio del proceso de compostaje se realizaron al final en el bioabono (compost).

Tabla 2-2: Análisis iniciales de los RSO del Camal

N°	PARAMETRO ANALIZADO	MÉTODO/TÉCNICA	UNIDAD
1	pH	Potenciométrico	Unidades
2	Humedad	Gravimetría	%
3	Conductividad eléctrica	Potenciométrico/EPA 904 D	Ms
4	Carbono Orgánico total	Oxidación Húmeda /Wkley & Black	%
5	Materia Orgánica	Gravimétrico/NEN 5754, 2005	%
6	Nitrógeno	Kjeldahal	%
7	Fosforo	Espectrofotometría	%
8	Potasio	Absorción atómica	%
9	Relación C:N	Cálculo	%

Fuente: (CESSTA, 2017)

Realizado por: Marcia Pucha 2017

### 2.2.3 Instrumentos y materiales

Los instrumentos, materiales y herramientas que se utilizaron para el presente trabajo en campo se especifican a continuación.

#### 2.2.3.1 Cuantificación de los residuos orgánicos generados en el camal

Tabla 3-2: Componentes utilizados para la cuantificación de residuos orgánicos

ACTIVIDAD	INSTRUMENTOS, MATERIALES Y HERRAMIENTAS	DETALLE	CANTIDAD
Cuantificación de residuos del camal aptos para el compostaje	Instrumentos	Balanza industrial	1 Unidad
		Calculadora científica	1 Unidad
	Materiales	Guantes multiusos	Varios
		Mascarilla desechable	Varios
		Libreta de Campo	1 Unidad
		Contenedor con de color verde capacidad de 1100 lts, con ruedas.	1 Unidad
		Escoba	Varios
		Carretilla	1 Unidad
		Recipientes de plásticos	Varios
	Maquinaria	Vehículo para transportar el contenedor	1 Unidad
Toma de muestra	Materiales	Funda ciplog transparente	1 Unidad
		Guantes quirúrgicos, Mascarilla	Varios

Realizado por: Marcia Pucha 2017

### 2.2.3.2 Elaboración del compost

Tabla 4-2: Componentes empleados en la elaboración del compost (bioabono)

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>INSTRUMENTOS, MATERIALES Y HERRAMIENTAS</b>	<b>DETALLE</b>	<b>CANTIDAD</b>
Adecuación del terreno para el compostaje	Herramientas	Palas manuales	1 unidad
		Madera	Varios
		Plástico	Varios
		Machete	1 unidad
		Sacos de plásticos	Varios
		Carretilla manual	1 unidad
Construcción de la pila de compostaje y monitoreo del proceso	Materiales	Guantes de multiusos	1 par
		Libreta de campo	1 unidad
		Mascarilla desechable	1 unidad
		Botas de caucho	1 par
		Plástico negro	10 m <sup>2</sup>
	Herramientas	Palas manuales	1 unidad
		Regadera manual	1 unidad
		Balanza manual	1 unidad
		Flexómetro	1 unidad
		Recipiente plástico	1 unidad
	Instrumentos	Termo-hidrómetro	1 unidad
pH metro		1 unidad	
Etapa final del proceso	Herramientas	Balanza manual	1 unidad
		Zaranda	1 unidad
		Sacos plásticos	Varios
		Palas manuales	1 unidad
		Escobas	1 unidad

Realizado por: Marcia Pucha 2017

### 2.2.4 Datos de los residuos

Tabla 5-2: Datos de los residuos usados en la pila

<b>N°</b>	<b>RESIDUOS</b>	<b>PESO (kg)</b>	<b>ESTADO</b>
1	Residuos del camal	400	Fresco
2	Cascarilla de arroz	50	Seco

Realizado por: Marcia Pucha 2017



### **2.2.5 *Registro de temperatura, humedad y pH de la pila de compostaje***

Se realizó el control y registro diario de parámetros como temperatura, humedad, pH de la pila de compostaje verificando cada una de las fases del proceso, con la ayuda de equipos manuales y portátiles como el termo – higrómetro y el pH metro. Ver anexo F.

También se consideró los datos meteorológico de la zona reportados en los boletines mensuales emitidos por la estación más cercana al lugar de compostaje como es la estación meteorológica SHIRY XII situado en el cantón Colta. Ver anexo G.

### **2.2.6 *Metodología de elaboración de compost***

#### **2.2.7 *Cuantificación de los residuos orgánicos generados***

Para la cuantificación de los residuos del proceso de faenamiento del camal se trabajó un periodo de un mes verificando la cantidad que se genera los días que faenan ovinos y porcinos por el momento el camal cuenta con la apertura para faenar estas dos especies únicamente.

Esta actividad se realizó en los horarios establecidos de faenamiento según la planificación del camal que fueron lunes, miércoles, jueves y viernes durante cuatro semanas del mes de marzo del 2017. Se contó con la colaboración del personal que labora para verificar la cantidad de residuos generados aptos para utilizar en el compostaje primero se contabilizo según los registros existentes de los días en que se faenan y el proceso que se realiza para cada una de las especie a sacrificar durante este proceso se fue recolectando los residuos sólidos generados por cada animal en cada uno proceso que se lleva a cabo desde el ingreso del animal hasta la entrega de producto final, posteriormente se estimó un promedio con el número total de animales faenados por día y cada especie.

#### **2.2.8 *Materiales de partida***

Para la realización del presente trabajo, los materiales iniciales que se utilizaron para formar la pila de compostaje fueron los residuos del camal de estos en mayor cantidad el contenido ruminal y en cantidades pequeñas el estiércol, retazos de vísceras, sangre; esto se combinó con la cascarilla de arroz ya que este residuos es utilizado en los diferentes cultivos de la zona. Una vez formada la pila con estos componentes se mezclaron y la relación C/N inicial fue de 25,9 en mismo que se encuentra dentro del rango establecido por la (FAO, 2015) misma que establece una relación de C/N de 15:1 a 35:1 como rango ideal para el compostaje.

### 2.2.9 Preparación del terreno

Se preparó el terreno para el proceso de compostaje con la ayuda de herramientas manuales, un área total de 10 m x 8m en un suelo compactado para evitar algún tipo de contaminación, se realizó una cubierta de 3.5m de altura con caída para prevenir de las precipitaciones en la época de lluvia, posteriormente se determinó el área para la pila de compostaje de 2.5m x 3.5m dejando espacio similar para los volteos, se dejó 0.80m en todos los cuatro lados destinados para caminar.

### 2.2.10 Determinación de la relación C/N

Antes de formar la pila para el proceso se estableció la relación C/N de los materiales iniciales a compostar, los cuales se obtuvieron según los análisis iniciales de los residuos sólidos orgánicos del camal aptos para la formación de la pila de compostaje y la relación C/N fue de 21 y según el manual del agricultor de la (FAO, 2015) la relación C/N de la cascarilla de arroz es de 66, con estos dos tipos de residuos se formó la pila, para lo cual con la calculadora C/N disponible en internet se obtuvo una adecuada relación C/N entre estos materiales y las cantidades necesarias que se va a utilizar en la pila.

## Calculate C/N Ratio For Three Materials

This calculation solves for the carbon to nitrogen ratio of up to three materials. Enter the mass of each material (wet weight), percentage of carbon, percentage of nitrogen, and percentage of moisture, then click on the calculate button. If you have less than three materials be sure to enter zeroes in the fields for the missing materials.

Note - Use whole numbers

Ingredient	% H2O	Weight	% Carbon	% Nitrogen	C/N Ratio
RSC(Camal)	89.7	400	37.8	1.8	
Cascarilla de arroz	8.7	50	39.1	1.2	
Ninguno	0	0	0	0	
				<b>Result:</b>	25.9211648828

Mapa 4-2: Cálculo de la relación C/N  
Realizado por: Marcia Pucha 2017

### 2.2.11 Preparación del material orgánico inicial

Los residuos orgánicos generados del proceso de faenamiento de porcinos y ovinos en el Camal Municipal de Colta se recolectan en un contenedor de color verde con tapa mismo que se encuentra ubicado en el área de recolección de residuos y se transportó al sitio de compostaje una vez obtenido los 400kg, los 50 kg de residuos seco cascarilla de arroz se obtuvo en el mismo lugar de compostaje ya que este residuos lo traen para la utilización en diferentes actividades del campo. Los dos materiales que se utilizaron en el proceso de compostaje poseen granulometría adecuados entre los 3 y 5 cm.

### 2.2.12 Preparación de aditivos para el compostaje

Se realizó la preparación de los aditivos para compostaje, en el cual se adiciono (1/2 litro) de coctel de microorganismos benéficos “BACTERFUNMIX” que ayudaran en la aceleración y descomposición de la materia orgánica. El coctel de estos microorganismos se obtuvo de la empresa AGROMIKROBEN localizada en la ciudad de Riobamba. El preparado de aditivos se adicionara en la pila de tal manera que se ira humedeciendo en cada capa.

Tabla 6-2: Aditivos para compostaje

INGREDIENTES	CANTIDAD	FUNCIÓN
Levadura	4 onzas	Es la fuente principal para la inoculación microbiológica, ayuda en el arranque del proceso de compostaje.
Melaza	250 ml	Fuente de energía y favorece la multiplicación de la actividad microbiológica.
Agua mineral	50 Litros	Ayuda a homogenizar la humedad de los ingredientes, propician las condiciones ideales para un buen desarrollo de la actividad microbiológica.
Coctel de microorganismos “BACTERFUNMIX”	1/2 litro	Acelerador de la descomposición de la metería orgánica.

Fuente: (López, 2001)  
Realizado por: Marcia Pucha 2017

### **2.2.13      *Elaboración de la pila de compostaje***

Una vez transportado los materiales a compostar al área establecido se procedió a armar la pila, misma que inició con un capa de cascarilla de arroz de 20cm de grosor la siguiente capa de residuos orgánicos del camal de esta forma levantando la pila de compostaje alternando capas con los materiales indicados dejando la pila de una forma trapezoidal, de 0.80 m de alto, 2 m de largo y 1.60 de ancho y un peso de 450 kg la pila quedo de manera homogénea con un porcentaje de humedad d 52.6% valor que se encuentra dentro del rango ideal entre 45 y 60 % para el proceso de compostaje establecido según el manual del agricultor de la FAO. (Román, et al., 2013)

## **2.3            *Actividades durante el proceso de compostaje:***

### **2.3.1        *Toma de datos de la temperatura***

Una vez formada la pila el control de temperatura se realizó diariamente en horas pico la primera a las 06H00, la segunda a las 12H00 y la tercera a las 18H00 para tener referencias de la temperatura ya que no es la misma en un día, se estableció 3 puntos en el pila; 2 puntos en los extremos y 1 punto en el medio este parámetro se midió con la ayuda de un Termo-Higrómetro digital portátil modelo Extech EA20.

Con los datos obtenidos se realizó un promedio por cada siete días equivalente a una semana, de acuerdo a la variación de temperatura se pudo realizar los volteos correspondientes.

### **2.3.2        *Toma de datos humedad***

La humedad se midió una vez al día en los distintos puntos de la pila se realizó con la ayuda del instrumento Termo-Higrómetro digital portátil modelo Extech EA20, en ocasiones se realizó la llamada “técnica de puño cerrado”, la misma que consiste en introducir la mano en la pila y sacar un puñado del material luego abrir la mano pues si el material queda apelmazado sin escurrir agua, si corre agua se debe voltear en cambio si el material queda suelto en la mano se debe añadir agua.

De esta manera se controla la humedad durante todo el proceso de compostaje para que se lleve a cabo la actividad microbiana adecuada tomando siempre en cuenta que es vital importancia el control de parámetros ya que de cierta manera todos se relacionan entre sí y de ellas depende que sea un proceso tecnificado y eficaz.

### **2.3.3 Toma de datos del pH**

La medición del pH se realizó con un pH metro para lo cual se colocó 10 – 20 ml de muestra del material de la pila en un vaso estéril de plástico a esto se adiciono 25 – 50 ml de agua destilada y removiendo por 5 minutos con un avarilla de vidrio se dejó reposar 20 minutos posterior a eso se introdujo el electrodo del equipo en la muestra a medir y se obtuvo una lectura directa del pH el mismo que varía en cada fase del proceso.

### **2.3.4 Volteos de la pila**

Los volteos se realizan acorde a la temperatura el primer volteo se realizo a los 15 días de haber iniciado el proceso de compostaje y luego se voltearon aproximadamente cada 2 semanas , esta actividad se realizo de forma manual utilizando las palas manuaes donde todo el material de la pila se removio a los espacios destinados para este proceso.

### **2.3.5 Obtención del producto final (bioabono) o compost**

Una vez alcanzada la temperatura muy cercana a la del ambiente se llego a la etapa final del proceso de compostaje, donde se procedio a la separacion del material comunmente denominada cosecha del producto en esta caso del bioabono o compost lo cual consistio en la separacion del material de particulas grandes con la ayuda de una saranda de malla fina, tomando en cuenta lo que establece según la (FAO, 2015) que el producto final de calidad presenta un tamaño de particula inferior a 1.6 cm.

### **2.3.6 Toma de muestra**

Mediante el método de cuarteo se realizó el muestreo producto final para los análisis pertinentes en el laboratorio, la cantidad muestreada fue de 2 kg la misma se colocó en un funda ciplog con su debida etiqueta.

### **2.3.7 Verificación del rendimiento**

Al producto final se le denomino bioabono mismo que se empaco con su respectiva etiqueta luego se peso la cantidad total ya que la diferencia del peso inicial y final es el rendimiento de este proceso, finalmente se almaceno para su posterior utilizacion, hay que tomar en cuenta que la perdidas son las particulas grandes que se obtienen al sernir yestas seran utilizadas en nuevas pilas.

## CAPITULO III

### 3. MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 RESULTADOS

##### 3.1.1 *Cuantificación de los residuos sólidos*

La cuantificación de los residuos se realizó durante un mes los 4 días de la semana que faenan, se obtuvo un total de 886 libras equivalente a (401.883 kg) de residuos sólidos orgánicos aptos para utilizar.

Los horarios establecidos para el faenamiento en el Camal Municipal de Colta son cuatro días a la semana; lunes y miércoles se faenan porcinos de los cuales la mayor parte de esta especie se procede al proceso de pelado y una mínima cantidad es para el proceso de chamuscado según como requieran los usuarios mientras tanto los viernes se faena las especies porcinos y ovinos y los sábados se faenan la especie de ovinos debido a que los días domingos es el día de feria en la cabecera cantonal. Ver tablas 3-3, 3-4, 3-5.

Cabe recalcar que los residuos sólidos generados en el Camal Municipal de Colta son separados en la misma fuente y depositados en contenedores identificados por los colores como en el contenedor verde son depositados los residuos sólidos orgánicos compostables y gris para otros desechos. Las (pezuñas, pelaje, lana) según el manual de Operaciones de AGROCALIDAD no son utilizados para el proceso de compostaje ya que tienen otro fin en este caso serían llevados al botadero municipal, mientras que los efluentes líquidos como la sangre de los porcinos y el lavado de las vísceras la generación de efluentes en este proceso son vertido a las aguas residuales para su depuración final en la planta de tratamiento de la municipalidad, cabe mencionar que la sangre de los ovinos son recogidas ya que estas son utilizadas para otro fin alimenticio.

Tabla 1-3: Cuantificación de residuos generados en el faenamiento de ovinos

Semana	Días de faenamiento	N° de animales faenados	Peso animales en recepción (kg)	Peso de carne entregada (kg)	Peso de vísceras entregadas (kg)	Peso RSO para compostaje (kg)	Otros residuos (pezuñas, lana etc.)
1	Lunes	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Miércoles	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Viernes	4	108,39	78,00	10,88	5,90	13,61
	Sábado	50	1398,19	1012,70	144,67	77,55	163,27
2	Lunes	6	167,35	117,01	16,33	9,07	24,94
	Miércoles	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Viernes	3	86,17	69,39	8,16	4,99	3,63
	Sábado	55	1511,56	1089,80	155,56	84,81	181,41
3	Lunes	6	167,80	117,01	16,33	9,52	24,94
	Miércoles	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Viernes	6	167,80	117,01	16,33	9,07	25,40
	Sábado	55	1512,02	1089,80	155,56	85,26	181,41
4	Lunes	8	225,85	160,09	21,77	12,24	31,75
	Miércoles	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Jueves	5	138,78	105,22	13,61	7,71	12,24
	Viernes	6	167,80	117,01	16,33	9,52	24,94
<b>TOTAL</b>		<b>204</b>	<b>5651,70</b>	<b>4073,02</b>	<b>575,51</b>	<b>315,70</b>	<b>687,53</b>

Realizado por: Marcia Pucha 2017

Tabla 2-3: Cuantificación de residuos generados en el faenamiento de porcino chamuscado

<b>Semana</b>	<b>Días de faenamiento</b>	<b>N° de animales faenados</b>	<b>Peso de animales en recepción (kg)</b>	<b>Peso de carne entregada (kg)</b>	<b>Peso de vísceras entregadas (kg)</b>	<b>Peso RSO para compostaje (kg)</b>	<b>Otros residuos (Pezuñas, lana, etc.)</b>
1	Viernes	1	43,08	39,91	1,81	0,45	0,91
2	Lunes	2	85,71	79,82	3,63	0,91	1,36
3	Lunes	2	85,71	79,82	3,63	0,91	1,36
4	Ninguno	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>TOTAL</b>		<b>5</b>	<b>214,51</b>	<b>199,55</b>	<b>9,07</b>	<b>2,30</b>	<b>3,63</b>

Realizado por: Marcia Pucha 2017



Tabla 3-3: Cuantificación de residuos generados en el faenamiento de porcinos pelados

Semana	Días de faenamiento	N° de animales faenados	Peso de animales en recepción (kg)	Peso de carne entregada (kg)	Peso de vísceras limpias (kg)	Peso de RSO para compostaje (kg)	Otros residuos (Pezuñas, lana, etc.)
1	Lunes	5	204,99	178,68	13,61	3,63	9,07
	Miércoles	9	361,00	318,37	24,49	5,90	12,24
	Viernes	9	361,00	318,37	24,49	5,90	12,24
	Sábado	9	361,00	318,37	24,49	5,90	12,24
2	Lunes	7	292,97	259,41	19,05	4,99	9,52
	Miércoles	13	521,09	458,96	35,37	9,07	17,69
	Viernes	9	361,00	318,37	24,49	5,90	12,24
	Sábado	1	40,14	35,37	2,72	0,68	1,36
3	Lunes	13	521,09	458,96	35,37	9,07	17,69
	Miércoles	7	292,97	259,41	19,05	4,99	9,52
	Viernes	9	361,00	318,37	24,49	5,90	12,24
	Sábado	1	40,14	35,37	2,72	0,68	1,36
4	Lunes	8	331,07	292,97	21,77	5,44	10,88
	Miércoles	6	240,82	212,24	16,33	4,08	8,16
	Jueves	12	480,73	423,58	32,65	8,16	16,33
	Viernes	5	204,99	178,68	13,61	3,63	9,07
<b>TOTAL</b>		<b>123</b>	<b>4975,96</b>	<b>4385,49</b>	<b>334,69</b>	<b>83,90</b>	<b>171,88</b>

Realizado por: Marcia Pucha 2017

Tabla 4-3: Peso de residuos aptos para compostaje

N°	ESPECIE	PESO (kg)	PORCENTAJE (%)
1	Porcinos Pelados	83,9	21
2	Porcinos chamuscados	2,3	0.56
3	Ovinos	315,7	78
<b>Total</b>		<b>401.9</b>	<b>100</b>

Realizado por: Marcia Pucha 2017

Del peso total 401.9 kg corresponde 400 kg para la formación de la pila y 1.9 kg para los análisis iniciales.

### 3.1.2 *Caracterización de los residuos generados en el Camal*

Se realizó la caracterización físico-químico de los residuos generados a partir del proceso de faenamiento en el Camal Municipal de Colta. Los análisis físicos y químicos para conocer las características de los residuos orgánicos a utilizar se llevó a cabo en el Laboratorio de Suelos de la Facultad de Recursos Naturales de la ESPOCH y en el laboratorio del Municipio de Colta.

Tabla 5-3: Caracterización de los residuos del Camal

N°	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	RESULTADO	UNIDAD
1	Materia orgánica	Gravimétrico	65.4	%
2	Carbono	Relación matemática	37.8	%
3	Nitrógeno	Dumas	1.8	%
4	Fosforo	Espectrofotometría	2.1	%
5	Potasio	Absorción atómica	0.13	%
6	Relación C/N	Cálculo	21	Relación matemática
7	Conductividad eléctrica	Potenciométrico	5.81	mS
8	pH	Potenciométrico	6.75	Unidades
9	Humedad	Gravimetría	89.7	%

Realizado por: Marcia Pucha 2017  
Fuente: (ESPOCH. 2017)

### 3.1.3 *Análisis microbiológico durante el proceso*

Se realizó el análisis microbiológico a los 55 días de llevar a cabo el proceso de compostaje, con la finalidad de verificar la presencia de microorganismos como bacterias, hongos debido a que se incrementó el coctel de microorganismos al inicio del proceso, el cual nos demuestra que si existe actividad microbiana en la pila de compostaje mismos que ayudan en acelerar en este proceso.

Tabla 6-3: Análisis microbiológico

MICROORGANISMOS	RESULTADO
Bacterias	$8.0 \times 10^7$ ufc /g de sustrato
Hongos	<i>Trichoderma sp</i> : $4 \times 10^4$ upc / g de sustrato

Realizado por: Marcia Pucha 2017  
Fuente: (AGROMIKROBEN, 2017)

### 3.1.4 *Resultado del análisis en laboratorio del producto final*

Tabla 7-3: Análisis del producto final

PARÁMETRO	MÉTODO/NORMA	RESULTADO	UNIDAD
Materia orgánica	Gravimétrico NEN 5754. 2005	20.70	%
Carbono Orgánico total	Oxidación Húmeda / Wkley & Black	6.81	%
Nitrógeno Total Kjeldhal	Kjeldhal	1.45	%
Fosforo	Espectrofotometría	11068.61	mg/kg
Potasio	Absorción atómica	12988.63	mg/kg
Relación C/N	Cálculo	4.70	Relación matemática
Conductividad eléctrica	EPA 045 D	3370	uS/cm
pH	Potenciométrico	6.75	Unidades
Humedad	Gravimetría	42.24	%

Fuente: (CESTTA, 2017)  
Realizado por: Marcia Pucha 2017

Tabla 8-3: Rendimiento del proceso de compostaje

N°	COMPONENTES	PESO (kg)	PORCENTAJE (%)
1	Peso inicial	450	100
2	Pérdida de peso por refinación de las partículas grandes	35.1	7.8
3	Pérdida de peso por volteos y descomposición	169	37.54
4	Pérdida por muestreos para análisis	6	1.33
5	Peso del producto final	240	53.33

Realizado por: Marcia Pucha 2017

## 3.2 DISCUSIÓN

### 3.2.1 *Cuantificación de los residuos sólidos orgánicos de ovinos y porcinos*

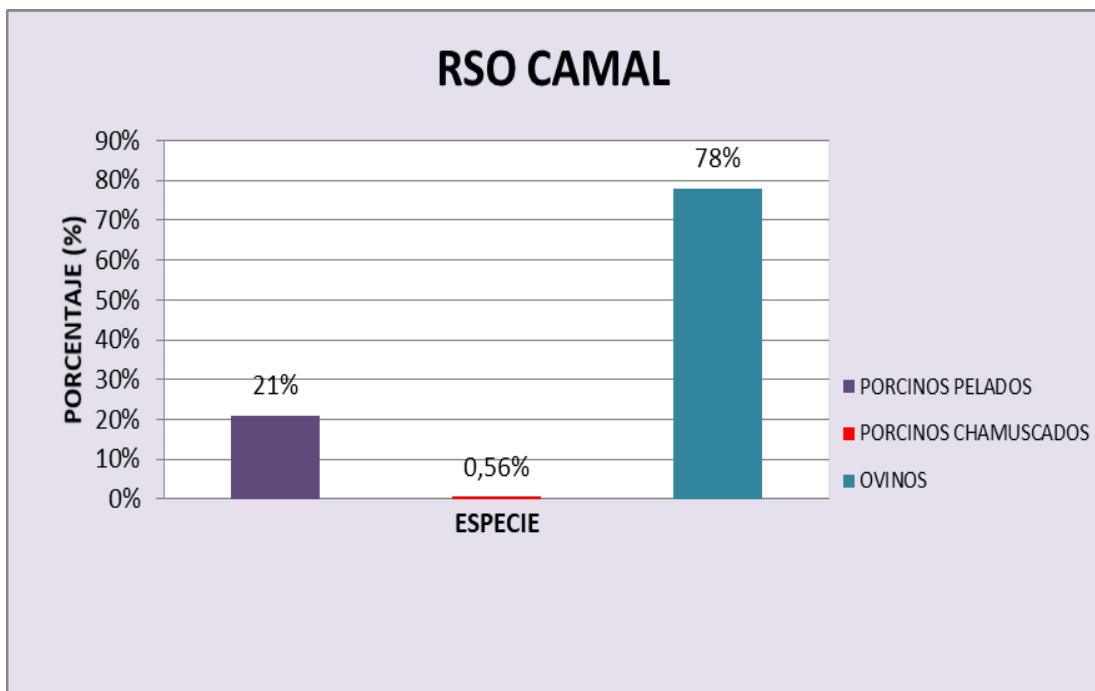


Gráfico 1-3: Cuantificación de residuos generados en el camal

Realizado por: Marcia Pucha 2017

Según (Hómez, 2013) los residuos sólidos generados en un matadero y que son aprovechados en procesos de compostaje y lombricultura son contenido ruminal, estiércol, restos de vísceras, sangre. Razón por la cual los RSO generados en el proceso de faenamiento en el camal municipal de Colta, son considerados como los más óptimos para compostaje un 21% de porcinos pelados, un 0,56% a porcinos chamuscados y en mayor porcentaje con el 78% es generado del sacrificio de los ovinos.

El porcentaje de cada uno de estos residuos es almacenado en contenedores de colores para evitar sus confusiones mismas que se encuentran ubicados en el espacio destinado para la recolección de residuos, para posteriormente ser trasladados al lugar de compostaje según los horarios establecidos.

La cantidad de residuos sólidos orgánicos provenientes de cada uno de los procesos que se realiza en el faenamiento de especies como porcinos y ovinos, de los cuales se recolecta 886 lbs siendo ( 401,9 kg) en total, esto sería la cantidad que se genera por cada mes los cuales son utilizados en el proceso de compostaje.

Cabe mencionar que la cantidad de los residuos generados no varía significativamente durante todos los meses del año.

### **3.2.2 *Caracterización de los residuos generados en el Camal***

Los parámetros analizados en la caracterización de los residuos dolidos orgánicos para el presente trabajo se realizaron de acuerdo al manual del agricultor de la (FAO, 2015) resultados que concuerdan con trabajos realizados mediante este organismo y nos certifican para dar inicio a la formación de la pila. Con respecto a la materia orgánica presento un 65,4%, un pH de 6.75 ácido, la conductividad eléctrica de 5.81 mS salino.

En la caracterización de los residuos orgánicos generados a partir del proceso de faenamiento en el Camal Municipal de Colta, se conoce que la humedad es considerable con un valor de 89.7 % debido a que los subcomponentes son frescos y constan de contenido ruminal, estiércol, retazos de vísceras, sangre, etc., razón por la cual se combinó con la cascarilla de arroz este residuo es muy seco.

Los residuos del camal presentaron un alto contenido de nitrógeno debido a sus subcomponentes, mientras que la cascarilla de arroz posee un alto contenido de carbono, por lo tanto la combinación de estos dos componentes para la formación de la pila fue adecuada y se determinó la relación C/N de partida y fue de 25.99, mismo que se encuentra dentro de los límites establecidos para el proceso de compostaje según el manual de agricultores de la (FAO, 2015).

### 3.2.3 Monitoreo durante el proceso de compostaje

#### 3.2.3.1 Temperatura

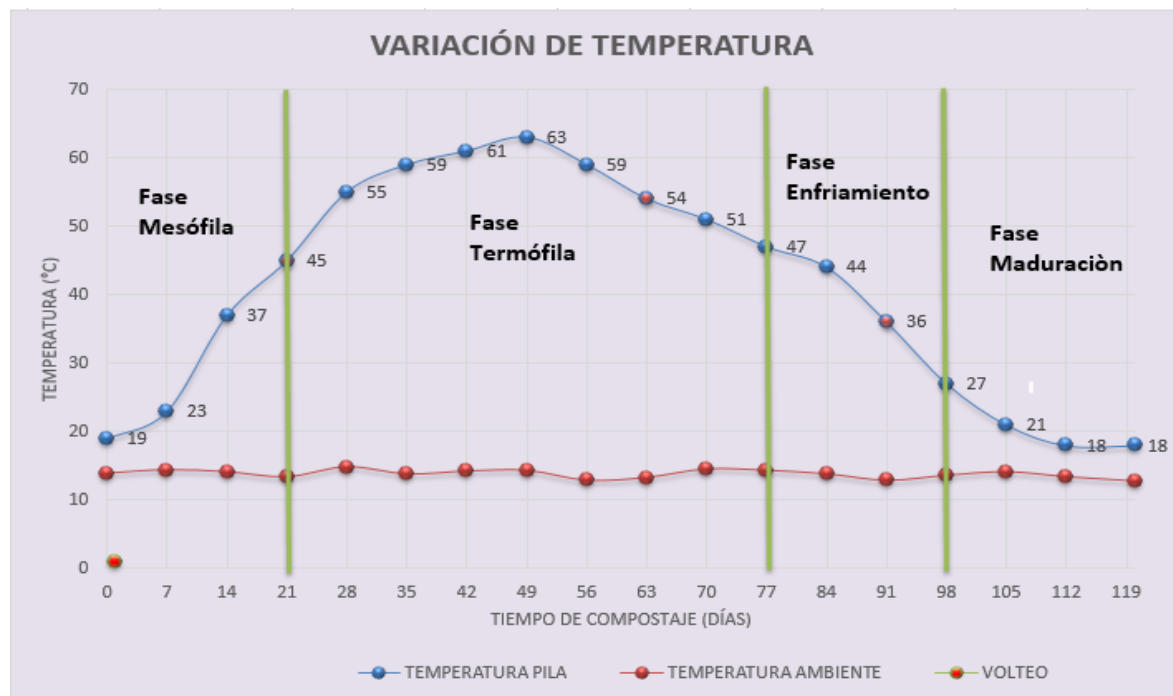


Gráfico 2-3: Variación de Temperatura en la Pila de Compostaje

Realizado por: Marcia Pucha 2017

Una vez armada la pila y de haber iniciado el proceso se midió la temperatura de partida que partió con 19°C, ya que según la (FAO, 2015) menciona que la temperatura con la que se debe iniciar el proceso es a temperatura ambiente y con el paso de unos días e incluso horas este ira evolucionando por lo tanto la temperatura es un parámetro de control en el proceso de compostaje.

La variación de temperatura en la fase mesofílica duro 21 días incrementándose hasta 45°C en esta fase la actividad microbiana es muy importante ya que los microorganismos utilizan fuentes sencillas de C y N y generan calor de esta manera alcanza la pila temperaturas más altas que nos indica el cambio de fase, desde el 22 al 77 se registraron nuevas temperaturas de 45-61 °C, al día 49 del proceso alcanzo el punto máximo de 63°C siendo identificada como la fase termófila ya es muy importante que se alcancen altas temperaturas de esta manera se demuestra que el proceso está evolucionando correctamente de acuerdo a trabajos realizados de compostaje por (Jiménez, 2015) los datos de temperaturas obtenidas son similares con este trabajo debido a que se verifico las fases del proceso de compostaje. Según investigación sobre compostaje realizado por (Gavilanes, 2016) concuerda que en la fase termofílica es donde se produce mayor descomposición de los materiales orgánicos y alcanzando temperatura de 55°C se asegura la eliminación de agentes patógenos.

En base a trabajos de (Román, Martínez, & Pantoja, 2013) llegamos a la fase de maduración que duro los siguientes 21 días con temperaturas de 47°C hasta 27°C, completas estas fases se llegó a la fase de enfriamiento que duro los últimos 22 días donde la temperatura continuo bajando hasta llegar a los 18°C temperatura ambiente de esta manera culminando el proceso de compostaje.

### 3.2.3.2 Humedad

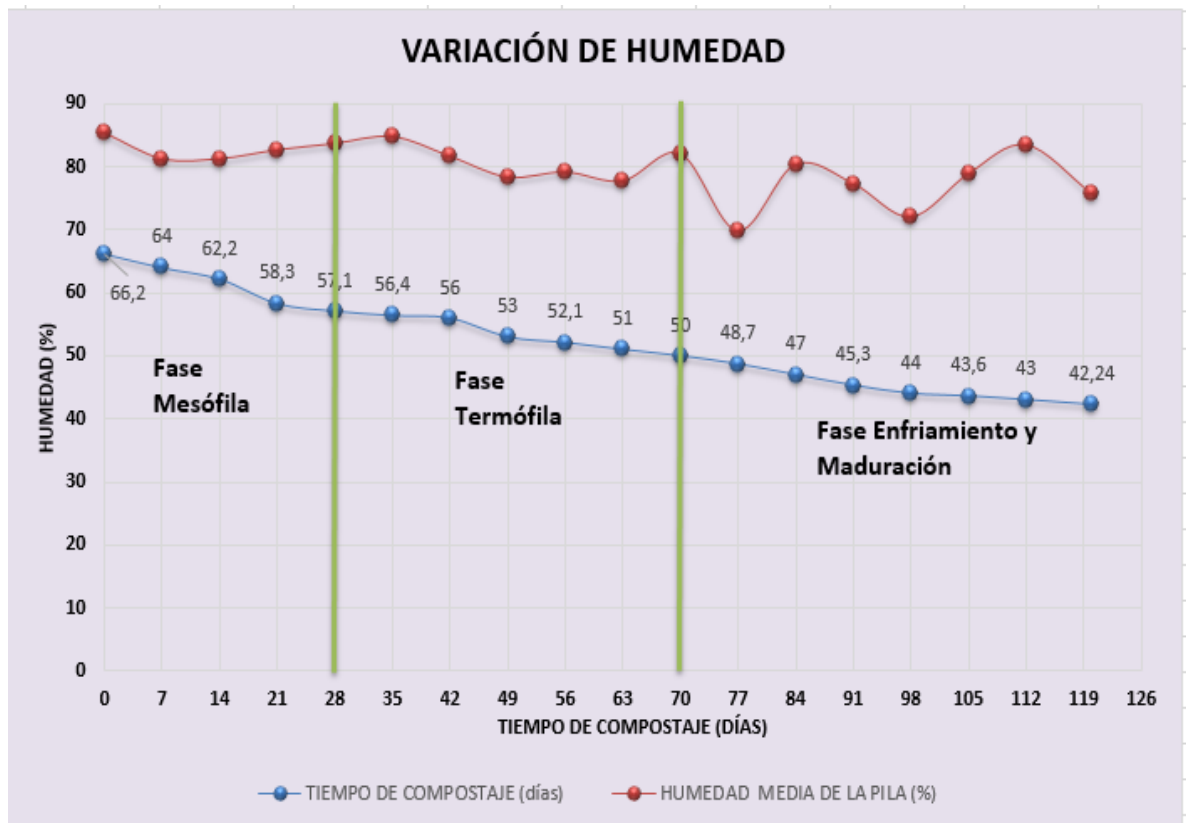


Grafico 3-3: Variación de Humedad en la Pila de Compostaje  
 Realizado por: Marcia Pucha 2017

La humedad en nuestra pila de compostaje tuvo un comportamiento estable se inició el proceso con un 66.2%, en la fase mesofílica se mantuvo en un rango de 64 -57%, según (Valencia, 2016) es en esta fase donde se requiere mayor humedad ya que prevalecen las bacterias.

Durante la fase termófila se estableció entre un rango de 56- 50%, los datos obtenidos nos demuestran similitud según el manual de agricultor de la (FAO, 2015), en las dos últimas fases de maduración y enfriamiento se fue disminuyendo llegando a estabilizar en 42.24% de humedad en el producto final valor que está dentro del rango permitido de para los compost.

Según la (FAO, 2015) establece un rango ideal de humedad entre 45-65% por tanto nuestro proceso indica valores dentro de lo permitido y se desarrolló de una manera adecuada, ya que

exceso de humedad indica que los poros esta saturados por lo tanto el oxígeno es insuficiente, mientras que la baja humedad indica falta de agua para los microorganismos y podría detener el proceso.

### 3.2.3.3 pH

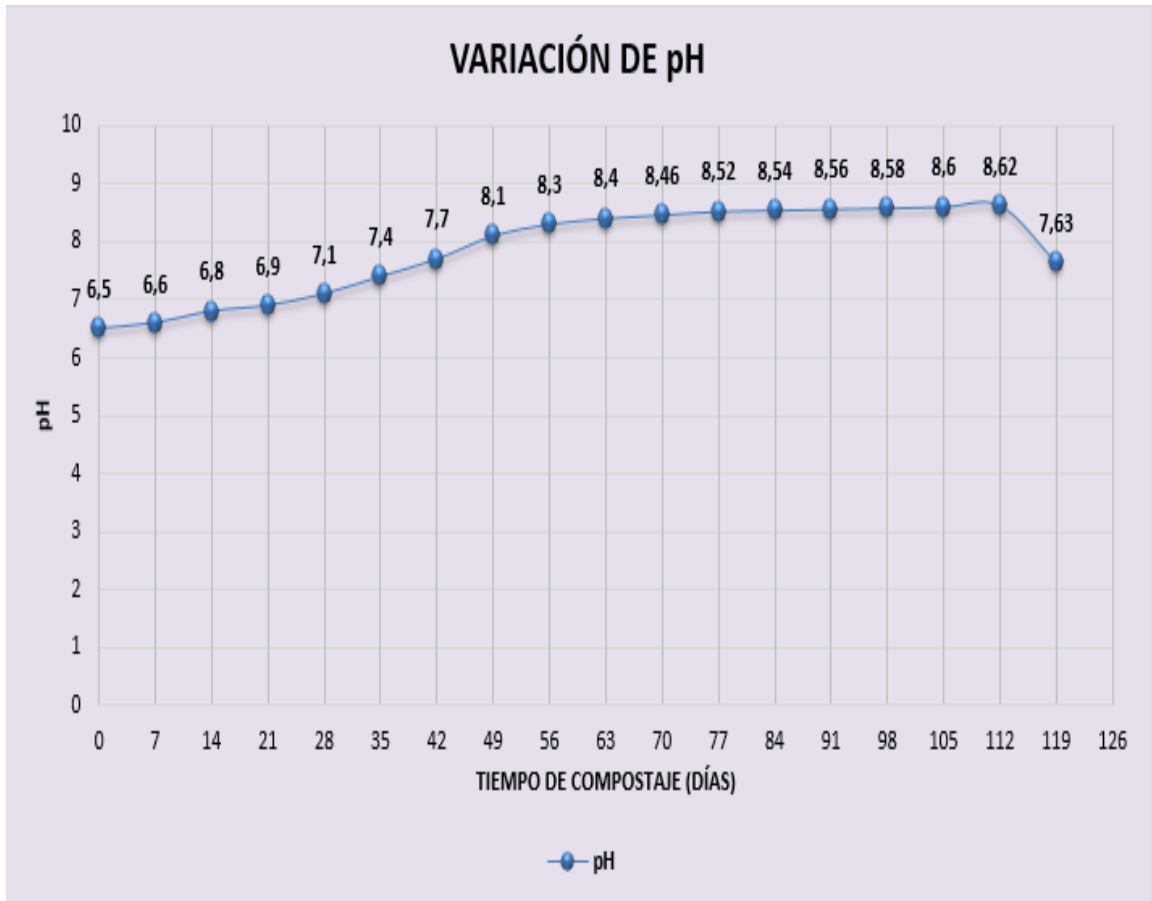


Grafico 4-3: Variación de pH en la Pila  
Realizado por: Marcia Pucha 2017

El potencial hidrogeno (pH) tuvo variación debido a que está relacionado con la actividad metabólica, el pH al inicio es ácido con un valor de 6.50, continua subiendo en la fase mesofílica en un intervalo de 6.5 -6.9 ácido en esta fase los microorganismos como bacterias actúan sobre la materia orgánica más lábil produciendo la liberación de ácidos orgánicos, en la fase termófila debido a la conversión del amonio en amoníaco el pH va subiendo de 7.1 neutro a 8.62 que se alcaliniza, mientras que en la última fase alcanzo 7.63 valor cercano a neutro por lo tanto concuerda con (Jiménez, 2015), en su investigación reporto valores similares en la elaboración de compost con ROS del mercado mayorista. Si en el proceso de compostaje está bien mezclado los materiales iniciales y con una relación equilibrada de C/N la variación del pH es normal.



### 3.2.3.4 Relación C/N

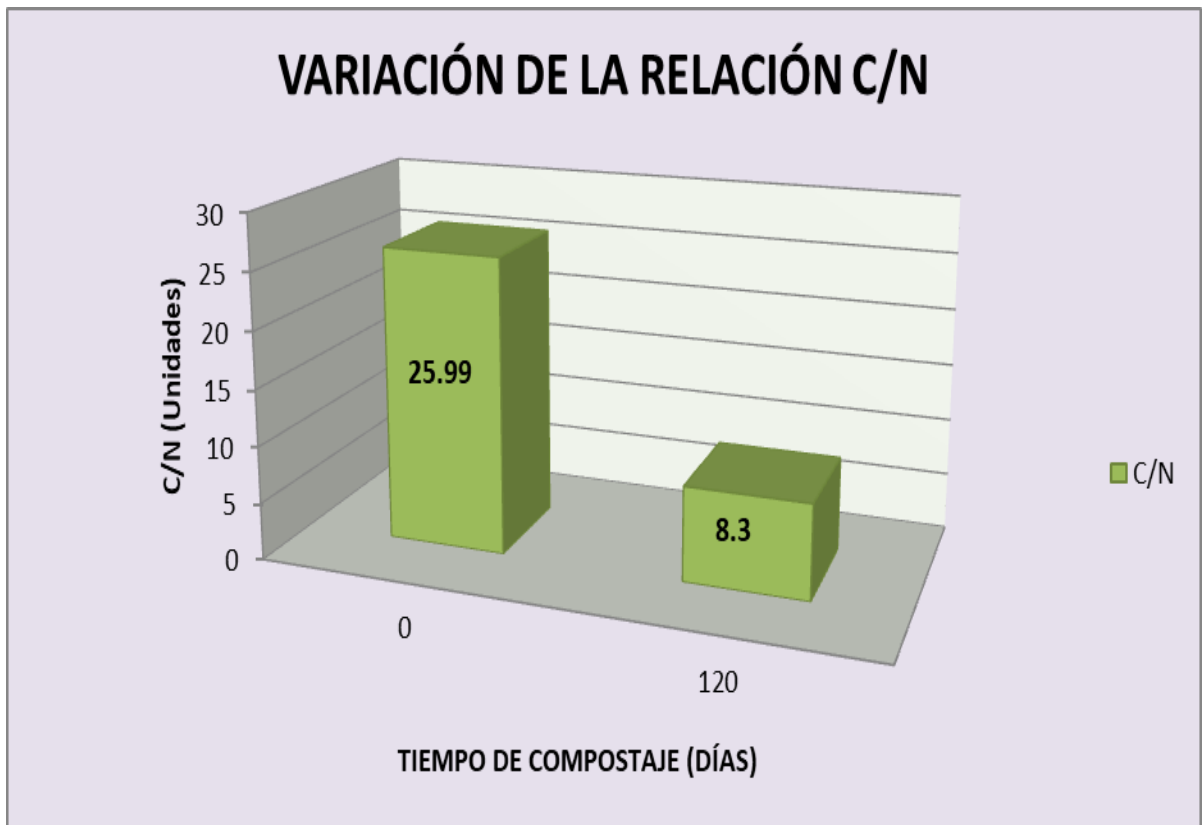


Gráfico 5-3: Variación de la Relación C/N  
Realizado por: Marcia Pucha 2017

En el presente trabajo se partió con una relación C/N adecuada de 25.99 generalmente los microorganismos utilizan 30 partes de C por cada unidad de N; razón por la cual la (FAO, 2015) establece la relación C/N de 15:1 – 35:1 como rango ideal para el proceso de compostaje.

Al finalizar el proceso la relación de C/N se llegó a 8.3 en el producto final según (Bueno, 2008) en su estudio sobre factores de compostaje menciona que la relación C/N de un compost madura es inferior a 10 por lo que el valor de nuestro trabajo tiene coherencia, cabe mencionar que también depende de los materiales iniciales utilizados en el compostaje.

### 3.2.3.5 Conductividad eléctrica

La conductividad eléctrica se determina por la naturaleza de su composición que posee los materiales iniciales, especialmente por la concentración de las sales y en menor grado la presencia de iones amonio o nitrato formados durante el proceso de compostaje.

Según (BUENO, J. 2015) menciona que la CE tiende a aumentarse en los primeros días del proceso debido a la mineralización de la materia orgánica produciendo un aumento en la

concentración de nutrientes. La CE inicial fue de 5.81mS y finalizando el proceso el dato fue de 3.3mS.

#### 3.2.3.6 *Materia Orgánica*

La materia orgánica inicial de este proceso fue de 65.4%, y se determinó un 20.71% al finalizar el proceso, el compost (bioabono) está dentro del rango ideal como establece la (FAO, 2015) que en un compost maduro la materia orgánica de debe existir mayor al 20% de MO.

Se ha presentado un descenso de la materia orgánica debido a la mineralización de los materiales, actividad microbiana que transforma el principal elemento de la materia orgánica que es el C en CO<sub>2</sub>.

#### 3.2.3.7 *Fosforo*

En fosforo en el producto final tuvo un dato de 11068,61 mg/kg al valor que se encuentra dentro del rango permisible ya que es equivalente al 1%, la presencia de este elemento ayuda a enriquecer los suelos y desempeña un papel fundamental en la formación de compuestos celulares ricos en energía siendo necesario para el metabolismo microbiano.

#### 3.2.3.8 *Potasio*

El potasio dio un valor de 12988,63 mg/kg en el producto final, este elemento proporciona resistencia a las plagas y enfermedades, colabora en la circulación de otros nutrientes alrededor de la planta.

#### 3.2.3.9 *Eficiencia del coctel de microorganismos "BACTERFUNMIX"*

Con la adición del coctel de microorganismos que constaba de hongos y bacterias benéficas se logró acelerar el proceso mismo que duro 120 días. Este resultado es semejante a los encontrados por (Chávez, 2012) en su trabajo uso de desechos de camal en la elaboración de compost.

La aceleración del proceso con la combinación de varios microorganismos benéficos según (Jara, et al., 2016) en su trabajo de obtención de compost a partir de los residuos orgánicos del camal frigorífico de Riobamba muestra la obtención del producto en 70 días como mínimo. Dato importante para corroborar en el presente trabajo que si se dio la aceleración en el proceso de compostaje gracias al coctel de microorganismos benéficos "BACTERFUNMIX" que se adiciono al inicio del proceso.

### 3.2.3.10 Rendimiento

En el proceso de compostaje se inició con un peso de 450 kg de residuos sólidos orgánicos y una vez finalizada el proceso se obtuvo como producto final el compost 240 kg, que se le denominó en este caso como bioabono obteniendo un rendimiento del 53.33%.

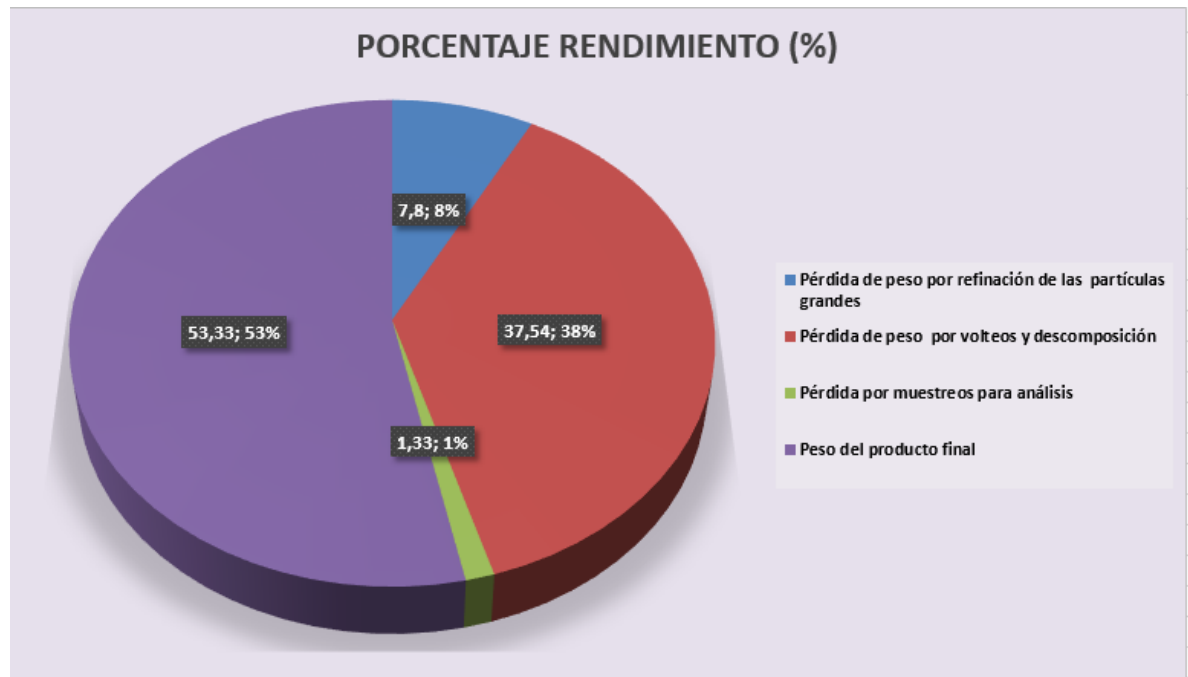


Gráfico 6-3: Porcentaje de Rendimiento

Realizado por: Marcia Pucha 2017

El rendimiento del proceso de compostaje fue de 53.33%, la pérdida de peso se dio en un 37.54 % debido a la descomposición microbiana, volteos y transformación de la materia orgánica; el 7.8 % corresponde a la pérdida por refinación del material eliminando partículas grandes que no se degradaron en su totalidad y los cuales serán agregados en la formación de nuevas pilas; por lo tanto el 1.33 % son pérdidas de material por la extracción para los análisis físico - químicos finales, lo cual se relaciona con resultados de la investigación realizada sobre compostaje con RSO de la ESPOCH de (Valencia, 2015).

## CONCLUSIONES

- Los RSO generados del faenamiento de ovinos y porcinos en el Camal de Colta se cuantificado durante cuatro semanas y aptos para el proceso de compostaje fue de 401.9 kg, donde el 78% es proveniente de ovinos, 21% de porcinos pelado y 0.56% de porcinos chamuscados.
- Los residuos generados del faenamiento en el Camal Municipal de Colta se clasificó en 3 grupos: RSO compostables con un 41%, otros residuos no compostables un 33% y residuos en forma líquida 26%.
- En el Camal Municipal de Colta se puede compostar mediante pilas 400kg de RSO y 50 kg de cascarilla de arroz por mes acelerando el proceso con el coctel de microorganismos “BACTERFUNMIX” obteniendo el producto en 120 días independientemente de las condiciones climáticas.
- El biabono (compost) obtenido presenta un pH de 8.66, humedad 42.24%, conductividad eléctrica 3370 uS/cm, materia orgánica 20.71% y una relación C/N de 8.3, los cuales se encuentran dentro del rango establecido según la FAO y fuentes bibliográficas.

## **RECOMENDACIONES**

- Es importante formar la pila con mayor cantidad de material para que sea viable la ejecución del proyecto y disminuir gastos.
- Incrementar para el proceso de compostaje los residuos que se generaran en la nueva plaza de rastro de especies mayores.
- Los instrumentos a utilizar para el control de parámetros durante el proceso deber ser adecuados y confiables.
- Incrementar cubiertas en temporadas de lluvia para evitar lavado de los nutrientes existentes.
- Transportar los residuos del camal en el mismo contenedor hasta el lugar de compostaje para evitar contaminación externa.

## BIBLIOGRAFÍA

**Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro - AGROCALIDAD.** *Instructivo de la Normativa General para Promover y Regular la Producción Orgánica - Ecológica - Biológica en el Ecuador.* Quito-Ecuador. 2013, pp. 3-5.

**Asociación de Municipalidades Ecuatorianas y el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (AME-INEC).** [En línea] *ECUADOR EN CIFRAS*, 2015. [Consulta: 12 septiembre 2017]. Disponible en: [http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web\\_inec/Encuestas\\_Ambientales/Gestion\\_Integral\\_de\\_Residuos\\_Solidos/Documento%20Tecnico%20GIRS.pdf](http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web_inec/Encuestas_Ambientales/Gestion_Integral_de_Residuos_Solidos/Documento%20Tecnico%20GIRS.pdf).

**ARANEDA, Mabel.** Composición y Propiedades animal. *Industrialización*. [En línea], 2016, (México). [Consulta: 10 agosto 2017]. Disponible en: <http://bmeditores.mx/carnes-derivados-composicion-propiedades/>. 6950.

**BARZOLA, Santiago.** Estudios de Cadenas Pecuarias del Ecuador. *Agroindustria* [En línea] 2013. [Consulta: 18 agosto 2017]. Disponible en: [http://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/bovinos/mercados/carnes/\\_archivos//000002=Estudio%20del%20mercado%20c%C3%A1rnico%20de%20Ecuador/000008-Estudio%20del%20mercado%20c%C3%A1rnico%20de%20Ecuador.pdf](http://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/bovinos/mercados/carnes/_archivos//000002=Estudio%20del%20mercado%20c%C3%A1rnico%20de%20Ecuador/000008-Estudio%20del%20mercado%20c%C3%A1rnico%20de%20Ecuador.pdf).

**BUCHELI, F.** *Manual de gestión ambiental*. [En línea] Abarrataldea 16 noviembre 2016. pp. 6-8. [Consultado: 23 julio 2017]. Disponible en: <http://www.abarrataldea.org/manualpdf.pdf>

**BUENO MÁRQUEZ, Pedro., DÍAZ BLANCO, J. & CABRERA CAPITÁN, F.** *Factores que afectan al proceso de compostaje.* [En línea] España, 2008. [Consulta: 12 agosto 2017]. Disponible en: <http://digital.csic.es/bitstream/10261/20837/37Factores%20que%20afectan%20al20proceso%20de%20%compostaje.pdf>

**CAPISTRÁN, Fabricio., et al.** *Manual de reciclaje, compostaje y lombricompostaje.* 1999.

**CEVALLOS, Luis.** Abonos con desecho de camal en Ibarra. [En línea] 2008. [Consulta: 25 julio 2017]. Disponible en: <https://www.eluniverso.com/2008/05/05/0001/12/print0E14F598CEB5433FBDEC50040DCB1962.html>.

**CHÁVEZ REVELO, Luis Miguel.** *Uso de desechos de camal (contenido ruminal, sangre y estiércol) en la elaboración de compost con la utilización de diferentes sustratos.* 2012. Tesis de Licenciatura. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Carrera de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias.

**ECUADORINMEDIATO.** *Generación de residuos en el Ecuador.* [En línea]. Ecuador, 2017. [Consulta: 13 agosto 2017]. Disponible en: [http://www.ecuadorinmediato.com/index.php?module=Noticias&func=news\\_user\\_view&id=2818795111](http://www.ecuadorinmediato.com/index.php?module=Noticias&func=news_user_view&id=2818795111).

**ELÍAS, Xavier.** *Reciclaje de Residuos Industriales.* España : Díaz de Santos, 2009. 978-7978-853-3.

**Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).** Suelos sanos para una vida sana. [En línea] FAO, 2015. [Consulta: 12 septiembre 2017]. Disponible en: <http://www.fao.org/soils-2015/news/news-detail/es/c/281085/>.

**FLORES PAGUAGA, Wólfram Xavier, & FONSECA ARGÜELLO, Antonio Lenin.** Extracción de ácidos húmicos a través de dos procesos de compostaje; lombrihumus y compost en el Campo Agropecuario de la UNAN. [En línea] (Tesis). (Doctoral) Universidad Nacional Autónoma, Nicaragua. 2008. pp. 20-31 [Consulta: 14 agosto 2017]. Disponible en: <http://repositorio.cnu.edu.ni/Record/RepoUNANL4884>

**Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Colta (GADCOLTA), Camal y Rastro.** *Manual de Procedimiento y Operaciones del Camal Municipal de Colta.* Colta : s.n., 2015.

**GAVILANES, Irene.** *Sostenibilidad del sector agroindustrial de Ecuador mediante el compostaje de sus residuos y el uso agrícola de los materiales obtenidos.* 2016. Tesis Doctoral. Universidad Miguel Hernández de Elche.

**GUAJALA, Gómez & CARLOS, Juan.,** El calentamiento global en el Ecuador y el mundo y cómo influye el gobierno ecuatoriano en defensa del medio ambiente. 2015.

**GURTLER, H., et al.,** Fisiología Veterinaria. 2da Edición Volumen 1. Editorial: ACRIBIA. Zaragoza, España, 1976.

**HÓMEZ, Mauricio** ASPECTOS DESCRIPTIVOS TÉCNICOS PARA EL APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS. *bvsde.paho.org*. [En línea] 2013. [Consulta: 23 octubre 2017]. Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/resisoli/peru/colres001.pdf>.



**Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).** Información Técnica. *Fichas Técnicas*. [En línea] INIAP, 06 de 2012. [Consulta: 06 octubre 2017]. Disponible en: [http://www.iniap.gob.ec/nsite/index.php?option=com\\_content&view=article&id=694:fichas-tecnicas&catid=93#](http://www.iniap.gob.ec/nsite/index.php?option=com_content&view=article&id=694:fichas-tecnicas&catid=93#).

**JARA SAMANIEGO, Janneth.**, Manejo y caracterización de residuos sólidos urbanos de la provincia de Chimborazo-Ecuador y su potencial uso en agricultura. 2015.

**JIMÉNEZ, Silvio.** Elaboración de compost a partir de residuos sólidos orgánicos generados en el Mercado Mayorista del Cantón Riobamba. *Elaboración de compost a partir de residuos sólidos orgánicos generados en el Mercado Mayorista del Cantón Riobamba*. [En línea] ESPOCH, 2015. [Consulta: 03 octubre 2017]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/4867>. UDCTFC;236T0170.

**LÓPEZ MTZ, José Dimas, et al.**, Abonos orgánicos y su efecto en propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento en maíz. *Terra latinoamericana*, 2001, vol. 19, no 4.

**MÁRQUEZ, Pedro Bueno; BLANCO, Manuel Jesús Díaz; CAPITÁN, Francisco Cabrera.**, Factores que afectan al proceso de compostaje. *Compostaje*, 2008, p. 93.

**MIRANDA, Juan Pablo, et al.**, Comparación de la calidad del humus de material vegetal con el de residuos orgánicos domésticos, resultado del compostaje mediante el sistema de pilas.[Comparison of the quality of humus of vegetable material (of artificial wetlands) with the of domes]. *Revista Logos Ciencia & Tecnología*, 2017, vol. 8, no 2, p. 191-200.

**MORENO C, Joaquín & MORAL H, Raúl.** *Compostaje*. Madrid-España. Mundi-Prensa. 2007.

**PÉREZ AGUILA, Arliety.** *Valoración teórico–metodológica del proceso de reciclado de los residuos de construcción y demolición*. 2016. Tesis Doctoral. Universidad Central" Marta Abreu" de la Villas.

**ROMÁN, Pilar; MARTÍNEZ, María M.; PANTOJA, Alberto.** Manual de compostaje del agricultor. Experiencias en América Latina. 2013.

**RUIZ DÁVILA, Saskia Deyanira.** *Plan de gestión de residuos del camal del cantón Antonio Ante*. 2011. Tesis de Licenciatura. QUITO/EPN/2011.

**SOSA, Oscar.** Los estercoles y su uso como emiendas. *Revista Agro Memsajes de la Facultad*. [En línea] Facultad de Ciencia Agrarias, 08 de 2005. [Consulta: 14 septiembre2107]. Disponible en:  
<http://www.fcagr.unr.edu.ar/Extension/Agromensajes/16/7AM16.htm>. 08/2008.

**TORRES GÁMEZ, Adriana Nohemy, et al.** Generalidades de los productos cárnicos (Embutidos). 2017.

**VALENCIA, Washington.** *Elaboración y caracterización de compost obtenido a partir de los residuos sólidos orgánicos generados en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH)*. 2016. Tesis de Grado. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

## ANEXOS

### Anexo A: Análisis inicial de los residuos orgánicos del Camal

	<b>ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO</b> <b>FACULTAD DE RECURSOS NATURALES</b> <b>LABORATORIO DE SUELOS</b>							
<b>Nombre del Propietario:</b> Marcia Pucha <b>Remite:</b>		<b>Fecha de Ingreso:</b> 24/03/2017 <b>Fecha de salida:</b> 07/04/2017						
<b>Ubicación:</b>	<b>Nombre de la granja</b>	<b>Parroquia</b>	<b>Riobamba</b> <b>Cantón</b>	<b>Chimborazo</b> <b>Provincia</b>				
<b>RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DEL ANALISIS QUIMICO DE MATERIAL ORGÁNICO</b>								
		%	mS	%	%	%	RELACIÓN	
Identificación	pH	Humedad	Cond. Eléct.	M.O	N	P	K	C:N
35/RUMEN+SANGRE+ESTIÉRCOL OVINO, PORCINO + RESIDUOS	6.75 N	89.7	5.81 Salino	65.4	1.8	2.1	0.13	21.0

<b>CODIGO</b>	
N: Neutro	A: alto
S: Suficiente	M: medio
L.A.c. Lig. ácido	B: bajo

 <b>Ing. José Arcos T.</b> <b>JEFE LAB.DE SUELOS</b>		 <b>Ing. Elizabeth Pachacama</b> <b>TECNICO DE LABORATORIO</b>
---	---	---

Dirección: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Panamericana Sur Km 72, Facultad de Recursos Naturales, Teléfono 2998220 Extensión 418  
 "Apoyando a la producción sana, rentable y amigable con la naturaleza"

## Anexo B: Análisis microbiológico de la pila de compostaje



CONSULTORES AGRICOLAS  
ASESORAMIENTO TECNICO  
ANALISIS MICROBIOLÓGICO Y FITOPATOLÓGICO

### DATOS INFORMATIVOS

**SOLICITANTE:** Marcia Pucha  
**MUESTRA:** Compost  
**FECHA DE INGRESO:** 05 de junio del 2017  
**FECHA DE ENTREGA:** 20 de junio del 2017  
**MOTIVO DE ANALISIS:** Análisis microbiológico

### RESULTADOS

**Bacterias:**  
8,0x10<sup>7</sup> ufc/g de sustrato

**Hongos:**  
*Fusarium* sp: 5x10<sup>3</sup> upc/g de sustrato  
*Trichoderma* sp: 4x10<sup>4</sup> upc/g de sustrato

Upc: unidad propagadora de colonia  
Ufc: unidad formadora de colonia



Figura 1: microorganismos presentes en muestra de compost.

Continúa....



**CONSULTORES AGRICOLAS  
ASESORAMIENTO TECNICO  
ANALISIS MICROBIOLÓGICO Y FITOPATOLÓGICO**



**Figura 2:** microorganismos presentes en muestra de compost.

*Fusarium* sp es un extenso género de hongos filamentosos ampliamente distribuido en el suelo y en asociación con plantas. La mayoría de las especies son saprófitas y viven en materia orgánica en descomposición, son miembros relativamente abundantes de la microbiota del suelo.

*Trichoderma* spp. Es un hongo muy común del suelo, también se encuentra en troncos caídos y estiércol. Es utilizado en la agricultura como agente de control biológico debido a sus propiedades como biopesticida, biofertilizante y bioestimulante.

**CONCLUSIONES:**

No se realizó la identificación por géneros de bacterias por tanto no se puede determinar si son benéficas o patógenas.

*Fusarium* sp y *Trichoderma* sp son saprófitos y se encuentran en niveles poblacionales medios y altos, respectivamente.

Ing. Rosa del Pilar Castro G. PhD

**ANALISTA FITOPATÓLOGA**



**Anexo C: Análisis final del bioabono**



**CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y  
TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL**

**DEPARTAMENTO :  
SERVICIOS DE LABORATORIO**

Panamericana Sur Km. 1 ½, ESPOCH (Facultad de Ciencias)  
RIOBAMBA - ECUADOR  
Telefax: (03) 3013183

**INFORME DE ENSAYO No:**

F-15-17

**ST:**

06 – 17 ANÁLISIS DE FERTILIZANTES

**Nombre Peticionario**

N.A.

**Atn.**

Marcia Ximena Pucha

**Dirección:**

Colta-Sicalpa  
Riobamba – Chimborazo

**FECHA:**

18 de Agosto del 2017

**NUMERO DE MUESTRAS:**

1

**FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:**

2017/08 /07 – 17:30

**FECHA DE MUESTREO:**

2017/08/07-15:00

**FECHA DE ANÁLISIS:**

2017/08 /07 – 2017/08/18

**TIPO DE MUESTRA:**

Bioabono

**CÓDIGO CESTTA:**

LAB-F-15-17

**CÓDIGO DE LA EMPRESA:**

NA

**PUNTO DE MUESTREO:**

Colta-Sicalpa La Pradera

**ANÁLISIS SOLICITADO:**

Físico – Químico

**PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA:**

Marcia Ximena Pucha

**CONDICIONES AMBIENTALES:**

T máx.:25.0 °C. T mín.: 15.0 °C

**RESULTADOS ANALÍTICOS:**

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LIMITE PERMISIBLE (m)
Conductividad Eléctrica	EPA 9045 D	uS/cm	3370	-
Materia Orgánica	NEN 5754. 2005	%	20,71	-
Carbono Orgánico Total	Oxidación Humeda / Walkley &Black	%	6,81	-
Relación Carbono-nitrógeno	Cálculo	%	4,70	-
Nitrógeno Total Kjeldhal	Kjeldhal	%	1,45	-
Potasio	Absorción Atomica	mg/kg	12988,63	-
Fósforo	Espectrofotometria	mg/kg	11068,61	-
Humedad	Gravimetria	%	42,24	-

**OBSERVACIONES:**

- Muestra receptada en laboratorio

**RESPONSABLE DEL INFORME:**

*Mauricio Alvarez*  
Dr. Mauricio Alvarez  
RESPONSABLE TÉCNICO



Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.  
Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados

Página 1 de 1  
Edición 0

MC01-16



## Anexo D: Calculo de la relación Carbono/Nitrógeno

Re: Re: Re: Re: Cálculo de: X Nueva pestaña X Calculate the Carbon to N
0 - □ X

← → ↻ 
🔍 📄 ☆

### Calculate C/N Ratio For Three Materials

This calculation solves for the carbon to nitrogen ratio of up to three materials. Enter the mass of each material (wet weight), percentage of carbon, percentage of nitrogen, and percentage of moisture, then click on the calculate button. If you have less than three materials be sure to enter zeroes in the fields for the missing materials.

Note - Use whole numbers

Ingredient	% H2O	Weight	% Carbon	% Nitrogen	C/N Ratio
RSO(Camal)	89.7	400	37.8	1.8	
Cascañilla de arroz	8.7	50	39.1	1.2	
Ninguno	0	0	0	0	
				<b>Result:</b>	25.9211648828

Here's the Formula:

Given overall moisture percentage goal of (g)

Ingredient	%H2O	Weight	%Carbon	%Nitrogen	C/N Ratio
1	M <sub>1</sub>	Q <sub>1</sub>	C <sub>1</sub>	N <sub>1</sub>	
2	M <sub>2</sub>	Q <sub>2</sub>	C <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	
3	M <sub>3</sub>	Q <sub>3</sub>	C <sub>3</sub>	N <sub>3</sub>	
					R

**ANEXO E: Fotográficos (Caracterización y cuantificación de los residuos generador en el camal)**

<p><b>Proceso de faenamiento de ovinos</b></p>	<p><b>Proceso de faenamiento de porcino</b></p>
	
<p><b>Área de lavado de vísceras</b></p>	<p><b>Generación de Residuos</b></p>
	
<p><b>Área de recolección de RO</b></p>	<p><b>Transporte de RSO al lugar de compostaje</b></p>
	



<p><b>Preparación de aditivos</b></p>	<p><b>Adición del “Bacterfunmix”</b></p>
	
<p><b>Formación de capas con los RSO</b></p>	<p><b>Cubierta de la pila</b></p>
	
<p><b>Toma de temperatura y humedad iniciales</b></p>	<p><b>Toma de muestra para medir pH</b></p>
	



<p><b>Medición de pH en laboratorio</b></p>	<p><b>Volteos de la pila</b></p>
	
<p><b>Tamizado del compost</b></p>	<p><b>Material de rechazo</b></p>
	
<p><b>Producto fina (bioabono)</b></p>	<p><b>Empacado del producto</b></p>
	

**ANEXO F: Registro Promedio de Temperatura, Humedad y pH de la Pila**

<b>N° (semanas)</b>	<b>TIEMPO DE COMPOSTAJE (días)</b>	<b>TEMPERATURA PROMEDIO DE LA PILA (°C)</b>	<b>HUMEDAD PROMEDIO DE LA PILA (%)</b>	<b>pH DE LA PILA</b>
1	0	19	52.6	6.5
2	7	23	60	6.6
3	14	37	58	6.8
4	21	45	55	6.9
5	28	55	66	7.1
6	35	59	71	7.4
7	42	61	66.6	7.7
8	49	63	64	8.1
9	56	59	61.2	8.3
10	63	54	56	8.4
11	70	51	53	8.46
12	77	47	52	8.52
13	84	44	48.2	8.54
14	91	36	46.1	8.56
15	98	27	44	8.58
16	105	21	43.6	8.6
17	112	18.2	43	8.62
18	120	18	42.24	8.66

**ANEXO G: Registro Promedio de Temperatura, Humedad del Ambiente**

<b>N° (semanas)</b>	<b>TIEMPO DE COMPOSTAJE (días)</b>	<b>TEMPERATURA MEDIA AMBIENTE (°C)</b>	<b>HUMEDAD RELATIVA MEDIA AMBIENTE (%)</b>
1	0	13.9	85.3
2	7	14.4	81.2
3	14	14.1	81.2
4	21	13.4	82.6
5	28	14.8	83.6
6	35	13.8	84.7
7	42	14.2	81.6
8	49	14.3	78.3
9	56	12.9	79.1
10	63	13.3	77.7
11	70	14.5	82.0
12	77	14.3	69.8
13	84	13.8	80.3
14	91	12.9	77.3
15	98	13.6	72.0
16	105	14.1	78.8
17	112	13.4	83.4
18	120	12,8	75.7

## ANEXO H: Datos Meteorológicos Mensuales

<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</b> <b>FACULTAD DE RECURSOS NATURALES</b> <b>ESTACIÓN AGROMETEOROLÓGICA</b> <b>BOLETIN MENSUAL</b>																
AÑO: 2017										MES: ABRIL						
FECHA	TEMPERATURA °C			H. RELATIVA %			TENSIÓN VAPOR	PUNTO ROCIO	PRECIPITACIÓN	HELIOFANÍA		VIENTO		PRESIÓN ATM.		
	Media	Máxima	Mínima	Media	Máxima	Mínima	mlb	°C	mm H2O	Horas	%	Dirección	Velocidad m/s	mm hg		
1	12,4	18,9	9,8	85,3	96,0	63,0	12,3	10,0	3,1	1,9	16,0	SE	2,0	549,7		
2	11,3	17,6	6,0	81,4	96,0	54,0	10,7	8,0	0,0	0,9	7,0	SE	1,5	548,8		
3	12,8	20,5	8,4	82,2	96,0	49,0	12,6	10,4	0,0	4,2	35,0	SE	2,3	548,2		
4	12,8	18,6	9,6	80,0	96,0	51,0	12,1	9,8	0,0	3,4	28,0	SE	3,0	548,1		
5	12,5	19,2	9,1	84,2	96,0	59,0	12,8	10,6	1,8	3,9	32,0	SE	1,8	548,2		
6	12,7	19,5	9,7	83,3	96,0	54,0	12,9	10,7	0,0	2,7	22,0	SE	1,8	548,4		
7	13,5	20,1	10,6	85,8	96,0	60,0	13,4	11,4	1,1	4,4	37,0	SE	2,0	548,2		
8	14,4	22,0	10,9	82,7	96,0	49,0	13,2	11,1	0,8	4,9	41,0	SE	1,0	547,9		
9	14,3	19,2	11,2	83,3	96,0	56,0	13,0	10,9	7,0	3,6	30,0	SE	1,8	547,9		
10	14,0	21,1	8,8	81,6	96,0	51,0	13,3	11,2	3,3	5,2	43,0	SE - NE	2,0	547,9		
11	13,9	19,9	11,2	85,3	96,0	60,0	14,2	12,1	9,2	3,5	29,0	SE	1,3	547,8		
12	14,3	21,7	10,7	82,1	96,0	51,0	13,4	11,3	0,3	6,2	52,0	SE	1,6	547,6		
13	13,8	21,2	10,4	81,5	96,0	54,0	13,0	10,9	3,1	4,7	39,0	SE	2,3	547,5		
14	14,1			82,5	96,0	54,0				4,8	40,0					
15	14,0	20,6	10,4	77,6	96,0	50,0	12,7	10,4	1,0	4,5	37,0	SE	1,8	548,0		
16	14,4	21,8	10,9	79,4	96,0	51,0	12,5	10,2	0,0	4,7	39,0	SE	1,8	548,3		
17	14,4	20,7	10,6	80,5	96,0	50,0	12,9	10,7	0,0	3,1	26,0	SE	2,8	548,6		
18	14,4	21,2	11,4	79,0	96,0	55,0	13,4	11,3	2,1	2,9	24,0	SE	2,0	548,6		
19	13,5	20,2	10,7	83,5	96,0	57,0	12,4	10,1	2,4	3,9	32,0	SE	2,6	548,5		
20	13,3	21,4	11,2	84,9	96,0	48,0	12,7	10,5	10,1	2,2	18,0	SE	1,6	548,5		
21	13,4			83,7	96,0	49,0				3,4	28,0					
22	13,7	22,7	7,0	79,7	96,0	43,0	12,2	9,9	3,8	7,8	65,0	NE	1,5	548,6		
23	14,6	22,2	8,7	78,7	96,0	46,0	12,6	10,4	0,0	7,5	62,0	SE	1,5	549,0		
24	14,8	22,2	10,2	78,9	96,0	47,0	13,1	11,0	0,6	7,6	63,0	SE	2,3	548,4		
25	15,0	22,4	10,4	78,3	96,0	50,0	13,9	11,8	0,0	5,7	47,0	SE	1,3	548,1		
26	14,0	20,5	10,8	83,2	96,0	56,0	13,3	11,2	8,2	3,8	32,0	SE	1,5	548,5		
27	14,2	22,3	9,8	78,5	96,0	44,0	12,3	10,0	0,0	7,1	59,0	SE	1,6	548,1		
28	12,9	17,7	10,4	80,9	96,0	57,0	11,7	9,3	0,0	0,6	5,0	SE	2,0	548,6		
29	12,6	18,6	9,8	88,8	96,0	64,0	12,8	10,6	1,1	1,6	13,0	SE	1,3	548,9		
30	13,3	19,7	10,2	85,3	96,0	57,0	12,7	10,4	0,0	1,4	12,0	SE	1,5	548,7		
31																
<b>SUMA</b>	<b>409,3</b>	<b>573,7</b>	<b>278,9</b>	<b>2462,1</b>	<b>2880,0</b>	<b>1589,0</b>	<b>358,1</b>	<b>296,2</b>	<b>59,0</b>	<b>122,1</b>	<b>1013,0</b>	<b>SE</b>	<b>51,5</b>	<b>15353,6</b>		
<b>DIAS DE DATOS</b>	<b>30</b>	<b>28</b>	<b>28</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>28</b>	<b>28</b>	<b>28</b>	<b>30</b>	<b>30</b>		<b>28</b>	<b>28</b>		
<b>MEDIA</b>	<b>13,6</b>	<b>20,5</b>	<b>10,0</b>	<b>82,1</b>	<b>96,0</b>	<b>53,0</b>	<b>12,8</b>	<b>10,6</b>		<b>4,1</b>	<b>33,8</b>		<b>1,8</b>	<b>548,3</b>		
<b>MÁX. 24 Hs.</b>	<b>15,0</b>	<b>22,7</b>	<b>11,4</b>	<b>88,8</b>	<b>96,0</b>	<b>64,0</b>	<b>14,2</b>	<b>12,1</b>	<b>10,1</b>	<b>7,8</b>	<b>65,0</b>		<b>3,0</b>	<b>549,7</b>		
<b>FECHA</b>	<b>25</b>	<b>22</b>	<b>18</b>	<b>29</b>	<b>29</b>	<b>29</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>20</b>	<b>22</b>	<b>22</b>		<b>4</b>	<b>1</b>		
<b>Nº DE DÍAS</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>		<b>1</b>	<b>1</b>		
<b>MIN. 24 Hs.</b>	<b>11,3</b>	<b>17,6</b>	<b>6,0</b>	<b>77,6</b>	<b>96,0</b>	<b>43,0</b>	<b>10,7</b>	<b>8,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,6</b>	<b>5,0</b>		<b>1,0</b>	<b>547,5</b>		
<b>FECHA</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>15</b>	<b>22</b>	<b>22</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>VARIOS</b>	<b>28</b>	<b>28</b>		<b>8</b>	<b>13</b>		
<b>Nº DE DÍAS</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>11</b>	<b>1</b>	<b>1</b>		<b>1</b>	<b>1</b>		





**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**ESTACIÓN AGROMETEOROLÓGICA**  
**BOLETIN MENSUAL**



**AÑO: 2017**

**MES: MAYO**

FECHA	TEMPERATURA °C			H. RELATIVA %			TENSIÓN VAPOR	PUNTO ROCIO	PRECIPITACIÓN	HELIOFANÍA		VIENTO		PRESIÓN ATM.
	Media	Máxima	Mínima	Media	Máxima	Mínima	mib	°C	mm H2O	Horas	%	Dirección	Velocidad m/s	mm hg
1	13,8			83,3	96,0	51,0				5,1	42,0			
2	13,5	19,7	10,2	83,3	96,0	56,0	12,6	10,3	2,3	3,6	30,0	SE	2,5	548,9
3	14,4	21,0	10,7	79,1	96,0	51,0	12,8	10,6	0,0	6,2	52,0	SE	2,4	548,1
4	13,1	19,7	10,2	86,5	96,0	62,0	12,7	10,5	6,5	3,2	27,0	SE	1,4	548,1
5	13,0	20,7	10,3	85,9	96,0	63,0	12,9	10,8	4,3	2,7	22,0	SE	2,0	548,0
6	13,7	20,6	9,8	83,8	96,0	55,0	13,0	10,9	1,6	5,2	43,0	SE	1,5	547,8
7	13,9	20,5	10,2	85,3	96,0	60,0	13,4	11,3	2,2	2,8	23,0	SE	1,5	547,9
8	14,3	19,7	10,8	81,4	96,0	58,0	12,7	10,6	0,0	0,7	6,0	SE	1,0	548,2
9	14,2	19,6	11,2	84,5	96,0	64,0	13,6	11,6	0,0	3,7	31,0	SE	2,0	548,2
10	12,0	17,0	10,7	88,7	96,0	61,0	12,5	10,3	12,7	2,5	21,0	SE	1,0	549,1
11	13,5	20,0	9,4	83,6	96,0	54,0	12,9	10,8	8,6	2,7	22,0	SE	1,6	549,1
12	13,9	21,5	10,5	83,7	96,0	56,0	13,1	10,9	1,1	2,3	19,0	SE	1,2	548,7
13	14,8	21,6	11,0	78,9	96,0	52,0	12,6	10,3	3,1	5,0	42,0	SE	1,0	548,7
14	13,0	18,2	10,8	87,0	96,0	61,0	12,2	9,9	16,7	0,2	2,0	SE	1,0	550,1
15	13,6	18,7	10,6	86,9	96,0	61,0	13,6	11,5	0,7	0,3	2,0	NE	1,5	549,7
16	14,2	21,7	10,1	81,4	96,0	49,0	13,5	11,5	0,1	7,0	58,0	SE	2,0	549,0
17	14,5	21,4	10,8	82,6	96,0	55,0	13,7	11,7	1,1	6,3	52,0	SE	2,2	548,5
18	14,1	22,3	10,4	80,0	96,0	47,0	12,7	10,5	0,0	5,7	47,0	SE - NE	2,6	547,7
19	14,3	21,9	10,9	76,7	96,0	44,0	13,3	11,2	0,4	6,8	57,0	NE	2,0	547,2
20	13,1	18,0	10,4	87,1	96,0	70,0	13,3	11,1	0,9	2,5	21,0	SE	1,3	547,5
21	12,9	18,5	9,2	83,8	96,0	59,0	12,2	9,9	1,9	1,6	13,0	SE	2,0	548,8
22	13,6	19,7	10,0	79,8	96,0	54,0	12,5	10,3	2,9	4,2	35,0	SE	1,8	549,0
23	13,2	19,5	9,8	78,7	96,0	53,0	12,1	9,8	0,0	4,6	38,0	SE	2,8	548,9
24	14,0	20,6	10,1	77,2	96,0	52,0	12,0	9,7	0,0	5,8	48,0	SE	2,4	548,9
25	13,6	21,1	8,3	79,5	96,0	46,0	12,2	9,9	0,0	8,1	67,0	SE	2,6	548,6
26	13,9			76,1	96,0	44,0				7,3	61,0			
27	12,7	20,0	8,7	78,3	96,0	46,0	11,8	9,4	0,0	4,4	37,0	SE	2,0	549,8
28	11,1	19,3	6,3	79,0	96,0	45,0	10,2	7,2	0,0	3,1	26,0	SW - SE	2,0	549,4
29	11,0	18,8	3,8	79,3	96,0	54,0	10,6	7,7	0,0	4,7	39,0	SE	1,8	549,8
30	13,2	20,8	8,4	77,8	96,0	46,0	11,7	9,3	0,0	6,9	57,0	SE	2,5	549,5
31	13,2	20,1	9,2	82,4	96,0	54,0	12,2	9,9	0,8	4,6	38,0	SE	1,4	549,1
<b>SUMA</b>	<b>417,3</b>	<b>582,2</b>	<b>282,8</b>	<b>2541,6</b>	<b>2976,0</b>	<b>1683,0</b>	<b>364,6</b>	<b>299,4</b>	<b>67,9</b>	<b>129,8</b>	<b>1078,0</b>	<b>SE</b>	<b>53,0</b>	<b>15912,3</b>
<b>DIAS DE DATOS</b>	<b>31</b>	<b>29</b>	<b>29</b>	<b>31</b>	<b>31</b>	<b>31</b>	<b>29</b>	<b>29</b>	<b>29</b>	<b>31</b>	<b>31</b>		<b>29</b>	<b>29</b>
<b>MEDIA</b>	<b>13,5</b>	<b>20,1</b>	<b>9,8</b>	<b>82,0</b>	<b>96,0</b>	<b>54,3</b>	<b>12,6</b>	<b>10,3</b>		<b>4,2</b>	<b>34,8</b>		<b>1,8</b>	<b>548,7</b>
<b>MÁX. 24 Hs.</b>	<b>14,8</b>	<b>22,3</b>	<b>11,2</b>	<b>88,7</b>	<b>96,0</b>	<b>70,0</b>	<b>13,7</b>	<b>11,7</b>	<b>16,7</b>	<b>8,1</b>	<b>67,0</b>		<b>2,8</b>	<b>550,1</b>
<b>FECHA</b>	<b>13</b>	<b>18</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>VIARIOS</b>	<b>20</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>14</b>	<b>25</b>	<b>25</b>		<b>23</b>	<b>14</b>
<b>Nº DE DÍAS</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>31</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>		<b>1</b>	<b>1</b>
<b>MIN. 24 Hs.</b>	<b>11,0</b>	<b>17,0</b>	<b>3,8</b>	<b>76,1</b>		<b>44,0</b>	<b>10,2</b>	<b>7,2</b>	<b>0,0</b>	<b>0,2</b>	<b>2,0</b>		<b>1,0</b>	<b>547,2</b>
<b>FECHA</b>	<b>29</b>	<b>10</b>	<b>29</b>	<b>26</b>		<b>19</b>	<b>28</b>	<b>28</b>	<b>VIARIOS</b>	<b>14</b>	<b>14 - 15</b>		<b>8 - 10 - 13 - 14</b>	<b>19</b>
<b>Nº DE DÍAS</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>		<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>11</b>	<b>1</b>	<b>2</b>		<b>4</b>	<b>1</b>



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**ESTACIÓN AGROMETEOROLÓGICA**  
**BOLETIN MENSUAL**



**AÑO: 2017**

**MES: JUNIO**

FECHA	TEMPERATURA °C			H. RELATIVA %			TENSIÓN VAPOR	PUNTO ROCIO	PRECIPITACIÓN	HELIOFANÍA		VIENTO		PRESIÓN ATM.
	Media	Máxima	Mínima	Media	Máxima	Mínima	mlb	°C	mm H2O	Horas	%	Dirección	Velocidad m/s	mm hg
1	13,2	20,0	8,8	80,7	96,0	55,0	12,2	10,0	0,0	3,6	30,0	SE	2,0	549,0
2	13,8	22,3	9,0	77,2	96,0	49,0	11,8	9,4	0,0	4,5	37,0	SE	2,0	548,8
3	14,2	21,3	9,9	78,0	96,0	49,0	12,1	9,7	0,0	5,9	49,0	SE	2,5	548,9
4	13,3	19,0	11,0	80,4	96,0	56,0	12,1	9,8	0,1	1,3	11,0	SE	1,8	548,5
5	12,9	20,4	9,8	77,2	96,0	47,0	11,9	9,4	0,7	6,3	52,0	SE	3,0	548,4
6	11,7	20,4	5,2	68,3	96,0	33,0	9,2	5,8	0,0	10,1	84,0	SW	2,8	548,9
7	13,8	22,9	7,3	71,3	94,0	37,0	11,5	8,9	0,0	6,5	54,0	SE	2,6	548,5
8	14,1	24,7	11,0	79,0	96,0	36,0	12,5	10,3	14,2	6,7	56,0	SE	2,4	548,7
9	13,7	20,9	10,0	81,3	96,0	48,0	12,7	10,5	10,4	4,8	40,0	SE - NE	1,2	549,2
10	13,1	20,9	10,9	86,5	96,0	53,0	12,2	9,9	2,7	3,5	29,0	SE	1,8	549,2
11	14,0	20,7	10,0	80,5	96,0	51,0	12,4	10,2	0,9	6,7	56,0	SE	1,3	549,3
12	14,5	21,8	9,5	76,8	96,0	41,0	11,8	9,4	3,3	8,0	67,0	SE	2,0	548,6
13	12,7	18,4	9,4	84,5	96,0	57,0	12,2	10,0	15,0	2,3	19,0	SE	0,5	549,0
14	11,1	15,3	8,2	87,3	96,0	70,0	11,2	8,6	17,5	0,4	3,0	SE	1,0	549,3
15	11,2	16,6	7,8	86,9	96,0	67,0	11,9	9,5	0,2	2,4	20,0	SE	1,8	549,3
16	12,2	18,6	9,3	83,6	96,0	57,0	11,6	9,1	3,4	4,0	33,0	SE	1,6	549,0
17	13,1	21,9	6,4	77,1	96,0	41,0	11,5	8,9	0,0	10,0	83,0	SE	1,5	548,6
18	14,4	22,3	10,1	75,7	96,0	44,0	11,9	9,6	0,0	6,8	57,0	SE	1,8	548,2
19	14,3	20,9	11,0	79,2	96,0	46,0	12,5	10,3	0,0	6,5	54,0	SE	2,0	548,1
20	12,1	16,6	9,7	89,5	96,0	71,0	12,4	10,2	9,0	0,7	6,0	SE	2,0	548,5
21	11,7	16,0	9,2	88,7	96,0	72,0	12,2	9,8	3,5	1,4	12,0	SE	2,2	548,4
22	12,5	19,8	9,3	79,4	96,0	48,0	11,4	8,9	0,3	7,7	64,0	SE	2,6	548,3
23	12,7	21,5	6,3	74,3	96,0	38,0	10,3	7,4	0,0	7,0	58,0	SE	2,4	548,0
24	12,9	19,7	8,6	75,8	95,0	46,0	11,1	8,5	0,0	6,4	53,0	SE	2,3	548,9
25	12,4	19,7	6,4	81,2	96,0	54,0	11,1	8,5	0,0	5,3	44,0	SE	2,3	549,2
26	13,2	19,2	10,1	82,6	96,0	51,0	12,5	10,3	0,7	4,7	39,0	SE	2,0	548,5
27	13,5	19,3	7,9	77,0	96,0	43,0	11,3	8,7	0,0	6,3	52,0	SE	2,3	548,4
28	13,7	20,4	10,6	81,0	96,0	51,0	12,4	10,2	0,1	6,0	50,0	SE	2,6	548,4
29	13,3	19,7	10,4	80,1	96,0	51,0	12,0	9,7	0,0	3,2	27,0	SE	2,2	548,6
30	12,7	19,2	10,0	79,5	96,0	48,0	11,2	8,6	0,0	4,2	35,0	SE	2,8	549,0
31														
SUMA	392,0	600,4	273,1	2400,6	2877,0	1510,0	353,1	280,1	82,0	153,2	1274,0	SE	61,3	16461,7
DÍAS DE DATOS	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30		30	30
MEDIA	13,1	20,0	9,1	80,0	95,9	50,3	11,8	9,3		5,1	42,5		2,0	548,7
MÁX. 24 Hs.	14,5	24,7	11,0	89,5	96,0	72,0	12,7	10,5	17,5	10,1	84,0		3,0	549,3
FECHA	12	8	4 - 8 - 19,	20	VARIOS	21	9	9	14	6	6		5	11 - 14 - 15
Nº DE DÍAS	1	1	3	1	28	1	1	1	1	1	1		1	3
MIN. 24 Hs.	11,1	15,3	5,2	68,3	94,0	33,0	9,2	5,8	0,0	0,4	3,0		0,5	548,0
FECHA	14	14	6	6	7	6	6	6	VARIOS	14	14		13	23
Nº DE DÍAS	1	1	1	1	1	1	1	1	14	1	1		1	1



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**ESTACIÓN AGROMETEOROLÓGICA**  
**BOLETIN MENSUAL**



**AÑO: 2017**

**MES: JULIO**

FECHA	TEMPERATURA °C			H. RELATIVA %			TENSIÓN VAPOR	PUNTO ROCIO	PRECIPITACIÓN	HELIOFANÍA		VIENTO		PRESIÓN ATM.
	Media	Máxima	Mínima	Media	Máxima	Mínima	mlb	°C	mm H2O	Horas	%	Dirección	Velocidad m/s	mm hg
1	12,3	19,7	6,9	80,0	96,0	43,0	11,2	8,6	0,0	3,6	30,0	SE	2,3	549,5
2	11,8	18,0	7,4	82,2	96,0	59,0	10,6	7,9	0,0	2,9	24,0	SE	2,5	549,7
3	11,9	18,0	9,5	67,4	96,0	35,0	11,2	8,6	0,0	6,7	56,0	SE	2,8	549,1
4	11,8	19,4	8,0	79,3	96,0	45,0	10,8	8,1	0,0	5,5	46,0	SE	2,8	548,9
5	13,0	20,0	9,6	80,2	96,0	52,0	11,8	9,4	0,0	7,0	58,0	SE	3,4	548,9
6	12,8	19,6	9,5	77,9	96,0	48,0	11,5	9,0	0,0	7,9	66,0	SE	3,2	549,2
7	11,5	17,7	9,3	85,0	96,0	51,0	11,7	9,2	0,3	2,4	20,0	SE	2,0	549,3
8	11,7	20,0	5,5	76,8	96,0	44,0	10,8	8,1	0,0	8,8	73,0	SE	2,5	549,4
9	11,9	19,7	6,0	74,5	96,0	42,0	10,2	7,2	0,0	6,4	53,0	SE	1,8	549,5
10	11,3	19,6	5,3	75,3	95,0	36,0	9,6	6,3	0,0	6,5	54,0	SE	3,3	549,0
11	10,9	17,9	7,9	76,5	96,0	43,0	10,1	7,2	0,0	4,2	35,0	SE	2,3	549,6
12	10,6	20,0	3,6	70,5	96,0	35,0	8,7	5,0	0,0	10,7	89,0	NE	1,8	549,6
13	11,9	21,1	5,8	68,9	96,0	32,0	9,8	6,6	0,0	10,5	87,0	SE	2,8	549,3
14	12,5	21,8	5,7	70,3	94,0	39,0	10,0	6,9	0,0	10,0	83,0	SE	2,4	549,2
15	12,8	23,0	4,8	73,6	96,0	37,0	10,2	7,2	0,0	9,9	82,0	SE	1,8	549,4
16	14,3	22,6	7,4	69,5	96,0	38,0	10,6	7,8	0,0	10,2	85,0	SE	2,5	548,8
17	13,0	20,1	9,7	84,0	96,0	53,0	12,3	10,0	5,2	5,3	44,0	SE	2,0	548,7
18	12,2	18,4	8,7	83,0	96,0	55,0	11,6	9,2	0,0	4,7	39,0	SE	2,8	548,9
19	11,4	18,4	8,9	85,0	96,0	61,0	11,4	9,0	0,8	4,1	34,0	NE	1,8	549,1
20	12,3	20,3	5,8	72,5	95,0	41,0	9,5	6,2	0,0	10,6	88,0	SE	1,7	549,2
21	12,9	22,2	6,4	71,3	96,0	30,0	9,6	6,3	0,0	9,9	82,0	NE	2,0	549,2
22	11,8	19,4	7,2	79,0	96,0	49,0			0,0					
23	12,0	19,2	7,0	77,3	96,0	49,0			0,0					
24	12,7	19,8	7,0	78,5	96,0	51,0	11,7	9,3	0,0	5,9	49,0	SE	3,0	548,7
25	11,6	17,4	8,7	83,6	95,0	71,0	11,4	8,8	0,4	2,8	23,0	SE	3,0	548,9
26	11,1	17,5	8,4	84,4	96,0	53,0	11,7	9,3	1,0	2,4	20,0	SE	1,8	548,3
27	9,5	16,1	3,8	79,4	96,0	51,0	9,5	6,2	0,0	2,8	23,0	SE	2,0	548,8
28	9,8	15,7	6,8	88,7	96,0	69,0	10,8	8,1	0,0	1,8	15,0	SE	1,3	548,7
29	10,8	17,3	7,7	85,0	96,0	58,0			0,0					
30	10,4	16,3	6,0	84,6	96,0	55,0			0,0					
31	10,5	18,2	7,3	78,5	96,0	40,0	10,1	7,1	0,3	3,8	32,0	SE	2,0	549,6
SUMA	365,0	594,4	221,6	2422,7	2971,0	1465,0	288,4	212,6	8,0	167,3	1390,0	SE	63,6	14826,5
DIAS DE DATOS	31	31	31	31	31	31	27	27	31	27	27		27	27
MEDIA	11,8	19,2	7,1	78,2	95,8	47,3	10,7	7,9		6,2	51,5		2,4	549,1
MÁX. 24 Hs.	14,3	23,0	9,7	88,7	96,0	71,0	12,3	10,0	5,2	10,7	89,0		3,4	549,7
FECHA	16	15	17	28	VIARIOS	25	17	17	17	12	12		5	2
Nº DE DÍAS	1	1	1	1	27	1	1	1	1	1	1		1	1
MIN. 24 Hs.	9,5	15,7	3,6	67,4	94,0	30,0	8,7	5,0	0,0	1,8	15,0		1,3	548,3
FECHA	27	28	12	3	14	21	12	12	VIARIOS	28	28		28	26
Nº DE DÍAS	1	1	1	1	1	1	1	1	25	1	1		1	1





**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**ESTACIÓN AGROMETEOROLÓGICA**  
**BOLETIN MENSUAL**



**AÑO: 2017**

**MES: JULIO**

FECHA	TEMPERATURA °C			H. RELATIVA %			TENSIÓN VAPOR	PUNTO ROCIO	PRECIPITACIÓN	HELIOFANÍA		VIENTO		PRESIÓN ATM.
	Media	Máxima	Mínima	Media	Máxima	Mínima	mlb	°C	mm H2O	Horas	%	Dirección	Velocidad m/s	mm hg
1	12,3	19,7	6,9	80,0	96,0	43,0	11,2	8,6	0,0	3,6	30,0	SE	2,3	549,5
2	11,8	18,0	7,4	82,2	96,0	59,0	10,6	7,9	0,0	2,9	24,0	SE	2,5	549,7
3	11,9	18,0	9,5	67,4	96,0	35,0	11,2	8,6	0,0	6,7	56,0	SE	2,8	549,1
4	11,8	19,4	8,0	79,3	96,0	45,0	10,8	8,1	0,0	5,5	46,0	SE	2,8	548,9
5	13,0	20,0	9,6	80,2	96,0	52,0	11,8	9,4	0,0	7,0	58,0	SE	3,4	548,9
6	12,8	19,6	9,5	77,9	96,0	48,0	11,5	9,0	0,0	7,9	66,0	SE	3,2	549,2
7	11,5	17,7	9,3	85,0	96,0	51,0	11,7	9,2	0,3	2,4	20,0	SE	2,0	549,3
8	11,7	20,0	5,5	76,8	96,0	44,0	10,8	8,1	0,0	8,8	73,0	SE	2,5	549,4
9	11,9	19,7	6,0	74,5	96,0	42,0	10,2	7,2	0,0	6,4	53,0	SE	1,8	549,5
10	11,3	19,6	5,3	75,3	95,0	36,0	9,6	6,3	0,0	6,5	54,0	SE	3,3	549,0
11	10,9	17,9	7,9	76,5	96,0	43,0	10,1	7,2	0,0	4,2	35,0	SE	2,3	549,6
12	10,6	20,0	3,6	70,5	96,0	35,0	8,7	5,0	0,0	10,7	89,0	NE	1,8	549,6
13	11,9	21,1	5,8	68,9	96,0	32,0	9,8	6,6	0,0	10,5	87,0	SE	2,8	549,3
14	12,5	21,8	5,7	70,3	94,0	39,0	10,0	6,9	0,0	10,0	83,0	SE	2,4	549,2
15	12,8	23,0	4,8	73,6	96,0	37,0	10,2	7,2	0,0	9,9	82,0	SE	1,8	549,4
16	14,3	22,6	7,4	69,5	96,0	38,0	10,6	7,8	0,0	10,2	85,0	SE	2,5	548,8
17	13,0	20,1	9,7	84,0	96,0	53,0	12,3	10,0	5,2	5,3	44,0	SE	2,0	548,7
18	12,2	18,4	8,7	83,0	96,0	55,0	11,6	9,2	0,0	4,7	39,0	SE	2,8	548,9
19	11,4	18,4	8,9	85,0	96,0	61,0	11,4	9,0	0,8	4,1	34,0	NE	1,8	549,1
20	12,3	20,3	5,8	72,5	95,0	41,0	9,5	6,2	0,0	10,6	88,0	SE	1,7	549,2
21	12,9	22,2	6,4	71,3	96,0	30,0	9,6	6,3	0,0	9,9	82,0	NE	2,0	549,2
22	11,8	19,4	7,2	79,0	96,0	49,0			0,0					
23	12,0	19,2	7,0	77,3	96,0	49,0			0,0					
24	12,7	19,8	7,0	78,5	96,0	51,0	11,7	9,3	0,0	5,9	49,0	SE	3,0	548,7
25	11,6	17,4	8,7	83,6	95,0	71,0	11,4	8,8	0,4	2,8	23,0	SE	3,0	548,9
26	11,1	17,5	8,4	84,4	96,0	53,0	11,7	9,3	1,0	2,4	20,0	SE	1,8	548,3
27	9,5	16,1	3,8	79,4	96,0	51,0	9,5	6,2	0,0	2,8	23,0	SE	2,0	548,8
28	9,8	15,7	6,8	88,7	96,0	69,0	10,8	8,1	0,0	1,8	15,0	SE	1,3	548,7
29	10,8	17,3	7,7	85,0	96,0	58,0			0,0					
30	10,4	16,3	6,0	84,6	96,0	55,0			0,0					
31	10,5	18,2	7,3	78,5	96,0	40,0	10,1	7,1	0,3	3,8	32,0	SE	2,0	549,6
<b>SUMA</b>	<b>365,0</b>	<b>594,4</b>	<b>221,6</b>	<b>2422,7</b>	<b>2971,0</b>	<b>1465,0</b>	<b>288,4</b>	<b>212,6</b>	<b>8,0</b>	<b>167,3</b>	<b>1390,0</b>	<b>SE</b>	<b>63,6</b>	<b>14826,5</b>
<b>DÍAS DE DATOS</b>	<b>31</b>	<b>31</b>	<b>31</b>	<b>31</b>	<b>31</b>	<b>31</b>	<b>27</b>	<b>27</b>	<b>31</b>	<b>27</b>	<b>27</b>		<b>27</b>	<b>27</b>
<b>MEDIA</b>	<b>11,8</b>	<b>19,2</b>	<b>7,1</b>	<b>78,2</b>	<b>95,8</b>	<b>47,3</b>	<b>10,7</b>	<b>7,9</b>		<b>6,2</b>	<b>51,5</b>		<b>2,4</b>	<b>549,1</b>
<b>MÁX. 24 Hs.</b>	<b>14,3</b>	<b>23,0</b>	<b>9,7</b>	<b>88,7</b>	<b>96,0</b>	<b>71,0</b>	<b>12,3</b>	<b>10,0</b>	<b>5,2</b>	<b>10,7</b>	<b>89,0</b>		<b>3,4</b>	<b>549,7</b>
<b>FECHA</b>	<b>16</b>	<b>15</b>	<b>17</b>	<b>28</b>	<b>VARIOS</b>	<b>25</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>12</b>	<b>12</b>		<b>5</b>	<b>2</b>
<b>Nº DE DÍAS</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>27</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>		<b>1</b>	<b>1</b>
<b>MIN. 24 Hs.</b>	<b>9,5</b>	<b>15,7</b>	<b>3,6</b>	<b>67,4</b>	<b>94,0</b>	<b>30,0</b>	<b>8,7</b>	<b>5,0</b>	<b>0,0</b>	<b>1,8</b>	<b>15,0</b>		<b>1,3</b>	<b>548,3</b>
<b>FECHA</b>	<b>27</b>	<b>28</b>	<b>12</b>	<b>3</b>	<b>14</b>	<b>21</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>VARIOS</b>	<b>28</b>	<b>28</b>		<b>28</b>	<b>26</b>
<b>Nº DE DÍAS</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>25</b>	<b>1</b>	<b>1</b>		<b>1</b>	<b>1</b>

