



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA

**“DISEÑO DE UNA PLANTA PROCESADORA DE COMPOST A
PARTIR DE RUMEN VACUNO PARA LA EMPRESA VAL-MAR
S.C.”**

TRABAJO DE TITULACIÓN

TIPO: Proyecto Técnico

Trabajo de titulación presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO QUÍMICO

AUTOR: SANTIAGO ISRAEL CAJAS FREIRE

TUTORA: ING. CRISTINA CALDERÓN

RIOBAMBA- ECUADOR

2018

©2018, Santiago Israel Cajas Freire

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

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA

El Tribunal de trabajo de titulación certifica que: El trabajo técnico: “DISEÑO DE UNA PLANTA PROCESADORA DE COMPOST A PARTIR DE RUMEN VACUNO PARA LA EMPRESA VAL-MAR S.C.”, de responsabilidad del señor Santiago Israel Cajas Freire, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal de Titulación, quedando autorizada su presentación.

FIRMA

FECHA

Ing. Cristina Calderón

**DIRECTORA DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN**

Ing. Danielita Borja.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Santiago Israel Cajas Freire; declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

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

Riobamba, lunes 11 de Junio del 2018

Santiago Israel Cajas Freire
C.I. 180508943-8

Yo, Santiago Israel Cajas Freire soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta Tesis y el parámetro intelectual de la Tesis de Grado pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Santiago Israel Cajas Freire

DEDICATORIA

Este trabajo representa el apoyo y el tiempo que han invertido mi familia Edyd Freire, Willian Cajas y Camila Cajas en ayudarme para poder cumplir con esta meta en mi vida, al igual que por contar con el apoyo de mi abuelita Mercedes Martínez la cual es un gran ejemplo de vida que me ayuda a superarme cada vez más. Es así que este trabajo simboliza la unión de toda mi familia y el esfuerzo que cada uno puede llegar a dar para que entre todos podamos ser mejores personas.

Santiago

*“Pase lo que pase todo saldrá bien
 , nada que sea fácil vale la pena
 y nada que valga la pena es fácil”*

AGRADECIMIENTOS

A mi familia quien ha estado siempre a mi lado y me han dado la oportunidad de estudiar, a mis abuelitos que con su esfuerzo y ejemplo me impulsan a ser una gran persona, a mis amigos que si su ayuda no hubiera podido culminar esta gran etapa que implico tiempo y esfuerzo de todos.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....xi

SUMARYxvi

CAPÍTULO I

1	DIAGNÓSTICO Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	1
1.1	Identificación del problema	1
1.2	Justificación del proyecto	1
1.3	Línea de base del proyecto	2
1.3.1	Ubicación geográfica de la Parroquia Saquisilí	2
1.3.1.1	<i>Clima de la zona</i>	4
1.3.1.2	<i>Situación Demográfica del cantón Saquisilí</i>	4
1.3.1.3	<i>Ubicación del proyecto</i>	4
1.3.1.4	<i>Principales actividades económicas</i>	5
1.3.2	Tipo de estudio	5
1.3.2.1	<i>Disponibilidad de materias primas e insumos</i>	6
1.4	Compostaje	9
1.4.1	Fases del compostaje	9
1.4.1.1	<i>Primera etapa o etapa Mesófila</i>	10
1.4.1.2	<i>Segunda etapa o etapa Termófila o de Higienización</i>	10
1.4.1.3	<i>Fase de Enfriamiento o Mesófila II</i>	10
1.4.1.4	<i>Fase de Maduración</i>	11
1.4.2	Variables del proceso	11
1.4.2.1	<i>Aireación o nivel de oxígeno</i>	11
1.4.2.2	<i>Dióxido de Carbono (CO₂)</i>	13
1.4.2.3	<i>Humedad</i>	13
1.4.2.4	<i>Temperatura</i>	14
1.4.2.5	<i>Potencial de hidrógeno</i>	15
1.4.2.6	<i>Relación Carbono-Nitrógeno (C: N)</i>	16
1.4.2.7	<i>Tamaño de partícula</i>	17
1.4.2.8	<i>Tamaño de la pila o volumen en compostaje</i>	18
1.5	Beneficiarios directos e indirectos	19
1.5.1	Directos	19

1.5.2	<i>Indirectos</i>	19
-------	-------------------------	----

CAPÍTULO II

2	OBJETIVOS DEL PROYECTO	20
2.1	Objetivo General	20
2.2	Objetivos específicos	20

CAPÍTULO III

3	ESTUDIO TÉCNICO	21
3.1	Localización del proyecto	21
3.1.1	Localización geográfica	21
3.1.1.1	<i>Vías de acceso</i>	21
3.1.1.2	<i>Emisión de olores</i>	21
3.2	Ingeniería del Proyecto	22
3.2.1	Infraestructura mínima de una planta procesadora	22
3.2.2	Etapas y operaciones	22
3.2.2.1	<i>Materia prima a utilizar</i>	23
3.2.2.2	<i>Recepción y almacenamiento de materiales</i>	23
3.2.2.3	<i>Pretratamiento: mezcla u homogeneización</i>	25
3.2.2.4	<i>Etapa de descomposición</i>	29
3.2.2.5	<i>Etapa de maduración</i>	34
3.2.2.6	<i>Postratamiento</i>	35
3.2.2.7	<i>Almacenamiento de compost y operaciones complementarias</i>	41
3.2.3	Calculo de la cantidad total de compost obtenido	46
3.2.4	Calculo de la relación carbono nitrógeno	46
3.2.4.1	<i>Relación carbono nitrógeno del rumen</i>	47
3.2.4.2	<i>Relación carbono nitrógeno del compost obtenido</i>	47
3.3	Proceso de producción	48
3.4	Requerimientos de tecnología, equipos y maquinaria	49
3.4.1	<i>Trituradora</i>	49
3.4.2	<i>Cargadora de rumen</i>	50
3.4.3	<i>Balanzas</i>	50
3.4.4	<i>Termómetro</i>	51

3.4.5	<i>Higrómetro</i>	52
3.4.6	<i>Palas</i>	53
3.4.7	<i>Carretillas</i>	53
3.4.8	<i>Distribución de los equipos y espacio requerido</i>	54
3.5	Análisis de costos	54
3.5.1	<i>Costos de los envases para el compost</i>	55
3.5.2	<i>Mano de obra</i>	56
3.5.3	<i>Costos Totales</i>	56
3.5.4	<i>Ganancias generadas por el compostaje obtenido</i>	57
3.6	Cronograma de ejecución del proyecto	58
 CONCLUSIONES		59
RECOMENDACIONES		60
BIBLIOGRAFÍA		
ANEXOS		

INDICE DE FIGURAS

Figura 1-1: Características Geográficas del Cantón Saquisilí.....	3
Figura 2-1: Ubicación específica para la planta.....	5
Figura 1-3: Etapas y operaciones en el compostaje.....	22
Figura 2-3: Soleras.....	24
Figura 3-3: Homogeneización de materia prima.....	26
Figura 4-3: Preparación de premezclas.....	28
Figura 5-3: Homogeneización de materia prima.....	29
Figura 6-3: Descomposición de materiales.....	30
Figura 7-3: Diseño de la pila de compost.....	32
Figura 8-3: Pilas de compost.....	35
Figura 9-3: Transporte de producto maduro.....	39
Figura 10-3: Separación de impropios.....	40
Figura 11-3: Transporte de materiales a reprocesar.....	46
Figura 12-3: Cribado del compost maduro.....	48
Figura 13-3: Proceso de producción.....	50
Figura 14-3: Triturador.....	50
Figura 15-3: Cargadora de rumen.....	51
Figura 16-3: Balanza.....	52
Figura 17-3: Termómetro.....	52
Figura 18-3: Higrómetro.....	53
Figura 19-3: Palas.....	53
Figura 20-3: Carretilla.....	53

INDICE DE TABLAS

Tabla 1-1: Características Geográficas del cantón Saquisilí.....	3
Tabla 2-1: Principales indicadores pecuarios.....	7
Tabla 3-1: Distribución de ganado por propósito.....	8
Tabla 4-1: Cifras del mercado de cárnicos.....	8
Tabla 5-1: Distribución de camales municipales según su estado.....	9
Tabla 6-1: Características de la aireación.....	12
Tabla 7-1: Control de la aireación.....	12
Tabla 8-1: Características de la humedad.....	13
Tabla 9-1: Parámetros de humedad óptima.....	14
Tabla 10-1: Parámetros de temperatura óptima.....	14
Tabla 11-1: Parámetros de pH óptimos.....	16
Tabla 12-1: Principios de la relación carbono-nitrógeno.....	17
Tabla 13-1: Control del tamaño de partícula.....	17
Tabla 14-1: Control de las pilas.....	18
Tabla 15-1: Parámetros del compostaje.....	18
Tabla 1-3: Emisión de olores.....	21
Tabla 2-3: Clasificación del agua de escorrentía.....	24
Tabla 3-3: Características de premezclas.....	26
Tabla 4-3: Tipos de materiales complementarios.....	27
Tabla 5-3: Tipos de equipos por su alimentación.....	28
Tabla 6-3: Diferentes formas de descomposición.....	30
Tabla 7-3: Determinación de densidad del rumen.....	31
Tabla 8-3: Tecnología para el compostaje.....	33
Tabla 9-3: Condiciones del proceso de maduración.....	34
Tabla 10-3: Características del compost.....	36
Tabla 11-3: Etapas del post-tratamiento.....	37
Tabla 12-3: Materiales resultante del post-tratamiento.....	37
Tabla 13-3: Equipos de preparación del estructurante.....	38

Tabla 14-3: Acondicionamiento del recirculado.....	40
Tabla 15-3: Requerimiento de tecnología, equipos y maquinaria.....	49
Tabla 16-3: Espacio requerido.....	54
Tabla 17-3: Determinación de los recursos para la planta de producción.....	55
Tabla 18-3: Depreciación.....	55
Tabla 19-3: Costos de envases para compost.....	56
Tabla 20-3: Costos de mano de obra.....	56
Tabla 21-3: Costos totales.....	56
Tabla 22-3: Ganancias anuales con la mitad de producción.....	57
Tabla 23-3: Ganancias anuales totales.....	57

INDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1-1: Población de ganado bovino por región.....	6
Grafico 2-1: Ganado bovino por provincias.....	7

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo de titulación es el diseño de una planta procesadora de compost a partir de rumen vacuno para la empresa Val-Mar S.C., determinando el peso de material con que se trabajó, y se obtuvo una cantidad aproximada de 5200 Kg semanales de rumen provenientes de camales de la provincia de Cotopaxi. Una vez receptados los residuos se realizó un análisis físico químico para determinar su tratamiento, el cual tardaría 3 meses, en donde se controlaron parámetros de proceso como la temperatura de las pilas de compost, la cantidad de oxígeno presente, humedad óptima, el potencial de hidrogeno en cada etapa de compostaje, la relación carbono-nitrógeno presente en el material inicial y final al igual que el tamaño de partícula y el tamaño de las pilas a construir. Al final del proceso se obtuvo un compost con una relación carbono-nitrógeno de 11,04 con el cual según la norma NCh 2880 del Instituto Nacional de Normalización INN de Chile se considera a nuestro compost como un producto de alta calidad y puede ser utilizado directamente en el suelo y según la Norma PAS 100 de la British Standard Institution se considera un mejorador de suelo por tener una relación carbono- nitrógeno menor a 20. Se recomienda a la Empresa Val-Mar S.C. implementar este proyecto para poder obtener nuevas fuentes de ingresos y también ayudar a la reducción de residuos generados por la industria cárnica.

Palabras clave: <TECNOLOGÍA Y CIENCIAS DE LA INGENIERÍA>, <INGENIERÍA QUÍMICA>, <PLANTA DE COMPOSTAJE>, <COMPOSTAJE>, <RESIDUOS ORGÁNICOS>, <RUMEN>, <CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA> <ABONO ORGANICO> <SAQUISILÍ (CANTÓN)>

SUMMARY

The objective of the present titration work is the design of a compost processing plant from beef rumen for the company Val-Mar S.C. determining the weight of material that was worked with, and an approximate amount of 5200 Kg per week of rumen was obtained from camales of Cotopaxi province. Once the waste was received, a physical and chemical analysis was carried out to determine its treatment, which would take 3 months, where process parameters were controlled, such as the temperature of the compost piles, , the amount of oxygen present, optimum humidity, the potential of hydrogen at each stage of composting, the carbon-nitrogen 11.04 ratio with which according to the NCh 2880 standard of the National Institute of Normalization NIN of Chile is considered to our compost as High Quality product and can be used directly on the ground and according to the PAS Standard of the British Standard Institution is considered a soil improver because it has a carbon-nitrogen ratio of less than 20. The company Val-Mar S.C is recommended to implement this project in order to obtain new sources of income and also to help reduce the waste generated by the meat industry.

Keywords: <TECHNOLOGY AND SCIENCES OF ENGINEERING>, <CHEMICAL ENGINEERING>, <COMPOSTING PLANT>, <COMPOSTING>, <ORGANIC RESIDUES>. <RUMEN>, <PHYSICAL-CHEMICAL CHARACTERIZATION>, <ORGANIC FERTILIZER>, <SAQUISILÍ (CANTON)>.

CAPÍTULO I

1 DIAGNÓSTICO Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

1.1 Identificación del problema

La empresa Val Mar S.C requiere disminuir la contaminación ambiental generada por los residuos generados por una de sus fuentes de trabajo relacionada directamente con la industria cárnica por lo cual se ve en la necesidad de implementar ideas innovadoras que mejoren este tipo de procesos productivos, por lo que se requiere implementar una PLANTA PROCESADORA DE COMPOST A BASE DE RUMEN VACUNO.

La contaminación que es generada por los desechos de contenido ruminal puede reducirse al transformar estos desechos sólidos en materia orgánica útil para la agricultura. En la provincia de Cotopaxi lugar donde se encuentra la empresa, se quiere implementar este tipo de procesos para ayudar al desarrollo de la provincia. (RURAL, 2010)

Este residuo no se mezcla con ningún otro material; ni siquiera tiene contacto con la tierra, orina de los animales, estiércol y otro tipo de residuos. Es limpia y no genera olor. El contenido ruminal no es bosta, ya que atraviesa por un proceso intermedio dentro del sistema digestivo del animal en el cual no se contamina. (Milton Ríos V., 2012)

Por estos motivos la empresa Val-Mar decidió realizar una planta procesadora de rumen para la obtención de fertilizantes, cuyo objetivo es beneficiar a su desarrollo y por ende disminuir la contaminación. (procesos, 2015)

1.2 Justificación del proyecto

En la industria cárnica se generan diversos residuos sólidos como, por ejemplo: estiércol mezclado con orines (corrales), pezuñas, huesos, rumen, lignocelulosa, mucosa y fermentos digestivos (microorganismos patógenos), del 20 al 50% del peso del animal en pie no es apto para ser consumido. (Milton Ríos V., 2012)

El mayor contenido de material contaminante se encuentra en el rumen, que contiene una mezcla de material no digerido que tiene la consistencia de una papilla, con un color amarillo verdoso. El contenido ruminal es realmente muy útil en variados aspectos, como por ejemplo en la elaboración de alimentos para animales mediante procedimientos de secado. (Milton Ríos V., 2012)

También se lo puede transformar en abono orgánico a base de contenido ruminal y residuos de vegetales, procesados en una planta de compostaje, que es de gran ayuda al facilitar el ingreso de grandes cantidades de este material para ser transformado en abono que después puede ser comercializado. (cataluña, 2016)

El contenido ruminal del ganado bovino es el alimento que el animal ingirió antes de su faena y permaneció en el estómago al momento del sacrificio. Este residuo, que no genera olor, se obtiene en grandes cantidades en los frigoríficos y es considerado un desperdicio de la industria. No obstante, a partir de procesos de compostaje, es posible sacarle provecho al material proveniente del rumen de los vacunos, ya que resulta muy útil como fertilizante natural para el suelo. (Milton Ríos V., 2012)

En la provincia de Cotopaxi la principal actividad económica es la agricultura, por tal motivo la empresa Val-Mar ubicada en el Cantón Saquisilí al crear una “PLANTA PROCESADORA DE COMPOST A PARTIR DE RUMEN” para la obtención de fertilizantes ayudaría económicamente a todos su habitantes brindándoles nuevas fuentes de trabajo y con el producto obtenido mejoraría los diferentes cultivos generando así mayor desarrollo del Cantón. (RAMON, y otros, 2013).

No existen normas actuales en el país sobre compost, pero utilizando la relación carbono/nitrógeno se puede evaluar el desarrollo y calidad de nuestro compostaje. El valor de esta relación C/N varía según los autores, y se encuentra estimada entre 25:1 y 40:1. Esto quiere decir que existen 25 o 40 partes de carbono por una de nitrógeno (Antola, 2016)

1.3 Línea de base del proyecto

1.3.1 Ubicación geográfica de la Parroquia Saquisilí

El cantón Saquisilí está situado en la Provincia de Cotopaxi, sierra central del Ecuador. El cantón se sitúa entre las cotas 2.900 y 4.200 msnm. La temperatura media es de 12 °C.

El 65% de la población es indígena y, el 35% población mestiza. El Cantón Saquisilí fue fundado el 18 de octubre de 1943.

De acuerdo con el Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador, SIISE, la pobreza por necesidades básicas insatisfechas, alcanza el 84,16% de la población total del cantón. La población económicamente activa llega aproximadamente a los 8.279 habitantes. (GADMICS, 2009)

Tabla 1 – 1 Características Geográficas del Catón Saquisilí Provincia de Cotopaxi.

Límites	<ul style="list-style-type: none"> • Al norte con el Cantón Latacunga • Al este con el Cantón Latacunga. • Al sur con el Cantón Pujilí. • Oeste con el Cantón Sigchos.
Clima	<ul style="list-style-type: none"> • La temperatura media es de 12 °C

Realizado por: Cajas, Santiago 2017

Fuente: Plan de Desarrollo Territorial del Cantón Saquisilí.

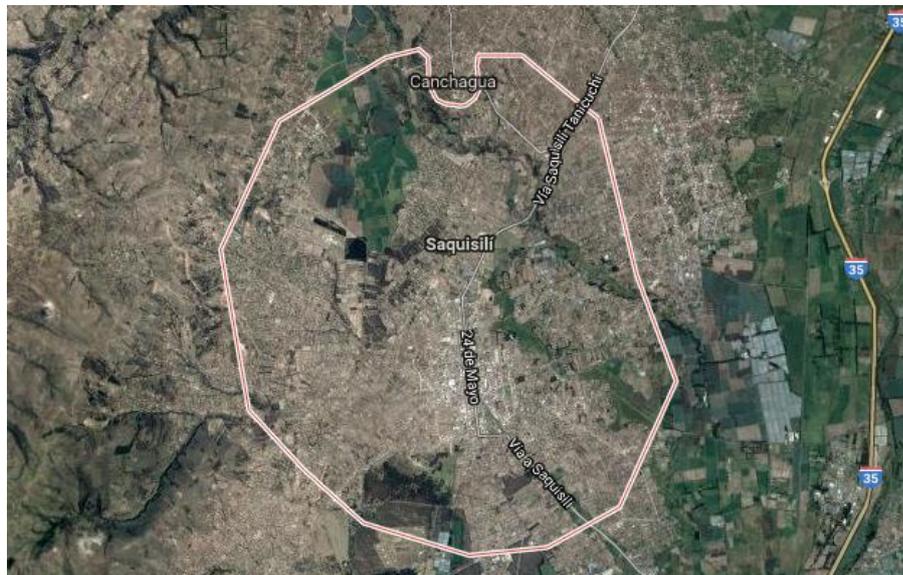


Figura 1-1 Localización geográfica del cantón Saquisilí provincia de Cotopaxi.

Fuente: Plan de desarrollo territorial del cantón Saquisilí.

1.3.1.1 Clima de la zona

Saquisilí presenta un clima mayoritariamente templado, aunque también en épocas es cálido, la temperatura promedio del cantón es de 12,4°C. Las precipitaciones se pueden presentar incluso en los meses más secos aproximadamente unos 573 mm.

1.3.1.2 Situación Demográfica del cantón Saquisilí

El Cantón Saquisilí está ubicado en la parte central de la Provincia de Cotopaxi, ¿tiene una extensión de 20.549,28 Has; ocupa el 3,36 % del territorio Provincial. Localizado a una distancia de 13 km de la Ciudad de Latacunga (cabecera provincial); a 6 km de distancia de la vía panamericana, cuyo acceso se lo realiza mediante una carretera asfaltada de primer orden; con una altitud que va desde los 2.240 a los 4.280 msnm. (SAQUISILI, 2015)

1.3.1.3 Ubicación del proyecto

Para la implementación de la planta procesadora de compost a base de rumen vacuno disponemos de la siguiente información del lugar.

Dirección:

País: Ecuador

Provincia: Cotopaxi

Cantón: Saquisilí

Parroquia: Chantilín

Latitud: -1.2359585S

Altitud: -78.6278758W

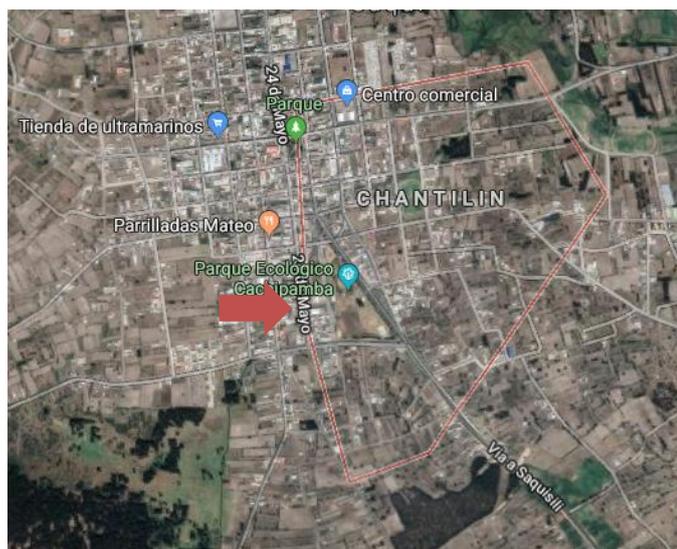


Figura 2-1 Ubicación específico para la planta procesadora de compost a base rumen vacuno.

Realizado por: CAJAS, Santiago 2018

1.3.1.4 Principales actividades económicas

Al ser considerado un cantón rural su producción primaria prevalece con actividades agrícolas y pecuarias, los habitantes que se dedican directamente a la actividad son 5.554. La actividad complementaria y por el cual se identifica a Saquisilí, es el comercio interno, fortaleciéndose los días de feria, la compra venta de productos derivados de la producción primaria, textiles, artesanías, son los que hacen mover la economía local, a continuación, se describen los productos de importancia para la actividad comercial. (SAQUISILI, 2015)

Los principales cultivos de Saquisilí son: las papas que ocupan 1.330 hectáreas que corresponde al 25,57%, del total de hectáreas agropecuaria, el 13,39% de maíz, 12,25% fréjol seco, 9,92% cebada y el porcentaje más bajo es de 0,04% de tomate riñón bajo invernadero. (SAQUISILI, 2015)

1.3.2 Tipo de estudio

Se va a realizar un estudio de tipo técnico mediante el diseño de la planta procesadora determinado del tamaño del proyecto dependiendo de la disponibilidad del rumen para el compost, la localización geográfica, tecnología y la capacidad financiera. En el proceso productivo se detallará la transformación de materia prima e insumos identificando y presentado los requerimientos de bienes y servicios.

1.3.2.1 Disponibilidad de materias primas e insumos

El rumen al ser un material de desecho se encuentra en mayor cantidad en la industria cárnica, es así que dependiendo de la necesidad de la empresa se puede obtener esta materia prima de diferentes sectores del país, lo recomendable sería obtenerlo de los mataderos más cercanos por ejemplo de la ciudad de Latacunga, Ambato o Quito. A continuación, se detalla los lugares y la cantidad aproximada de reses que aportan con la materia prima.

1.3.2.1.1 Cantidad de ganado vacuno en el país

Un estudio sobre la cantidad de ganado vacuno en las diferentes regiones del país estima que en las provincias de la Sierra se encuentra el 46% de la cabeza de ganado, seguidas por la Costa con el 41.4% y la Amazonia con el 12.6%. Lo cual es un aporte valioso para afirmar que existe el material necesario para la obtención del compost a base de rumen vacuno. En los siguientes gráficos se detallan las provincias y las cantidades de ganado vacuno que existen en cada una. (Plaza, 2016)

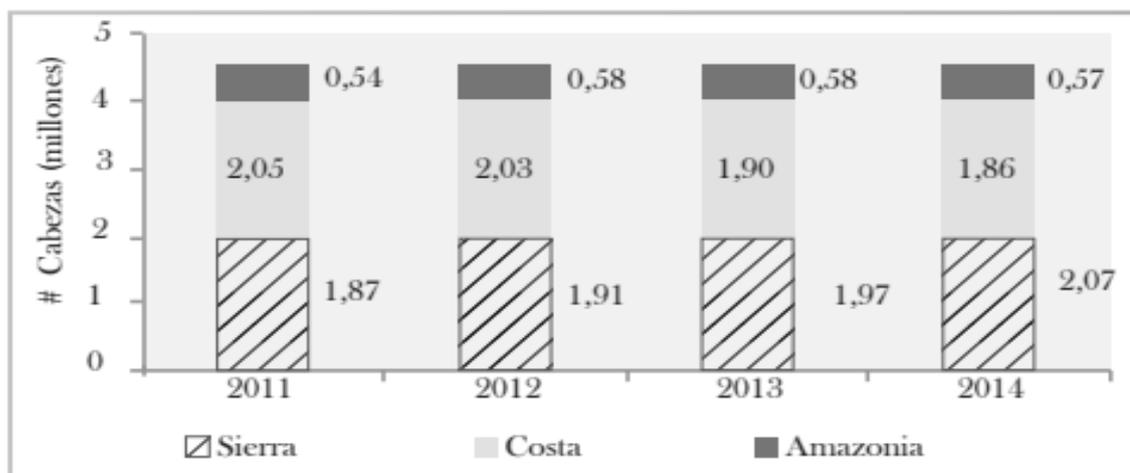


Gráfico 1-1 Población de ganado bovino por región.

Fuente: FEDEGAN (2011) y Agrocalidad (2012-2014)

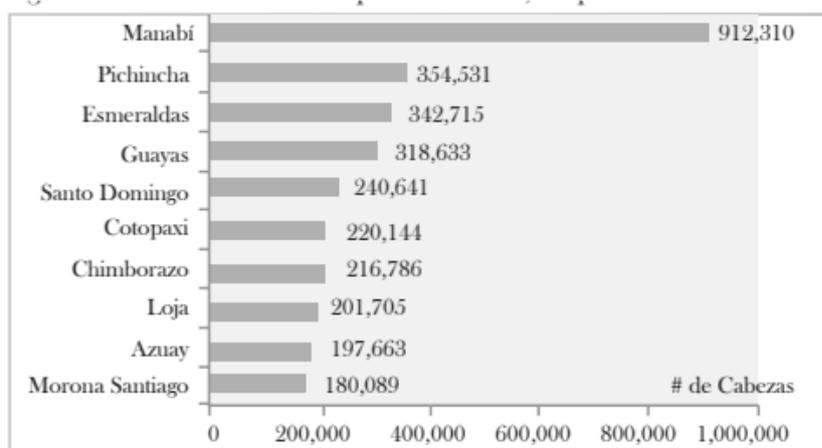


Grafico2-1 Ganado bovino por provincias, Top ten 2014.

Fuente: Agrocalidad. 2017

El ganado vacuno lidera el sector pecuario con 4,13 millones de cabezas. Manabí, Pichincha y Esmeraldas, representan el 36,36% del total nacional.

Tabla 2-1 Principales indicadores pecuarios.

Ganado (miles de cabezas)			
Año	Vacuno	Porcino	Ovino
2014	4.579	1.910	619
2015	4.115	1.638	507
2016	4.127	1.141	478

Fuente: ESPAC 2016.

Realizado por: CAJAS, Santiago 2018

Se considera que la región Costa es la más importante para la producción de ganado de carne, si bien la producción de doble propósito es también significativa en esta región a partir del atractivo que la producción de leche ofrece a los ganaderos pequeños y medianos como fuente de liquidez. En general, alrededor de la mitad del ganado exclusivamente de carne se encuentra en la Costa (principalmente en las provincias de Manabí, Esmeraldas y Guayas), región que también alberga a cerca de la mitad del ganado de doble propósito del país, mientras el ganado destinado a producción exclusiva de leche se concentra en la Sierra (donde se hallan más de tres cuartas partes de ese grupo). (Plaza, 2016)

Tabla 3-1 Distribución de Ganado por Propósito

	Carne	Leche	Doble propósito
Total Nacional	19.2%	11.8%	69.0%
Sierra	17.3%	25.6%	57.1%
Costa	21.6%	5.1%	73.3%
Amazonia	14.4%	3.9%	81.8%

Fuente: Subsecretaría de Ganadería (MAGAP) en base a datos del programa de Aftosa administrado por la agencia oficial Agrocalidad. Tomado de Castillo (2014)

A su vez, las características de oferta y consumo en el mercado de cárnicos bovinos se resumen a continuación.

Tabla 4-1 Cifras de Mercado de Cárnicos (en TM de peso equivalente a la canal)

	2015		2015
Producción	181.890	Consumo domestico	174.552
Importaciones	1.075	Otros usos, Perdidas	8.413
Oferta Total	189.965	Consumo Total	182.965

Fuente: USDA FAS (estimación 2015)

1.3.2.1.2 Camales en Ecuador.

Nuestro país cuenta con aproximadamente un poco más de 200 mataderos localizados, 45% en la Región Interandina, 38% en el Litoral y 17% restante está entre la región insular y la amazonia. Los municipios son dueños de casi la mayoría y los administran dependiendo de las necesidades del lugar; En las zonas urbanas están localizados el 81% de los mataderos, 7% semiurbanas y 12% son rurales. Con excepción de los mataderos privados los cuales adquieren los animales de abasto y comercialización carne faenada, los municipales se dedican a prestar servicios de faenamamiento, incluido la inspección sanitaria ante y post-mortem. (Dayanira, 2011)

Por otro lado, datos del año 2011 generados por el Ministerio de Industrias y Productividad (MIPRO) permiten identificar 176 camales o mataderos para faenamamiento de bovinos en el país, los cuales se clasifican según la calidad de sus instalaciones, equipos y seguimiento de normas técnicas y de higiene. De dicho listado, 86% eran camales municipales, 10% privados y 4% otros. En el grupo más significativo se destaca que cerca de 90% de los camales municipales fueron clasificados como malos o muy malos y solo 3% como buenos o muy buenos. (Plaza, 2016)

Tabla 5-1 Distribución de Camales Municipales según su Estado

Status	Sierra	Costa	Amazonia	Total	%
Muy bueno	3	0	0	3	2%
Bueno	1	0	0	1	1%
Medio	5	2	1	8	5%
Malo	36	35	17	88	58%
Muy Malo	7	36	4	47	31%
Sin estado	3	0	2	5	3%
Total	55	73	24	152	100%

Fuente: MIPRO,2017

Realizado por: CAJAS, Santiago 2018

1.4 Compostaje

Es un proceso que lleva tiempo en su desarrollo, utilizado principalmente en la agricultura mediante el apilamiento de residuos de la casa, excrementos animales y restos de cosecha, al descomponerse se transforma en materiales de fácil manejo y aprovechamiento para mejorar el suelo mejorando el tiempo y la calidad de las cosechas. El compostaje es un sistema de tratamiento de residuos orgánicos biodegradables basado en una actividad microbiológica compleja, realizada en condiciones controladas (siempre aeróbicas y mayoritariamente termófilas). Esta genera un producto estable que se puede almacenar sin inconvenientes y que se higieniza sanitariamente. (Cataluña, 2016)

Las características más destacables del proceso de compostaje son las siguientes:

Reduce el volumen de residuos, facilita el almacenamiento de estos residuos, permite un mejor aprovechamiento agrícola, y más flexible, y minimiza el riesgo sanitario inherente a todas las operaciones anteriores. (Cataluña, 2016)

Tiene un fundamento simple, es muy robusto y versátil, se puede aplicar a diferentes tipos de residuos orgánicos y mezclas, y a escalas de trabajo muy diversas, y requiere sistemas tecnológicos mucho o poco sofisticados. (Cataluña, 2016)

1.4.1 Fases del compostaje

Las pruebas de laboratorio se realizarán de acuerdo con los compontes que el rumen presente con el fin de compensar la falta de carbono o nitrógeno debido a que este será el parámetro a comparar para determinar si el resultado del compostaje es adecuado o no. Se necesitará un aproximando de 10 kg de materia prima para el proceso debido a que se realizan tres repeticiones las cuales serán sometidas a las siguientes fases. (RAMON, y otros, 2013)

1.4.1.1 Primera etapa o etapa Mesófila.

Para el inicio del proceso de compostaje los materiales iniciales comienzan con una temperatura similar a la del ambiente que los rodea y en el transcurso de algunos días o hasta en algunas horas la temperatura puede aumentar hasta los 45°C. Esto se debe a que los microorganismos han comenzado su actividad, utilizando las fuentes de compuestas mayoritariamente de C y N generando calor. El pH en esta etapa disminuye debido a la descomposición de las fuentes de carbono menos complejas como los azúcares produciendo así ácidos orgánicos teniendo un pH de 4.0 o 4.5. Esta fase dura aproximadamente de dos a ocho días. (RAMON, y otros, 2013)

1.4.1.2 Segunda etapa o etapa Termófila o de Higienización.

Cuando el compost alcanza temperaturas de 45°C o mayores, se produce la descomposición de las fuentes más complejas de carbono como la lignina y la celulosa por microorganismos termófilos que a estas temperaturas sustituyen a los mesófilos iniciales, estos actúan transformando las fuentes de nitrógeno en amoníaco aumentan así el pH de la pila de compostaje. (RAMON, y otros, 2013)

Cuando las pilas llegan a los 60 °C las bacterias que producen esporas y actinobacterias empiezan a aparecer, estas descomponen otros compuestos de carbono complejos como la hemicelulosa y la lignina. Esta etapa dura desde unos días hasta meses, según el material de inicial, el climáticas y del lugar. Recibiendo el nombre de fase de higienización debido a que el calor generado destruye bacterias y contaminantes de origen fecal como *Escherichia coli* y *Salmonella spp*, eliminando también los quistes y huevos de helminto, esporas de hongos fitopatógenos y semillas de malezas que se encuentran en el material de partida, dando un producto higienizado y sin ningún tipo de hongo o bacteria que pueda afectar el proceso. (RAMON, y otros, 2013)

1.4.1.3 Fase de Enfriamiento o Mesófila II.

En esta etapa la temperatura tiende a disminuir hasta los 45°C debido a que se consumen las fuentes de carbono y en la mayor parte del nitrógeno. Durante esta etapa, continúa la degradación de la celulosa, y algunos hongos que se pueden reconocer a simple vista. Al bajar de 40 °C, los

organismos mesófilos inician nuevamente su actividad y el pH del compost desciende levemente. El enfriamiento de esta etapa se realiza en algunas semanas. (RAMON, y otros, 2013)

1.4.1.4 Fase de Maduración

Esta se desarrolla a temperatura ambiente, dando paso a reacciones de polimerización y condensación utilizando los compuestos carbonados para la generación de ácidos húmicos y fúlvicos. Como en este proceso actúan microorganismos se le puede considerar como un proceso biológico teniendo en cuenta los factores que pueden afectar el crecimiento de los mismo como, por ejemplo: la relación C: N, temperaturas de las distintas fases, humedad y pH. (RAMON, y otros, 2013)

El resultado de todo nuestro proceso de compostaje dependerá principalmente de las condiciones ambientales, del material o materiales que se usen y sobre todo del método que se emplee. Por lo que se debe monitorear constantemente todos estos factores a lo largo del proceso. (RAMON, y otros, 2013)

1.4.2 Variables del proceso

1.4.2.1 Aireación o nivel de oxígeno.

Este proceso al necesitar de oxígeno debe tener una estructura adecuada para permitir el ingreso y salida de los gases liberados como por ejemplo el CO₂ en los procesos respiratorios de los microorganismos. Esto beneficia al proceso evitando que la pila se compacte. (RAMON, y otros, 2013)

Tabla 6-1 Características de la aireación

Exceso de aireación	Baja Aireación
Disminución de la temperatura	Reducción de la evaporación del agua
Perdida de humedad	Ambiente de anaerobiosis
Interrupción del proceso de descomposición en la pila	Producción de malos olores
Interrupción de la actividad enzimática por los microorganismos	Humedad excesiva
Producción de esporas por algunos organismos	Producción de ácido acético
Interrupción de la degradación de la pila de compost	Producción de ácido sulfúrico
	Producción de metano en cantidades excesivas

Fuente: Manual del compostaje; RAMON PILAR, MARTÍNEZ MARÍA, PANTOJA ALBERTO; 2013.

Realizado por: CAJAS, Santiago 2018

Tabla 7-1 Control de la aireación

% de aireación	Inconvenientes		Tratamientos
Inferior al 5 %	Baja aireación	Se crea un ambiente de anaerobiosis por la gran cantidad de humedad y la falta de evaporación del agua.	Volteo de la pila y adición de material estructurarte que permite la oxigenación.
5%- 10% Rango ideal			
Superior al 5 %	Exceso de aireación	Se evapora el agua y disminuye la temperatura en la pila.	Trituración de materia prima a fin de disminuir el tamaño de poro y así reducir la aireación. Controlar la humedad, proporcionando agua al material.

Fuente: Manual del compostaje; RAMON PILAR, MARTÍNEZ MARÍA, PANTOJA ALBERTO; 2013.

Realizado por: CAJAS, Santiago 2018

1.4.2.2 Dióxido de Carbono (CO₂)

En las pilas de compostaje debido a la respiración de los microorganismos se libera dióxido de carbono dependiendo así su concentración de CO₂ con la actividad de éstos y el medio en que se desarrollen. Por lo general se estima que se generan entre dos y tres toneladas por día de CO₂ en el proceso de compostaje. El CO₂ generado durante el proceso de compostaje, no genera un gran impacto ambiental, debido a que es capturado por las plantas para realizar fotosíntesis. (RAMON, y otros, 2013)

1.4.2.3 Humedad

La cantidad de humedad para el compost es aproximadamente del 55%, aunque puede variar dependiendo del estado físico y tamaño de las partículas compostadas, así como el tipo o estructura de la pila utilizada para este proceso. (RAMON, y otros, 2013)

Tabla 8-1 Características de la humedad

Humedad por debajo de 45%	Humedad mayor al 60%
Disminuye la actividad de las bacterias	El agua satura los poros
Impide el progreso de la degradación	Interferencia en la oxigenación
Producto inestable biológicamente	

Fuente: Manual del compostaje; RAMON PILAR, MARTÍNEZ MARÍA, PANTOJA ALBERTO; 2013.

Realizado por: CAJAS, Santiago 2018

Es recomendable cuando se utilicen materiales más secos como paja, astillas de madera y hojas secas, regarlas más a menudo durante el compostaje, al contrario, con los residuos de hojas verdes, desechos de césped y frutas no es muy recomendable debido a que estos ya contienen agua. Se puede utilizar la técnica del puño para determinar la cantidad de humedad. (RAMON, y otros, 2013)

Tabla 9-1 Parámetros de humedad óptimos.

Porcentaje de humedad	Problema		Soluciones
Menor al 45 %	Humedad insuficiente	Puede reducir la velocidad del compostaje por falta de agua para los microorganismos	Añadir agua o materiales frescos a las pilas.
45 % -60 % Rango ideal			
Mayor al 60 %	Oxígeno insuficiente	Pilas de compostaje muy húmedas, el oxígeno queda desplazado. Puede generar zonas de anaerobiosis.	Volteo de las pilas y añadir materiales con bajos niveles de humedad y elevada composición en carbono.

Fuente: Manual del compostaje; RAMON PILAR, MARTÍNEZ MARÍA, PANTOJA ALBERTO; 2013.

Realizado por: CAJAS, Santiago 2018

1.4.2.4 Temperatura

El proceso de compostaje se inicia con una temperatura ambiente la cual va aumentando hasta llegar a los 65°C sin necesidad de ninguna actividad como el calentamiento y a medida que se llega a la etapa de maduración se tienen nuevamente una temperatura igual a la del ambiente que la rodea. Es recomendable que la temperatura no disminuya demasiado rápido debido a que se consigue una mayor velocidad de descomposición e higienización a temperaturas elevadas. (RAMON, y otros, 2013)

Tabla 10-1 Parámetros de temperatura óptimos

Temperatura (°C)	Causas asociadas		Soluciones
Temperaturas bajas (T° ambiente menor a 35 °C)	Humedad insuficiente.	La temperatura puede disminuir debido a: <ul style="list-style-type: none"> falta de humedad, afectando la actividad de los microorganismos. 	Humedecer las pilas de compostaje para ayudar a la actividad microbiana.
	Material escaso	Escaso material o forma de la pila inapropiada para que se	Añadir más materia prima a las pilas de compostaje.

		llegue a una temperatura adecuada.	
	Carencia de nitrógeno o baja relación C: N.	Al tener una alta relación C: N los microorganismos no tienen el N para producir enzimas y proteínas, disminuyendo así su actividad.	Añadir más fuentes de nitrógeno las pilas.
Altas temperaturas (T° ambiente mayor a 70 °C)	Falta de oxigenación y agua.	Al tener una temperatura alta de inhibe el proceso de descomposición.	Voltear las pilas y comprobar de la humedad que debe estar entre 55-60%. Adición de materiales con alto contenido en carbono de lenta degradación

Fuente: Manual del compostaje; RAMON PILAR, MARTÍNEZ MARÍA, PANTOJA ALBERTO; 2013.

Realizado por: CAJAS, Santiago 2018

1.4.2.5 *Potencial de hidrógeno*

En estos procesos los valores de pH son afectados principalmente por los materiales iniciales que se utilizaron y varían en cada etapa. En el inicio los niveles de pH descienden debido a que se producen ácidos orgánicos, en la fase termófila se produce la transformación del nitrógeno en amoníaco por lo que el pH aumenta alcalinizando la pila de compost para finalmente neutralizarse. El potencial de hidrógeno influye en la supervivencia de los microorganismos y cada grupo tiene pH óptimos de crecimiento y proliferación. Las bacterias se activan a pH 6,0- 7,5, mientras que las actividades fúngicas se producen a pH 5,5-8,0. El rango óptimo es de 5,8 a 7,2. (RAMON, y otros, 2013)

Tabla 11-1 Parámetros de pH óptimos.

pH	Causas asociadas		Soluciones
Menor a 4,5	Abundancia de ácidos orgánicos	La materia vegetal libera muchos ácidos orgánicos y acidifican la pila de compost.	Incremento de materia rica en nitrógeno.
4,5-8,5 Rango ideal			
Mayor a 8,5	Abundancia de nitrógeno	Si la materia prima tiene un exceso de nitrógeno se producen reacción que alcalinizan el medio debido a la producción de amoníaco.	Anadir materiales secos y de fuentes vegetales que proporcionen carbono.

Fuente: Manual del compostaje; RAMON PILAR, MARTÍNEZ MARÍA, PANTOJA ALBERTO; 2013.

Realizado por: CAJAS, Santiago 2018

1.4.2.6 Relación Carbono-Nitrógeno (C: N)

Es la variable principal que afecta al desarrollo del proceso de compostaje, es así que para evitar la obstrucción biológica del nitrógeno se limita el uso de material mucho más rico en carbono que en nitrógeno. Si el compostaje almacena demasiada cantidad de elementos con contenido en carbono, se producirá una evacuación en forma de dióxido de carbono a la atmosfera.

La fermentación en este caso será lenta, de temperatura baja y tardará más tiempo en obtener el compost final. En el caso de exceso de contenido en nitrógeno, se producirá una evacuación de amoníaco a la atmosfera, emisión de olores desfavorables y temperaturas altas. Existen unos parámetros definidos para identificar y controlar la relación carbono-nitrógeno del compost. (RAMON, y otros, 2013)

- La temperatura del compost es muy alta. La relación de carbono nitrógeno es muy baja (alto contenido en nitrógeno).
- Las pilas desprenden un olor desagradable a amoníaco. La relación carbono-nitrógeno es baja.
- Gran presencia de fauna gusanos, moscas y otros insectos. La relación carbono- nitrógeno es baja.
- El proceso de compostaje es lento, casi detenido. La relación carbono-nitrógeno es alta (alto contenido de carbono).

Tabla 12-1 Principios de la relación carbono/nitrógeno.

C: N	Causas asociadas		Soluciones
Mayor a 35:1	Abundancia de carbono	En el compost se encuentra mucho rico en carbono. El proceso se enfría y ralentiza.	Aumento de materias ricas en nitrógeno hasta conseguir una relación C: N adecuada.
15:1-35:1 Rango ideal			
Menor a 15:1	Abundancia de nitrógeno	En el compost hay una mayor cantidad de elementos ricos en nitrógeno, el proceso se calienta en exceso y producen malos olores por el amoníaco liberado.	Aumento de materias vegetales con mayor contenido en carbono.

Fuente: Manual del compostaje; RAMON PILAR, MARTÍNEZ MARÍA, PANTOJA ALBERTO; 2013.

Realizado por: CAJAS, Santiago 2018

1.4.2.7 Tamaño de partícula

El tamaño de las partículas afecta la actividad de los microorganismos, facilitado o no el acceso al sustrato. Si se tienen partículas pequeñas, existe una mayor superficie específica, lo que facilita el acceso al sustrato. Para iniciar el proceso de compostaje el tamaño recomendable del material es de 5 a 20 cm. Es necesario tener una densidad inicial entre 150 -250 kg/m³ teniendo en cuenta la cantidad de agua y el nivel de aireación que se le dé, mientras avanza el proceso de compostaje, el tamaño disminuye y la densidad aumenta, 600-700 kg/m³. (RAMON, y otros, 2013)

Tabla 13-1 Control del tamaño de partícula.

Tamaño de partícula (cm)	Problema		Soluciones
Mayor a 30 cm	Abundancia de aireación	Esto se debe a que al tener partículas grandes se crean conductos de aireación que bajan la temperatura y desaceleran el proceso.	Obtener un tamaño de partícula de 10-20 cm mediante la trituración.

5-30 cm Rango ideal			
Menor a 5 cm	Compactación	Los materiales demasiado finos crean poros pequeños que se llenan de líquido, compactando fácilmente el material y teniendo un flujo restringido de aire, generándose anaerobiosis.	Girar y añadir material de tamaño mayor a las pilas de compost.

Fuente: Manual del compostaje; RAMON PILAR, MARTÍNEZ MARÍA, PANTOJA ALBERTO; 2013.

Realizado por: CAJAS, Santiago 2018

1.4.2.8 *Tamaño de la pila o volumen en compostaje*

El proceso de compostaje se puede realizar en composteras abiertas o cerradas, al igual que en pilas. En los procesos de compostaje utilizando pilas, en cuanto al tamaño de la pila. (RAMON, y otros, 2013)

Tabla14-1 Características de las pilas

Pilas altas	Pilas bajas y anchas
Afectan el contenido de humedad	Pierde fácilmente calor
El contenido de oxígeno	No conserva temperatura
Cantidad de temperatura.	

Fuente: Manual del compostaje; RAMON PILAR, MARTÍNEZ MARÍA, PANTOJA ALBERTO; 2013.

Realizado por: CAJAS, Santiago 2018

El tamaño de una pila se determina por la cantidad de materia prima que se va a utilizar y el espacio en que se las va a ubicar. Para facilitar el volteo de las pilas es recomendable hacerlas de 1,5 y 2 metros de alto, y de un ancho de entre 1,5 y 3 metros. Y el área y manejo de las mismas son las que determinaras su longitud. Es necesario tener en cuenta al momento de estimar su tamaño que las pilas en el proceso disminuyen más o menos hasta un 50% en volumen debido en parte a la compactación y en parte a la pérdida de carbono en forma de CO₂. (RAMON, y otros, 2013)

Tabla15-1 Parámetros del compostaje.

Parámetros	Rango ideal al inicio (2-5 días)	Rango ideal para compost en fase termofílicas II (2-5 semanas)	Rango ideal de compost maduro (3-6 meses)
C: V	25:1-35:1	15/20	10:1-15:1
Humedad	50%-60%	45%-55%	30%-40%
Concentración de oxígeno	~10%	~10%	~10%
Tamaño de partícula	<25 cm	~15 cm	<1,6 cm
pH	6,5-8,0	6,0-8,5	6,5-8,5
Temperatura	45-60 °C	45°C – temperatura ambiente	Temperatura ambiente
Densidad	250-400 kg/m ³	<700 kg/m ³	<700 kg/m ³
Materia orgánica (Base seca)	50%-70%	>20%	>20%
Nitrógeno Total (Base seca)	2,5-3%	1-2%	~1%

Fuente: Manual del compostaje; RAMON PILAR, MARTÍNEZ MARÍA, PANTOJA ALBERTO; 2013.

Realizado por: CAJAS, Santiago 2018

1.5 Beneficiarios directos e indirectos

1.5.1 Directos

La empresa VAL-MAR S.C. es la beneficiaria principal debido a que avala el proyecto por su necesidad de crear nuevas fuentes de desarrollo para la población del Cantón Saquisilí y crecer a nivel nacional.

1.5.2 Indirectos

Las personas que poseen como fuente principal de trabajo la agricultura debido a que con la creación de este proyecto se mejorarán los procesos agrícolas y la calidad de vida al generar nuevos y mejores ingresos a las familias.

CAPÍTULO II

2 OBJETIVOS DEL PROYECTO

2.1 Objetivo General

- Diseñar una planta procesadora de compost a partir de rumen vacuno para la empresa “Val-Mar S.C.”

2.2 Objetivos específicos

- Realizar la caracterización físico - química del rumen proporcionado por la empresa Val-Mar S.C.
- Determinar las variables del proceso para el diseño de la planta de compostaje.
- Realizar los cálculos de ingeniería para el dimensionamiento de la planta de compostaje.
- Validar el diseño propuesto mediante la caracterización del rumen obtenido en base a la relación C/N.

CAPÍTULO III

3 ESTUDIO TÉCNICO

3.1 Localización del proyecto

3.1.1 Localización geográfica

Para las plantas de compostaje es recomendable que se instalen en lugares lejanos de núcleos habitados es por esta razón que se va a construir en las afueras del cantón Saquisilí, alejados de los cauces de ríos o de zonas inundables. Es necesario y recomendable estar a una distancia de 500 m lejos de estos lugares dependiendo del tipo de residuos que se van a tratar y la tecnología que se va a emplear hay que considerar un incremento o no de la distancia.

3.1.1.1 Vías de acceso

Es un aspecto que se debe tomar en cuenta debido a afectan de forma directa el diseño de las instalaciones, se debe tomar en consideración lo siguiente: la capacidad de las vías para vehículos pesados, la cantidad de vehículos que pasan por ella y la facilidad de llegar a las instalaciones. (Cataluña, 2016)

3.1.1.2 Emisión de olores

Para evitar molestar a los vecinos de la zona con olores desagradables hay que considerar lo siguiente:

Tabla1-3 Emisión de olores

Ubicación	Morfología del terreno, necesidades térmicas, altura de la zona.
Residuos	Tipo y proceso de tratamiento
Capacidad	Espacio necesario
Tecnología	Garantizar las condiciones aeróbicas de las pilas de compost.
Sistemas de aire	Lavadores de gases o biofiltros y su eficacia.
Explotación de la instalación	Métodos de optimizar los procesos.

Fuente: (Cataluña, 2016)

Realizado por: CAJAS, Santiago 2018

3.2 Ingeniería del Proyecto

3.2.1 Infraestructura mínima de una planta procesadora

Lo primordial para el diseño de un proyecto de este tipo y el mantenimiento del mismo es tener en cuenta que se necesita una zona de seguridad alrededor de la planta, delimitación de las instalaciones mediante vallas incluyendo los lugares donde se almacenen los residuos a tratar y el producto obtenido. (Cataluña, 2016)

Para el dimensionamiento de la planta se debe tener en cuenta los siguientes aspectos importantes:

- El tipo de residuos que se van a tratar y donde serán almacenados.
- Cantidad de material a utilizar.
- Tiempo estimado para obtener el compost.
- Tecnología necesaria para el proceso
- Espacio requerido para el proceso de transformación.
- Pavimentación de las zonas de procesamiento y almacenaje.
- Diferenciación de zonas de ingreso de insumos, producción y salida del compost.
- Zona de limpieza de vehículos y desinfección.
- Zonas para almacenamiento de residuos generados como los lixiviados, agua sucias y pluviales.
- Formas para reducir los impactos: polvo, olores
- sistemas de control del proceso de compostaje. (Cataluña, 2016)

3.2.2 Etapas y operaciones



Figura 1-3 Etapas y operaciones en el compostaje.

Fuente: Guía de plantas procesadoras de compost

3.2.2.1 *Materia prima a utilizar*

El material a utilizar por su naturaleza está conformado mayoritariamente por agua debido a que al estar en el interior del estómago del animal la utiliza para su degradación es por eso que se pueden utilizar prensas para eliminar el agua y dejarla con una humedad adecuada para poder ser compostada.

Tenemos que considerar que la cantidad aproximada de rumen que se puede obtener de un animal vivo es de 9 a 10 kg de contenido ruminal seco, para lo cual la empresa dispone semanalmente de un aproximado de 250 cabezas de ganado que representan un total de 2500 kg de rumen semanal más 2600kg recolectados en camales cercanos de acuerdo a los datos estimados por la empresa para tener 5200kg a la semana de rumen.

3.2.2.2 *Recepción y almacenamiento de materiales*

Aquí se lleva a cabo todas las operaciones que se necesitan a la llegada de los materiales a la planta para pretratarlos: (Cataluña, 2016)

- 1) Recepción de materia prima a compostar.
- 2) Lugar donde serán descargados estos materiales: directamente en el lugar de almacenaje o en un lugar intermedio donde después serán trasladados al lugar de tratamiento mediante diferentes medios mecánicos.
- 3) Identificación necesaria de los materiales tanto a la entrada como a la salida de los mismos como, por ejemplo: el día, la hora, cantidad y códigos de producción.
- 4) La salida de los vehículos que los transportaban.

3.2.2.2.1 Lugares de descarga y almacenamiento temporal

Para poder diseñar las zonas de descarga del material se debe tomar en cuenta las características de los materiales:

- Granulometría
- Humedad
- Pastosidad.

Considerar también el volumen que se estima ingresar para ser tratado, teniendo en cuenta la facilidad de limpieza de los lugares donde esos van a ingresar, proteger estos lugares de la lluvia debido a que esta puede alterar las características de los materiales dificultando así el desarrollo evitando también la generación innecesaria de lixiviados. Y necesariamente observar la posibilidad de controlar la generación de malos olores creando sistemas de extracción y tratamiento de aires. (Cataluña, 2016)

3.2.2.2.2 Criterios de diseño

Tabla 2-3 Calificación de las aguas de escorrentía

Agua de lluvia sobre:	Consideración	
Zona de recepción y almacenamiento no cubierta	Lixiviado	
Fracción vegetal utilizada como estructurante		Aguas sucias
Residuos muy húmedos en zona no cubierta sumando los mismos líquidos de los residuos pendientes de gestión	Lixiviados	

Fuente: (Cataluña, 2016)

3.2.2.2.2.1 La solera

Para los lugares donde van a receptor y almacenar los materiales y residuos del compostaje es necesario la implementación de soleras de hormigón pavimentadas con canales adecuados para transportar los lixiviados hasta los lugares de almacenamiento. Para lugares destinados a la recepción y preparación de materia vegetal se puede cambiar a soleras de tierra compactada.



Figura 2-3 Soleras

Fuente: (Cataluña, 2016)

3.2.2.2.3 Parámetros a considerar en la planta.

Tabla 3-3 Parámetros para la planta.

Fases iniciales	Descargar y almacenamiento de materiales
Operaciones complementarias	<ul style="list-style-type: none"> • Pesaje de los materiales • Identificación y control • Preparación de los materiales • Limpieza de los camiones
Tipo de material	<ul style="list-style-type: none"> • Tipo de descargar. • Tiempo de almacenamiento. • Tipo de almacenamiento
Fases y operaciones complementarias	<ul style="list-style-type: none"> • Ubicación: al aire libre, espacios cerrados, con tratamiento de aire • Equipos. • Espacio ocupado • Tiempo máximo permitido de almacenamiento.

Fuente: (Cataluña, 2016)

3.2.2.3 *Pretratamiento: mezcla u homogeneización*

Para que el compostaje sea factible realizarlo y tenga un correcto desarrollo es indispensable que todos los parámetros que lo afectan estén dentro de los valores ideales. Solo algunos tipos de materiales caen dentro de este rango es por eso que se necesita recurrir a una preparación previa

mezclándolos con otro para complementarlos y así obtener un valor ideal para ser compostados. (Cataluña, 2016)

Características de las premezclas creadas en la etapa de pretratamiento:

Tabla 3-3 Características de premezclas

Estructura	Para mantener la porosidad de la pila de compost.
Humedad y pH	Ideales para mantener la actividad de los microorganismos.
Porosidad	Permita la correcta aireación y retenga el agua adecuadamente.
Proporción de materia orgánica biodegradable	En la cantidad adecuada para que el proceso se pueda iniciar y terminar correctamente.
Contenidos de otros elementos	Ayuden a mantener la actividad de los microorganismos.
Relación C/N	Para minimizar la pérdida de nitrógeno y limitar el proceso.

Fuente: (Cataluña, 2016)



Figura3-3 Homogeneización de materia prima

Fuente: (Cataluña, 2016)

3.2.2.3.1 Materiales complementarios.

Se pueden integrar a las pilas de compost iniciales materiales complementarios que faciliten aún más el proceso de compostaje evitando la pérdida de nutrientes y ayudando a que pase por todas las fases correctamente mejorando así las características del producto obtenido. Estos materiales se añaden para alcanzar los siguientes objetivos:

- Corregir aumentando o disminuyendo la relación de C y N.
- Mejorará su estructura
- Incrementar la cantidad de materiales degradables
- Aumentar la porosidad de los materiales.
- Corregir el pH
- Controlar la humedad.

Tabla 4-3 Tipos de materiales complementarios

Material	Residuo	Porosidad estructural	Relación C/N	PH	Humedad	Materiales orgánicos fácilmente biodegradables
Agua	No	No	No	No	+	No
Lixiviado del mismo proceso	Si	No	No	No	+	+(poco)
Lodo de papelera	Si	No	+	no	-	No
Poso de café	Si	No	+	No	No	+
Paja	No	+	+	No	-	+
Purín	Si	No	-	No	+	+(poco)
Urea	No	No	-	+	No	No
Sulfato Ferroso	No	No	No	-	No	No
Carbonato de calcio	No	No	No	+	Si(cal)	No

Fuente: (Cataluña, 2016)

3.2.2.3.2 Equipos para dosificación y preparación de premezclas

Si es necesario la creación o elaboración de premezclas lo más importante es elegir el tipo de alimentación que se va a tener de los diferentes materiales con sus proporciones adecuadas según los siguientes datos:

Tabla 5-3 Tipos de equipos por su alimentación.

Alimentación discontinua	Alimentación continua
Realizada por una pala mecánica	Mas rápida
Mas versátil al utilizar materiales diferentes	Rangos ilimitados de componentes
Limita las proporciones de la mezcla y el número de constituyentes.	Se tienen mezclas más constantes proporcionalmente.
Depende de la capacidad de los equipos y las palas cargadoras.	Los equipos no siempre son aptos para determinar los tipos de materiales a utilizar

Fuente: (Cataluña, 2016)



Figura 4-3 Preparación de premezclas.

Fuente: (Cataluña, 2016)

3.2.2.3.3 Equipos de mezcla u homogeneización

Dependiendo del diseño de nuestra instalación y su capacidad de tratamientos se puede escoger los equipos de homogeneización o mezclado, hay que tomar en cuenta el tipo de alimentación sea esta continua o discontinua, dependiendo del tamaño de los materiales verificar la necesidad de ser triturados o no, que sena capaces de incorporar líquidos, lleven o no un sistema de pesa.

Para el rumen se debe tener equipos que sena capaces de triturar materiales vegetales un poco húmedos debido a que estos al estar en el interior de los animales no se pueden deshidratar completamente es por eso que se requiere mezcladoras que sena capaces de adaptarse a estas características del material.



Figura 5-3 Homogeneización de materia prima.

Fuente: (Cataluña, 2016)

3.2.2.3.4 Incorporación de líquidos

Los lixiviados generados por el compostaje pueden ser utilizados en estos procesos cuando el grado de humedad de los materiales a utilizar están por debajo de los valores deseados para que se desarrolle el proceso correctamente. En el compostaje de rumen al tener gran cantidad de líquidos provenientes del mismo se los recoge en tanques que después pueden ayudar a otros procesos de compostaje y así no se desperdicia agua, pero se debe tener cuidado de no contaminar los mismos debido a que estos lixiviados presentan gran cantidad de microorganismo propios de procesos fermentativos.

3.2.2.4 *Etapa de descomposición*

En esta parte del proceso se produce la descomposición por acción de los microorganismos de las moléculas más fácilmente degradables del rumen liberando energía en forma de calor lo cual aumenta la temperatura de las pilas de compostaje y evapora parte del agua contenida en este material, también se lleva a cabo la formación de ácidos orgánicos lo que influye en los valores de pH acidificando la mezcla compostada.

Debido al proceso de descomposición se reducen los tamaños de las pilas cambiando así su volumen y peso inicial, llevando a la estabilidad parcial y la higienización del material si las condiciones son óptimas para la actividad microbiana.



Figura6-3 Descomposición de materiales.

Fuente: (Cataluña, 2016)

Como esta etapa es la que requiere de la mayor actividad biológica hay que controlar cuidadosamente las condiciones de trabajo y así prevenir:

Tabla 6-3 Diferentes formas de descomposición.

Perdidas de nitrógeno en forma de NH ₃	Controlar la relación C/N de las pilas con rumen adicionando materiales complementarios.
Condiciones anaerobias	Voltear las pilas de compost cada 7 días o controlar el tamaño de las partículas en el compost.
Temperaturas excesivas	Airear, agregar agua necesariamente.

Realizado por: CAJAS, Santiago. 2018

3.2.2.4.1 Superficie necesaria

Para determinar el área de descomposición necesaria para cada pila hay que tener en cuenta factores como el volumen de los materiales a utilizar, en este caso el rumen para lo cual se realizó el siguiente análisis para determinarlo.

3.2.2.4.1.1 Densidad del rumen

Para el cálculo de la densidad se tomó datos utilizando un recipiente cilíndrico de peso inicial 6kg y una muestra de rumen obtenida la cual se colocó dentro del recipiente previamente pesado y tarado por varios días.

Tabla 7-3 Determinación de densidad del rumen.

Días	Peso del recipiente vacío	Recipiente + muestra	Peso de la muestra
1	6,01	50,08	44,07
2	6,03	50,45	44,42
3	6,01	50,11	44,1
4	6,00	50,21	44,21
5	6,01	50,13	44,12
6	6,01	50,31	44,3
7	6,01	51,01	45

Realizado por: CAJAS, Santiago. 2018

Después se realizó el cálculo del promedio de pesos de las muestras tomadas el cual mediante la fórmula (ec.2):

$$\text{Promedio} = (p1 + p2 + p3 + p4 + p6 + p7) / 7 \text{ Ec.2}$$

$$\text{Promedio} = 310.22 / 7$$

$$\text{Peso promedio} = 44,31 \text{ Kg}$$

Para la obtención de la densidad dividimos para el volumen del recipiente utilizado.

$$\text{Densidad} = \text{Masa} / \text{volumen}$$

$$\text{Densidad} = 44,31 \text{ kg} / 0.2 \text{ m}^3$$

$$\text{Densidad} = 221.55 \text{ Kg} / \text{m}^3$$

3.2.2.4.1.2 *Calculo y diseño de las pilas de compostaje*

Se calculo el volumen de rumen obtenido diariamente que la empresa estima procesar, dividimos la totalidad de los residuos entre el peso volumétrico de estos.

Para lo cual la empresa se dispone a procesar inicialmente unos 5200 kilogramos de rumen los cuales al tener una densidad de 221.55 kilogramos por metro cubico nos da un valor volumétrico de 23,47m³, valor que es aceptable para la creación de pilas debido a que el valor mínimo es para las pilas es de 1m³.

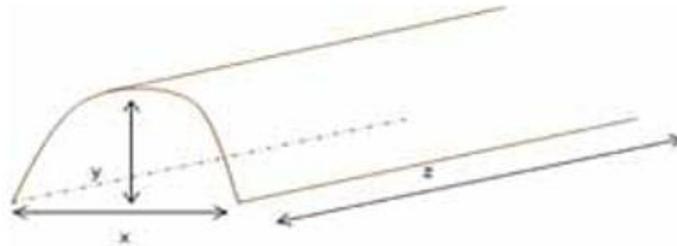


Figura 7-3 Diseño de la pila de compost.

Fuente: (RAMON, y otros, 2013)

$$\text{Volumen} = x * y * z$$

Para este caso se utilizará la formula del volumen de un paralelepípedo para obtener un valor aproximado que después según su necesidad o ventajas será cambiada.

Con lo cual se obtiene un valor de largo de la pila de

$$Z = \text{Volumen} / x * y$$

Y como se desea obtener dos pilas de compostaje se divide el volumen entre dos teniendo un volumen de 11,74 m³.

Sustituyendo los valores del volumen aproximado y tomando como recomendación los valores de ancho y altura de 1,5 metros se obtiene el largo necesario para las pilas de compostaje.

$$Z = \text{largo} = 11,74 \text{m}^3 / 1,5 * 1,5$$

$$\text{Largo} = 5,21 \text{m}$$

Pero como las pilas son demasiado grandes para ser controladas uniformemente procedemos a reducir aún más el volumen de cada pila a cuatro es así que tenemos un volumen de 5,87 m³ y seguimos calculando.

$$Z=\text{largo} = 5,87\text{m}^3/1,5*1,5$$

Largo= 2,60m.

Obteniendo así el valor del largo de las 4 pilas utilizadas para el compostaje

3.2.2.4.2 Sistemas tecnológicos

Los sistemas tecnológicos en el compostaje son muy variados, además para cada uno de los sistemas existe una gran diversidad tecnológica, los sistemas pueden clasificarse como:

Tabla 8-3 Tecnología para el compostaje.

Según la disposición del material	<p>Sistemas estáticos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pilas • Trincheras • Reactores de túnel <p>Sistemas dinámicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pilas • Canales de volteo periódico
Según los equipos de volteo	<ul style="list-style-type: none"> • Reactores cilíndricos • De pilas extendidas • De canales
Según la aireación	<ul style="list-style-type: none"> • Continua • Alternada
Según la ubicación del material	<ul style="list-style-type: none"> • Al aire libre sin protección para la lluvia • Al aire libre con cubierta

Fuente: (Cataluña, 2016)



Figura 8-3 Pilas de compostaje.

Fuente: (Cataluña, 2016)

3.2.2.5 *Etapa de maduración*

Esta es la etapa final del proceso en la que ya obtener un compost estable a base de rumen con características parecidas a las del suelo, aunque es esta etapa todavía se puede observar la descomposición de materia orgánica, es aquí que podemos observar que la temperatura la cual hemos monitoreado durante varias semanas tiende a bajar hasta estar llegar a la temperatura ambiente la cual nos indica el fin del proceso de compostaje.

En este punto la actividad de los microorganismos es menos crítica que la anterior y por tal motivo no la controlamos tan exhaustivamente, pero hay que vigilarla para evitar:

Tabla 9-3 Condiciones del proceso de maduración.

Temperaturas elevadas	Falta de humedad
Pueden ralentizar la actividad de los microorganismos	Ayuda a aumento de la temperatura en exceso en las pilas de compostaje matando o eliminado a los microorganismos
Aireación constante	Si no se controla producen materiales de compost menos consistentes de lo esperado.
Voltrear las pilas convenientemente	

Realizado por: CAJAS, Santiago. 2018

3.2.2.5.1 Sistemas tecnológicos

La tecnología o recursos tecnológicos que podemos emplear en esta etapa son parecidos a los de la etapa de descomposición, pero debido a que en la etapa de maduración no realizamos un control exhaustivo se puede trabajar con alternativas más simples como es la utilización de las pilas comunes de compostaje las cuales no afectan a esta etapa.

Pero es recomendable seguir las siguientes indicaciones de equipos que pueden ser útiles:

- Tener un sistema de pilas adecuado ocupando la superficie total de la zona de maduración.
- Los materiales deben tener el tamaño adecuado para ayudar a la aireación de las pilas.
- En caso de no tener el suficiente nivel de oxígeno y poder controlar la temperatura podemos usar sistemas sencillos de aireación.



Figura 9-3 Transporte de producto maduro.

Fuente: (Cataluña, 2016)

3.2.2.6 Postratamiento

Esta etapa adicional se puede o no realizar dependiendo de los siguientes aspectos:

- Si se quiere separar materiales que no son propios del compost producido y que no se han eliminado anteriormente.
- Cuando necesitemos recuperar materia prima que todavía se encuentre en el compost y sea necesario reprocessarla.

- Utilizar impurezas o materiales extraños nuevamente en procesos de compost para así optimizar los recursos.
- Cuando se requiere que las características determinadas para la venta del compost como por ejemplo la granulometría o las características físico químicas mediante la mezcla de varios tipos de compost o con otros abonos, arenas tierras.
- Cuando se requiere dar una presentación adecuada al compost obtenido.

3.2.2.6.1 Características del compostaje obtenido

Tabla 10-3 Características del compost.

Tipo de producto	Componentes esenciales	Información sobre la evaluación de los nutrientes. Otros requisitos
Características orgánicas. Compost	Producto higienizado y estabilizado obtenido por descomposición biológica aeróbica (incluye la fase termófila) en condiciones controladas, de materiales orgánicos biodegradables recogidos separadamente	Materia orgánica total: 35 % Humedad máxima: 40 % Relación C/N < 20 No puede contener impropios (impurezas) ni inertes de ningún tipo (piedras, grava, metales, vidrios o plásticos) El 90 % de las partículas deben pasar por una malla de 25 mm
Enmienda orgánica. Compost vegetal	Producto higienizado y estabilizado obtenido por descomposición biológica aeróbica (incluye la fase termófila), exclusivamente de hojas, hierba cortada y restos vegetales o de poda, en condiciones controladas	Materia orgánica total: 40 % Humedad máxima: 40 % Relación C/N < 15 No puede contener impropios (impurezas) ni inertes de ningún tipo (piedras, grava, metales, vidrios o plásticos)
Enmienda orgánica. Compost estiércol	Producto higienizado y estabilizado obtenido por descomposición biológica	Materia orgánica total: 35 % Humedad máxima: 40 % Relación C/N < 20 No puede

	aeróbica (incluye la fase termófila), exclusivamente de estiércol, en condiciones controladas	contener impropios (impurezas) ni inertes de ningún tipo (piedras, grava, metales, vidrios o plásticos)
--	---	---

Fuente: (Cataluña, 2016)

3.2.2.6.2 Fases

Dependiendo de los materiales compostados se puede tener las siguientes etapas en la fase de postratamiento:

Tabla 11-3 Etapas del postratamiento.

Etapas	Acciones
Recuperación de materia prima	Cribar o tamizar la mezcla
Eliminaciones impurezas	Cribar o tamizar la mezcla
Preparación del material recuperado	Mediante recirculación
Creación la mezcla a comercializar	Según los requerimientos del comprador.
Determinación de la granulometría	

Realizado por: CAJAS, Santiago. 2018

3.2.2.6.3 Materiales resultantes del postratamiento

De los diferentes procesos de la etapa de postratamiento existen materiales que deben ser tratados y almacenados.

Tabla 12-3 Materiales resultantes del postratamiento.

Estructurante o materia prima	No presenta características necesarias para ser vendidos.
	Es el material que recircula en el proceso.
	Es la fracción recuperada que se puede utilizar nuevamente.
	Considerado como rechazo
Compost y derivados	<ul style="list-style-type: none"> • De diferente granulometría.
	<ul style="list-style-type: none"> • Fertilizantes obtenidos con materiales ajenos.

	Todos estos productos envasados o no deben ser almacenados.
	Llevarlos a su destino final
Rechazos	Se depositan fuera de las instalaciones del proceso de compostaje.
	Almacenarlos en contenedores
	Ser transportados fácilmente.

Realizado por: CAJAS, Santiago. 2018

3.2.2.6.4 Cribado

Al finalizar el proceso de compostaje, el producto obtenido fue cribado al final de la etapa de maduración para eliminar materiales impropios reduciendo así un 10% de su peso final según el balance de masa tenemos que más adelante presentaremos se puede ver el valor total de compostaje obtenido.

3.2.2.6.5 Alternativas tecnológicas

3.2.2.6.5.1 Equipos de preparación del estructurante

Para recuperar los materiales estructurantes se necesitan cribas de diferentes características, por ejemplo:

Tabla 13-3 Equipos de preparación del estructurante.

Tipos de cribas	<ul style="list-style-type: none"> • Estáticas • Inclinas
	<ul style="list-style-type: none"> • Rotativas • Vibrantes
	<ul style="list-style-type: none"> • De estrella
Características y aspectos a considerar	<ul style="list-style-type: none"> • Volumen a tratar
	<ul style="list-style-type: none"> • Cambiar de luz de malla fácilmente según las necesidades del proceso.
	<ul style="list-style-type: none"> • Limpieza fácil de estos equipos.

	<ul style="list-style-type: none">• Que se puedan añadir otros sistemas adicionales como sistemas de eliminación de polvo.
--	--

Realizado por: CAJAS, Santiago. 2018

3.2.2.6.5.2 *Equipos para la separación de impropios*

Para saber qué tipo de equipos se necesitan para separar impurezas del compost final debemos considerar:

- La granulometría
- La humedad del compost
- La superficie en la que se encuentra
- La densidad final del producto.

Considerando los aspectos siguientes se debe concretar los equipos tecnológicos que se van a utilizar como por ejemplo la capacidad que se va a manejar considerando el volumen como característica principal, si es posible optimizar el tratamiento de los diferentes materiales dependiendo de la humedad que tengan, su facilidad de limpieza para que no afecten a los productos finales y su facilidad de añadir dispositivos a su estructura.



Figura 10-3 Separación de impropios

Fuente: (Cataluña, 2016).

3.2.2.6.5.3 Equipos para el acondicionamiento del reciclado

Para adaptar el estructurante que se recupera se debe realizar los siguientes pasos:

Tabla 14-3 Acondicionamiento del reciclado.

Eliminación de impropios	Trituración
Debido a que contaminaría los materiales que se utilicen en el ciclo del compostaje.	Mejoramiento de la granulometría
Utilizar separadores de plástico	Utilización de los materiales más adecuados para el proceso.
Optimizar el proceso utilizando o creando nuevas formas de usar estos materiales.	Para sepáralos se pueden utilizar cribas.

Realizado por: CAJAS, Santiago. 2018

3.2.2.6.5.4 Equipos de mezcla

En el caso de los equipos para mezclas se necesita considerar cuáles serán los requerimientos o necesidades de los productos a obtener, es decir si será necesario añadirles materiales complementarios como vegetales o fuentes adicionales de carbono, arena, minerales para ello debemos considerar los siguientes aspectos.

- Que capacidad tendrán estos mezcladores para ajustarse al diseño de la planta.
- Si son aptos para trabajar en la producción de diferentes tipos de productos.
- Fácil proceso de limpieza si se necesita cambiar de materiales o materias primas.



Figura 11-3 Transporte de materiales a reprocessar.

Fuente: (Cataluña, 2016)

3.2.2.6.5.5 *Equipos de envasado*

Para esta parte del proceso podemos utilizar equipos como son los siguientes.

- 1) Ensacadoras manuales.
- 2) Ensacadoras automáticas.
- 3) Equipos de llenado a granel (big bags).

3.2.2.7 *Almacenamiento de compost y operaciones complementarias*

3.2.2.7.1 Almacenamiento de compost

Esta etapa es considerada como el final del proceso productivo debido a que después de ella los productos salen de las instalaciones al ser vendidos, aquí se considera el tiempo mínimo de almacenamiento de los productos para optimizar la producción y así generar buenos ingresos a la planta.

3.2.2.7.2 Fases

Es recomendable seguir los siguientes pasos para optimizar el proceso:

- 1) Transportar adecuadamente los materiales desde el punto de postratamiento.
- 2) El almacenamiento en espacios amplios protegidos de la lluvia y del sol.
- 3) Proceso de oferta de los productos para generar ganancias.

Es recomendable si el compost obtenido no debe ser llevado a postratamiento que se lo almacene en el mismo lugar donde se realizó la maduración del mismo, esto es recomendable para nuestro proceso debido a que utilizamos materiales orgánicos que no deben salir o ser trasladados u otros lugares para evitar contaminación del mismo.

3.2.2.7.3 Duración del almacenamiento

Los compost maduros destinados a usos en la agricultura o en la jardinería deben ser almacenados por un tiempo límite de dos meses.

Es así que los compost frescos destinados igual a la agricultura pueden ser almacenados hasta dos semanas debido a que después de este tiempo pueden empezar a generar malos olores.

Y por último los compost que no sean de uso agrícola deben ser almacenados por dos semanas hasta que sean vendidos.

3.2.2.7.4 Instalaciones y equipos complementarios

Una planta de compostaje debe tener o disponer de todas las instalaciones siguiente para su buen funcionamiento:

- 1) Edificios de servicio.
- 2) Báscula.
- 3) Tanques o depósitos para recoger de lixiviados, aguas pluviales limpias y aguas pluviales sucias.
- 4) Sistemas para tratar el aire en los procesos productivos.
- 5) Sistemas para eliminar el polvo generado.
- 6) Zona perimetral de seguridad.
- 7) Lugares para almacenar combustibles.
- 8) Equipos para la limpieza e higienización de camiones, maquinaria e instalaciones.
- 9) Equipos e instalaciones para prevenir incendios.

3.2.2.7.5 Zona perimetral

En una planta de compostaje se debe delimitar mediante el uso de una valla todas las instalaciones o edificios que se necesitaran incluyendo los lugares donde se almacenaran los residuos y los productos dependiendo de sus características se crearan espacios delimitados en la planta.

Las vallas deben tener una altura mínima de 2 metros desde el suelo.

3.2.2.7.6 Balsas o depósitos de pluviales o de lixiviados

3.2.2.7.6.1 *Los lixiviados*

Son líquidos que se producen de los residuos de alta y baja degradabilidad que se utilicen en los procesos de compostaje, estos se pueden producir ya sean en el inicio del proceso como la recepción de los mismo, en el almacenamiento o en las diferentes etapas de creación de mezclas y en las etapas de descomposición y maduración de las pilas de compostaje, si las pilas se encuentran al aire libre y en ellas cae lluvia los líquidos producidos también son considerados lixiviados al igual que las aguas que se recojan en los siguientes puntos:

- Lugares de almacenamiento temporal de materiales recuperados por cribado y que se van a recircular.
- Lugares de descarga de desechos de alta o baja degradabilidad, de premezclas y de mezclas homogeneizadas.
- De la etapa de maduración y descomposición de materiales.
- De las vías que estén cerca de estos lugares y tengan contacto con las ruedas de vehículos destinados al transporte de materiales para uso en el compostaje.

3.2.2.7.6.2 *Gestión*

Se deben almacenar todos los lixiviados para ser gestionados de las siguientes formas.

- Para uso como riego en la etapa de descomposición antes de que ésta ingrese a la etapa de higienización o termófila.
- Depurarlos con equipos propios en las instalaciones de compostaje.
- Llevarlas a lugares externos donde puedan ser tratados con los permisos correspondientes.

Se consideran también como lixiviados a las aguas con las que se lavan los camiones y el agua sanitaria de las instalaciones.

3.2.2.7.6.3 *Las aguas pluviales sucias*

SE producen en los lugares donde se trabaja sin ninguna cubierta, estas aguas son identificadas como las de escorrentía que se producen en la etapa de postratamiento cuando están al aire libre,

entran en este grupo también las agua recogidas de las zonas de recepción de materia prima y trituración de materiales estructurantes que contengan fracciones vegetales.

En la etapa de descomposición, maduración y postratamiento las aguas producidas por fracciones vegetales que no se hayan mezclado con residuos de alta o baja degradación ni con compuestos nitrogenados.

3.2.2.7.6.4 *Gestión*

Este tipo de agua se deben tratar igual que los lixiviados, pero si se recogen de forma separa se pueden utilizar de las siguientes maneras:

- Para los procesos de descomposición o de maduración antes de la fase termofónica.
- Al ser un producto de los biofiltros y no tienen mal olor.

Si no se pueden utilizar todas las aguas pluviales se debe utilizarlas o procesarlas de las siguientes formas.

- Se deben trasladar a otras instalaciones con la estructura necesaria para procesarlas o contenerlas.
- Utilizarlas para el riego de suelos agrícolas.

3.2.2.7.6.5 *Las aguas pluviales limpias*

Son aquellas que no tienen ningún contacto con las etapas de compostaje ni con las vías de transporte de las materias primas.

3.2.2.7.6.6 *Gestión*

Se pueden depositar en ríos o cauces públicos porque no presentan riesgo de contaminación debido a que no están en contacto directo o también utilizarlas en las mismas instalaciones de la planta en especial para controlar la humedad de la etapa de maduración si es que el proceso lo requiere o para guardarlas en caso de necesitarlas en algún incendio.

3.2.2.7.7 *Criterios de dimensionamiento*

3.2.2.7.7.1 *Balsa o depósito de lixiviados*

El deposito o balsa debe ser capaz de contener los siguientes tipos de lixiviados.

1) Los líquidos producidos por los residuos del proceso completo de compostaje, principalmente de las etapas de maduración y descomposición que representan aproximadamente del cinco al diez por ciento de la cantidad total de estos materiales.

2) La escorrentía obtenida de las zonas donde se realiza lo procesos, etapas o instalaciones descubiertas:

- Maduración, descomposición, mezcla, premezcla, Descarga, almacenamiento para los residuos de alta o baja degradabilidad, exceptuando los materiales vegetales que se usan como estructurantes en el proceso.

- Vías que estén en contacto con materiales transportados para su uso en las diferentes etapas de compostaje.

- En los procesos de percolación de biofiltros.

3.2.2.7.7.2 Balsa o depósito de aguas pluviales sucias

Estos depósitos deben ser capaces de almacenar las aguas de superficies ocupadas por los siguientes procesos cuando estén al descubierto.

- Vías relacionadas con los procesos.

- Postratamiento y almacenamiento de producto terminado.

- Al ingreso o en la trituración de materiales vegetales que se utilicen como estructurante.

3.2.2.7.7.3 Aguas pluviales limpias

Como están pueden ser eliminadas a causas públicos, estas pueden ser almacenadas según lo siguiente:

1) Si es necesario regar algún punto del proceso que no pueda utilizar las aguas sucias o lixiviados.

2) Al regar los biofiltros.

3) Para cuidar los jardines y zonas verdes de las instalaciones.

4) Para ocuparlas en la prevención de incendios.

3.2.3 *Calculo de la cantidad total de compost obtenido*

Para este proceso debemos tomar en cuenta las siguientes fases y realizar un balance de materia en cada una de ellas

- Para el inicio del proceso se debe realizar la trituración del rumen, pero debido a que este presenta unas medias de entre 5 y 8 cm de largo porque son procesador previamente por el animal, no es necesario este proceso para este tipo de materiales dándonos así que no existen pérdidas de materiales y no es necesario un balance de materia en este punto.
- Para los procesos de degradación en los que se pierde principalmente agua y materia orgánica, se produce la disminución del 40 al 30% del material inicial es así que si partimos de los 5200kg iniciales al final de los procesos de degradación tendríamos un total de 3120 kg de material resultante.
- Y por último al terminar el proceso de maduración el compost final debe ser cribado para así poder separar material estructurante que se recircula para obtener más compostaje, aquí se considera más o menos el 10% de pérdidas en el compost final teniendo como resultado:

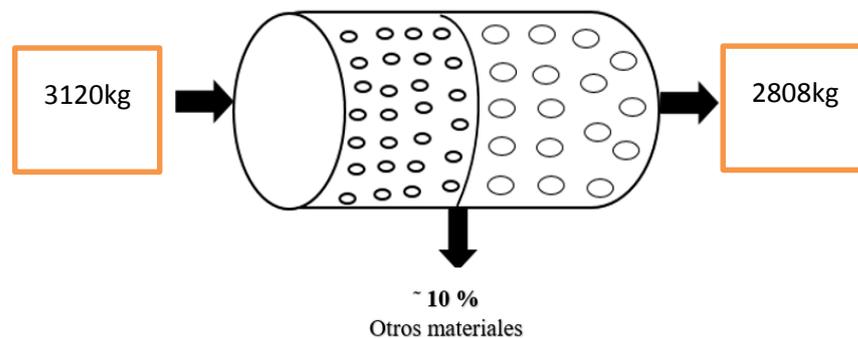


Figura 12-3 Cribado de compost maduro.

Realizado por: CAJAS, Santiago. 2018

- Obteniendo, así como resultado final una cantidad total de 2808 kg de compostaje obtenidos a base de rumen que pueden ser comercializados.

3.2.4 *Calculo de la relación carbono nitrógeno*

Para calcular estos valores podemos utilizar la formula siguiente para determinar el % de carbono presente en la muestra de materia orgánica total, es así que mediante la ecuación de Walker y Black se puede estimar el % de carbono orgánico, siendo esta de la siguiente forma.

% de Materia orgánica= % de carbono orgánico x 1,724 Ec. 5

3.2.4.1 Relación carbono nitrógeno del rumen

% de Materia orgánica= % de carbono orgánico x 1,724

$$\% C = \frac{\% \text{Materia orgánica}}{1,724} \text{ Ec. 6}$$

$$\% C = \frac{79,95}{1,724}$$

$$\% C = 46,73$$

$$\% N = 1,99$$

$$\frac{C}{N} = 23,30$$

3.2.4.2 Relación carbono nitrógeno del compost obtenido.

% de Materia orgánica= % de carbono orgánico x 1,724

$$\% C = \frac{\% \text{Materia orgánica}}{1,724}$$

$$\% C = \frac{14,09}{1,724}$$

$$\% C = 8,17$$

$$\% N = 0,74$$

$$\frac{C}{N} = 11,04$$

El Instituto nacional de normalización INN de Chile, para compostajes según la norma NCh 2880 se tiene según su relación carbono nitrógeno los siguientes tipos de compost.

- A. Para el compost clase A, se debe tener una relación C/N entre 10 y 25. Estos son productos de alta calidad que cumplen con las exigencias establecidos en esta norma, este producto no presenta restricciones de uso, puede ser aplicado a macetas directamente y sin necesidad de que sean mezclados con otros materiales previamente.
- B. Para el compost clase B, la relación C/N debe ser entre 10 y 40. Estos son productos de nivel intermedio en calidad que cumplen con las exigencias establecidas en esta norma,

este producto presenta algunas restricciones de uso. Para ser aplicado en macetas debe mezclarse previamente con otros elementos adecuados.

- C. Para compost inmaduro una relación C/N máximo de 50. Esta es materia orgánica que ha pasado por la etapa mesofílica y termofílica del proceso, donde ha sufrido una descomposición inicial, pero no ha alcanzado las etapas de enfriamiento y maduración necesarias para obtener un compost clase A o B. Es un producto que debe ser mezclado para ser aplicado y no generar hambre de nitrógeno a los cultivos.

También podemos clasificar a nuestro compost obtenido dependiendo de su uso y sus correspondientes especificaciones de calidad según la norma de calidad PAS 100 de la British Standard Institution (BSI, 2005). Ver anexo C.

3.3 Proceso de producción

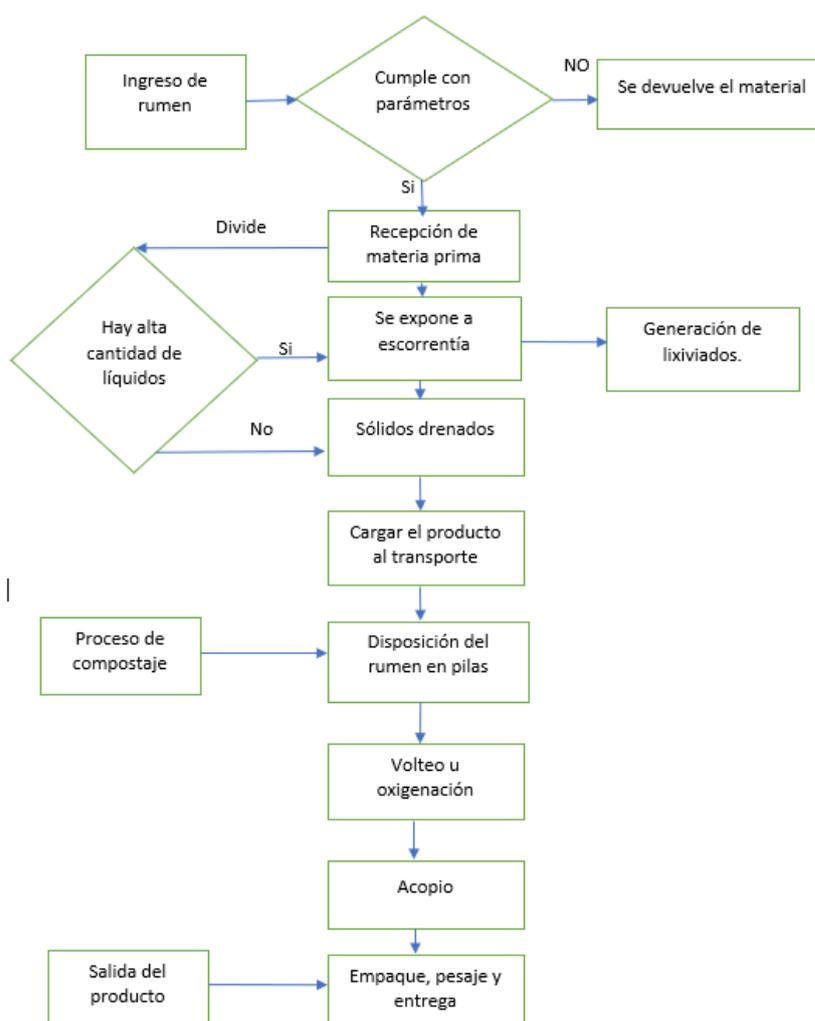


Figura 13-3 Proceso de producción.

Realizado por: CAJAS, Santiago. 2018.

3.4 Requerimientos de tecnología, equipos y maquinaria.

Debido a que la planta de procesamiento de compostaje es nueva y no tiene una estructura base o una planta base se necesita obtener los equipos y maquinarias nuevas para su funcionamiento, con esto se va a realizar una descripción básica de las necesidades dependiendo de los recursos disponibles, así como el espacio con el que se dispone.

Los equipos y maquinarias estarán relacionados con los ingresos de rumen que se va a tener, así como el tiempo de usos que se las va a dar para así tenemos:

Tabla 15-3 Requerimiento de tecnología, equipos y maquinaria

Equipo	Determinación	Cantidad
pH-metro	Potencial Hidrógeno	1
Termómetro	temperatura	1
Pala	Recolección de material	1
Trituradora	Tamaño de partícula	1
Aspersor	Cantidad de agua	1
Carretilla	Transporte de material	1
Aireadores manuales	Oxigenación	1

Realizado por: Cajas, Santiago. 2017

3.4.1 Trituradora

Modelo: F515

Zona de corte: 488*620

de Cuchillas: 32

Anchura de cuchillas: 16

Motor. (kW): 11

Peso: 1350



Figura 14-3 Trituradora.

Fuente: Producto, Enviro global.

3.4.2 *Cargadora de rumen*

Mini-cargadora cat

Peso en orden de trabajo: 1,400lb/635kg

Potencia: 47hp/35kW ISO 9249

Modelo: 216B3



Figura 15-3 Cargadora de rumen.

Fuente: Minicargadora, ecuadorcat.

3.4.3 *Balanzas*

Balanza de plataforma

Características:

Balanza calibrada por un indicador.

Instalación fácil.

Velocidad de conversión: hasta 25 mediciones por segundo.

Capacidad de 1000kg hasta 5000kg.

Dimensiones estándar:

1x1m, 1x2m, 2x3m



Figura 16-3 Balanza.

Fuente: Ingelsoft, balanza digital.

3.4.4 Termómetro

termómetro fluke 561 HVCPPro

termómetro por infrarrojo para todo tipo de medidas rápidas.

Rangos de temperatura: de -40°C a 550 °C

Tiempo de resolución: 500 mseg (95% de lectura)



Figura 17-3 Termómetro.

Fuente: Fluke, termómetros.2016

3.4.5 *Higrómetro*

Higrómetro PCE-310

Rangos de medición: -20 a 50 °C

Precisión: +/- 3%

Tiempo de respuesta: aprox. 60s

Resolución: 0,1 %, 0,1 °C



Figuras18-3 Higrómetro.

Fuente: pce-iberica, instrumentos de humedad. 2009

3.4.6 Palas

Dependiendo del número de operarios se debe proveer de este equipo, garantizando su durabilidad.

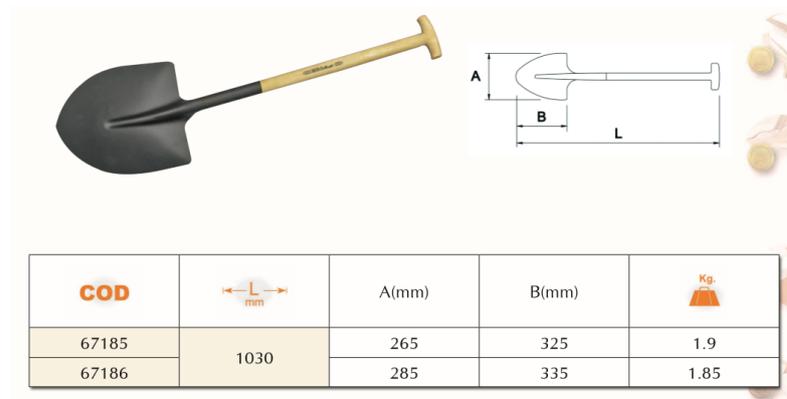


Figura 19-3 Palas.

Fuente: egamaster, palas. 2012.

Largo(mm): 1030

Ancho(mm): 265

Largo de la pala(mm): 325

Peso: 1,9 Kg

3.4.7 Carretillas



Figura 20-3 Carretilla.

Fuente: manualvivienda, equipos. 2015

Este tipo de vehiculó ayudara a mover los materiales y equipos de una zona a otra ayudando así a los operarios a no tener problemas de salud por la labor realizada.

3.4.8 Distribución de los equipos y espacio requerido

Tabla 16-3 Espacio requerido.

Equipos y áreas requeridas	Dimensiones (largo*ancho) (m)	Área requerida (m ²)
Área de recepción de materia prima	5 x 8	40
Área de pesaje de camiones	2,5 x 2	5
Área de pretratamiento	3 x 3	9
Área de maduración	6 x 6	36
Área de postratamiento	3 x 3	9
Área de envasado de producto final	2 x 2	4
Área de equipos auxiliares	2 x 2	4
Área de lixiviados	3 x 3	9
Área de procesos administrativos	6 x 6	36

Realizado por: CAJAS, Santiago. 2018

Teniendo así un espacio total requerido para la planta de 159 m² en los cuales se distribuirán todas las áreas del proceso.

3.5 Análisis de costos

Aquí determinaremos los costos por maquinaria y mana de obra dependido de los recursos que cuente la empresa, analizando también las ganancias que se podrían obtener si para el expendio del compostaje se lo realizara en sacos de 25kg debido a que de esta forma se puede transportar fácilmente el producto sin necesidad de utilizar equipos auxiliares.

Tabla 17-3 Determinación de los recursos para la planta de producción

Equipos	Costos unitarios	Financiados por la institución
Trituradora de materia orgánica	850 dólares	X
Mini cargadora	1500 dólares	X
Bascula de plataforma	80 dólares	X
Termómetro de espada	50 dólares	X
Higrómetro	60 dólares	X
Carretilla	40 dólares	X
Palas	20 dólares	X
TOTAL	2540 dólares	

Realizado por: CAJAS, Santiago. 2017

Tabla 18-3 Depreciación

Equipos	Costos unitarios	Vida útil	Porcentaje de depreciación	Porcentaje de depreciación anual
Trituradora de materia orgánica	850 dólares	20 años	5%	850
Mini cargadora	1500 dólares	10 años	10%	1800
Bascula de plataforma	80 dólares	10 años	5%	48

Realizado por: CAJAS, Santiago. 2017

3.5.1 Costos de los envases para el compost

Para poder determinar la cantidad de sacos que vamos a necesitar debemos realizar la siguiente operación utilizando el material final obtenido que es 2808 kg de compost dividido para 25 que es la cantidad de compost que ira en cada saco. Teniendo así que por mes se obtendrán un total de 112 sacos para vender.

Tabla 19-3 Costos de envases para compost

Descripción del producto	Unidad de medida	Costo requerido al mes	Costo unitario (dólares)	Costo mensual (dólares)	Costo anual (dólares)
Sacos de polipropileno con logo	unidad	112	1	112	1344
Hilo	metros	56	0,5	28	336
Sacos de polietileno	unidad	112	0,75	84	1008
Total		280		224	2688

Realizado por: CAJAS, Santiago. 2017

3.5.2 *Mano de obra*

Para la planta se va a necesitar de una persona que se encargue de la recepción de materia prima, dos para el control de los procesos de compostaje en si ayudando en los procesos como el volteo de pilas o controlando temperaturas y pH, una que se encargue del postratamiento y dos más para el proceso final de pesado del compost en los sacos de polipropileno para ser vendidos.

Tabla 20-3 Costos de mano de obra

		Cantidad de personas	Salario mensual	Total
Mano de obra	Unidad	6	382	2292
Total			382	2292

Realizado por: CAJAS, Santiago. 2017

3.5.3 *Costos Totales*

Tabla 21-3 Costos totales.

Descripción	Valor
Maquinaria	2540 dólares
Mano de obra	4584 dólares
Equipos de protección adicionales	100 dólares
Total	7224 dólares

Realizado por: CAJAS, Santiago. 2017

Debido a que los ingresos de rumen a la empresa no generan gastos, no se les ha considerado en estos cálculos, esto se debe a que el rumen es un material sin valor monetario al ser un material de desecho de los mataderos.

3.5.4 Ganancias generadas por el compostaje obtenido

Tabla 22-3 Ganancias anuales con la mitad de producción

Producto	Kg obtenido (semanal)	Cantidad de sacos (25 kg)	Margen de utilidad	Costo estimado (dólares)	Costo del producto	Ganancias mensuales	Ganancias anuales
Compost	2808	112	25%	5	6,25	700	8400

Realizado por: CAJAS, Santiago. 2017

Tabla 23-3 Ganancias anuales totales

Producto	Kg mensuales	Cantidad de sacos (25 kg)	margen de utilidad	Costo estimado (dólares)	Costo del producto	Ganancias mensuales	Ganancias anuales
Compost	11232	449,28	25%	5	6,25	2808	33696

Realizado por: CAJAS, Santiago. 2017

3.6 Cronograma de ejecución del proyecto

ACTIVIDADES	TIEMPO (MES)																														
	1				2				3				4				5				6										
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4							
Revisión de la Bibliografía	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
Realización del borrador del Anteproyecto		■	■																												
Revisión del borrador del Anteproyecto			■	■																											
Obtención de Información		■	■	■																											
Corrección de anteproyecto				■	■																										
Presentación y Aprobación del Anteproyecto					■	■	■																								
Toma de muestras de rumen							■	■																							
Caracterización fisicoquímica del rumen								■	■																						
Identificación de Variables para el diseño									■	■	■																				
Calculos de ingeniería										■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Validación del Diseño																															
Caracterización fisicoquímica del compost																															
Revisión y Correccion																															
Presentación final																															

CONCLUSIONES

- Se realizó el análisis físico químico del rumen a utilizar en el proceso de compostaje para el dimensionamiento de la planta procesadora solicitada por la empresa Val-Mar S.C. obteniéndose así los valores de nitrógeno total de 1,99% usando el método PEE/f/14, un valor de fósforo (P_2O_5) de 1,8615% según el método PEE/F/04, un valor de potasio (K_2O) de 0,0757%, una cantidad de materia orgánica equivalente 79,95% y una humedad del 67,19%. Concretando así los análisis necesarios para el inicio del proceso de compostaje del rumen.
- Las variables del proceso para el diseño de una planta procesadora de composta son: la cantidad de oxígeno o aireación que se le dé a la mezcla de compost, la cantidad de dióxido de carbono que se libere durante el proceso, la humedad óptima del compostaje que debe estar por lo general en un 40%, la temperatura que debe ser controlada desde su inicio a temperatura ambiente y después que puede llegar hasta los 55°C, el pH o potencial de hidrógeno que dependerá del tipo de material y deberá ser controlado dependiendo de la etapa en que se encuentre el proceso de compostaje, la relación carbono-nitrógeno que debe ser adecuada para obtener un fertilizante óptimo, el tamaño de partícula y el tamaño de las pilas es importante para ayudar al proceso de degradación y acción de las bacterias.
- Los cálculos obtenidos para el dimensionamiento de la planta de compostaje están relacionadas a la estimación de ingresos de rumen que se van a tener por parte de la empresa, es así que se determinó que los residuos generados son aproximadamente 5200 Kg semanales de rumen de los cuales se determinó que tienen una densidad de 221,55 kg/m³. Con esta cantidad de rumen se obtendrán pilas de 1,5 m de alto y ancho; y con un largo de 2,60 m para obtener un total de cuatro pilas de compostaje .
- Los cálculos de la relación carbono nitrógenos para saber si nuestro compostaje es óptimo para su uso se obtuvieron del análisis final realizado obteniéndose una cantidad de materia orgánica equivalente al 14,09% y una cantidad de nitrógeno total del 0,74% resultado una relación C/N de 11,04 que puede ser mejorado con la adición de otros materiales ricos en carbono y nitrógeno y así conseguir un fertilizante aún mejor.

RECOMENDACIONES

- Utilizar fuentes naturales de carbono que sean fáciles de conseguir como los desperdicios de los mercados para así reducir la contaminación y dar un nuevo uso a materiales q son eliminados fácilmente.
- Si existe una baja aireación es necesario realizar volteos del compostaje y adicionarle material que ayude a mejorar este problema, en cuando a la excesiva aireación se debe triturar el material para reducir los espacios de partículas y así estabilizar los niveles de oxígeno en la pila de compostaje.
- Si el compost tiene un nivel de agua o humedad bajos se debe adicionar agua o rumen fresco para estabilizar debido a q la falta de este puede detener el proceso de compost, al tener una mayor cantidad de agua puede dar niveles de anaerobiosis los cuales se contrarrestar volteando la mezcla o adicionando materiales con poco nivel de humedad.
- Si existen pHs bajos en los procesos de compostaje se debe adicionar materiales ricos en nitrógeno para así nivelar o aumentar el pH, de la misma forma si existen pH altos debido a la presencia de excesivos materiales nitrogenados se debe adicionar materia verde que ayude a contrarrestar este problema.

BIBLIOGRAFÍA

Alfonso, Luis y Rodríguez, Juan. 2010. A cerca de nosotros:CORANTIOQUIA. *Cartilla tecnica de compostaje* . [En línea] 9 de Junio de 2010. [Citado el: 12 de Enero de 2018.] http://www.corantioquia.gov.co/sitios/ExtranetCorantioquia/ciadoc/RESIDUOS%20SOLIDOS/GA_CN_8650_2010.pdf. ISBN/ISSN.

Antola, Lic. Víctor. 2016. CONTENIDO RUMINAL: uso como fertilizante. *CONTENIDO RUMINAL: uso como fertilizante*. [En línea] 04 de Abril de 2016. [Citado el: 09 de Mayo de 2017.] <https://bibliotecadeamag.wikispaces.com/file/view/CONTENIDO+RUMIAL.pdf>.

Barrena, Raquel. 2006. Compostaje de residuos organicos. *Compostaje de residuos organicos*. [En línea] 11 de Marzo de 2006. [Citado el: 15 de Enero de 2018.] <http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/5307/rbg1de1.pdf>. ISBN/ISSN.

Bravo, D y Sanchez, C. 2011. *Distribución en planta Introducción al diseño de plantas industriales*. Colombia : Complex, 2011. pág. 6. ISBN.

Cataluña, Agencia de Residuos de. 2016. Guía Practica para el diseño y la explotación de las plantas de compostaje. *Guía Practica para el diseño y la explotación de las plantas de compostaje*. [En línea] 25 de Noviembre de 2016. [Citado el: 25 de Febrero de 2018.] http://residus.gencat.cat/web/.content/home/lagencia/publicacions/residus_municipals/GuiaPC_web_ES.pdf.

Cataluña, Agencia de residuos de. 2016. Guia práctica para el diseño y la explotación de plantas de compostaje. *Guia práctica para el diseño y la explotación de plantas de compostaje*. [En línea] 1 de Noviembre de 2016. [Citado el: 27 de Noviembre de 2017.] http://residus.gencat.cat/web/.content/home/lagencia/publicacions/residus_municipals/GuiaPC_web_ES.pdf.

Cordova, Carolina. 2006. Universidad de Chile Utesis chile. *Estudio de factibilidad tecnico-economica para instalar una planta de compostaje*. [En línea] 12 de Febrero de 2006. [Citado el: 8 de Enero de 2018.] http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2006/cordova_c/sources/cordova_c.pdf. ISBN/ISSN.

Dayanira, Ruiz Davila Saskia. 2011. Plan de gestión de residuos del camal del cantón antonio ante. *Plan de gestión de residuos del camal del cantón antonio ante*. [En línea] 1 de Enero de 2011. [Citado el: 25 de Febrero de 2018.] <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/3743/1/CD-3437.pdf>.

GADMICS. 2009. Municipio - Saquisilí. *Municipio - Saquisilí*. [En línea] 01 de Enero de 2009. [Citado el: 09 de Mayo de 2017.] <http://www.saquisilí.gob.ec/index.php/el-gad-del-canton-puerto-quito>.

Lamas, Maria. 2016. Diseño espacial para procesos residuos orgánicos. *Diseño espacial para procesos residuos orgánicos*. [En línea] 01 de Noviembre de 2016. [Citado el: 5 de Enero de 2018.] <http://www.conama.org/conama/download/files/conama2016/CT%202016/1998973571.pdf>. ISBN/ISSN.

MaGarrido, Aida. 2015. Ingeniería básica de plantas. *Ingeniería básica de plantas de compostaje en túneles*. [En línea] 3 de Agosto de 2015. [Citado el: 11 de Enero de 2018.] <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/90483/fichero/TFGAidaGarrido.pdf>. ISBN/ISSN.

Merkel, AM Online Projects - Alexander. 2017. climate-date. *climate-date*. [En línea] 01 de 01 de 2017. [Citado el: 25 de 02 de 2018.] <https://es.climate-data.org/location/25478/>.

Milton Ríos V., Luis Ramírez H. 2012. Aprovechamiento del contenido ruminal bovino. *Aprovechamiento del contenido ruminal bovino*. [En línea] 29 de Octubre de 2012. file:///C:/Users/sicf1/AppData/Local/Packages/Microsoft.MicrosoftEdge_8wekyb3d8bbwe/TempState/Downloads/234-436-1-SM.pdf.

Palmero, Rafael Palmero. 2002. Elaboración de compost con restos vegetales por en sistema tradicional de pilas o columnas. *Elaboración de compost con restos vegetales por en sistema tradicional de pilas o columnas*. [En línea] 2 de 10 de 2002. [Citado el: 15 de 01 de 2018.] <http://www.ecohabitar.org/wp-content/uploads/2013/10/elaboracion-de-compost-con-restos-vegetales-1.pdf>. ISBN/ISSN.

Plaza, Mauro Acebo. 2016. Industria de Ganadería de Carne. *Industria de Ganadería de Carne*. [En línea] 16 de Diciembre de 2016. [Citado el: 25 de Febrero de 2018.] <http://www.espae.espol.edu.ec/wp-content/uploads/2016/12/industriaganaderia.pdf>.

procesos, PROFESORADOS Dig. 2015. Compostaje. *Compostaje*. [En línea] 25 de Enero de 2015. [Citado el: 27 de Noviembre de 2017.] http://www3.uclm.es/profesorado/giq/contenido/dis_procesos/tema8.pdf.

RAMON, Pilar, Martínez, María y Pantoja, Alberto. 2013. Manual del compostaje del agricultor. *Manual del compostaje del agricultor*. Santiago de Chile : ISBN 978-92-5-307844-8, 2013, págs. 14-106.

—. **2013.** Manual del compostaje del agricultor. *Manual del compostaje del agricultor*. Santiago de Chile : ISBN 978-92-5-307844-8, 2013, págs. 14-106.

RURAL, Direccion General de Apoyos para el desarrollo. 2010. Elaboración de composta. *Elaboración de composta*. [En línea] 26 de Octubre de 2010. [Citado el: 27 de Noviembre de 2017.]

http://red.ilce.edu.mx/sitios/proyectos/recup_nuestroamb_oto16/pdf/elaboracion_de_composta_sagarpa.pdf.

Sanchez, Albaro. 2008. Alternativas de diseño. *Alternativas de diseño de plantas de compostaje*. [En línea] 3 de Junio de 2008. [Citado el: 12 de Enero de 2018.] <http://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/completo.pdf>. ISBN/ISSN.

SAQUISILI, GADMC. 2015. Plan participativo intercultural de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón saquisili. *Plan participativo intercultural de desarrollo y ordenamiento territorial del canton Saquisili*. [En línea] 19 de Abril de 2015. [Citado el: 25 de Febrero de 2018.] http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/0560000700001_PDYOT%20GADMI%20CANTON%20SAQUISILI_FINAL_19-04-2015_23-44-58.pdf.

ANEXOS

Anexo A



NOTAS	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA	ESPOCH	DISEÑO DE LA PLANTA PROCESADORA DE COMPOST A PARTIR DE RUMEN VACUNO		
Análisis físico químico de la materia prima	<input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por eliminar <input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Por calificar <input type="checkbox"/> Para información	FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA Realizado por: Santiago Cajas	Lámina	Escala	Fecha
			1	A4	1/03/2018

Anexo B



NOTAS	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA	ESPOCH	DISEÑO DE LA PLANTA PROCESADORA DE COMPOST A PARTIR DE RUMEN VACUNO		
Cribado de compost final.	<input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por eliminar <input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Por calificar <input type="checkbox"/> Para información	FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA Realizado por: Santiago Cajas	Lámina	Escala	Fecha
			2	A4	1/03/2018

Anexo C

Tipo de compost según su empleo	pH ¹	CE ¹ ($\mu\text{S cm}^{-2}$)	Humedad (%)	MO (%)	C _{org} /N _t
Mejorador de suelo (" <i>soil improver</i> ")	7,0-8,7	2 000	35-55	>25	≤20
Acolchado (" <i>mulch</i> ")	6,0-9,0	3 000	35-55	>30	-
Sustrato de cultivo (" <i>growing medium or topsoil manufactoring</i> ")	6,5-8,7	3 000	35-55	>25	≤20
Mantenimiento de la cubierta vegetal (" <i>top dress and grass maintenance</i> ")	7,0-8,7	2 500	35-55	>25	≤20

Requerimientos mínimos comunes a todos los tipos

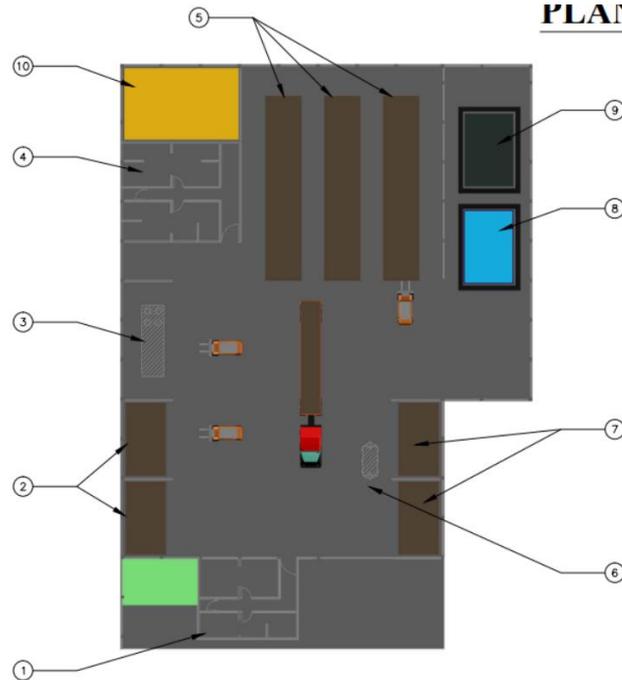
Cd (mg kg ⁻¹)	<1,5
Cu (mg kg ⁻¹)	<200
Cr (mg kg ⁻¹)	<100
Pb (mg kg ⁻¹)	<200
Ni (mg kg ⁻¹)	<50
Hg (mg kg ⁻¹)	<1
Zn (mg kg ⁻¹)	<400
<i>Salmonella spp.</i> (NMP en 25 g)	Ausencia
<i>Escherichia coli</i> (UFC g ⁻¹)	≤1 000
Malas hierbas (Propágulos viables l ⁻¹)	≤5
Fitotoxicidad (% del control)	≥80
Sólidos inertes (cristal, madera, metal o plástico) que sean > 2mm (% en peso seco)	≤0,5
Piedras y otros agregados que sean > 2mm (% en peso seco)	≤7

¹ en una extracción acuosa 1:5

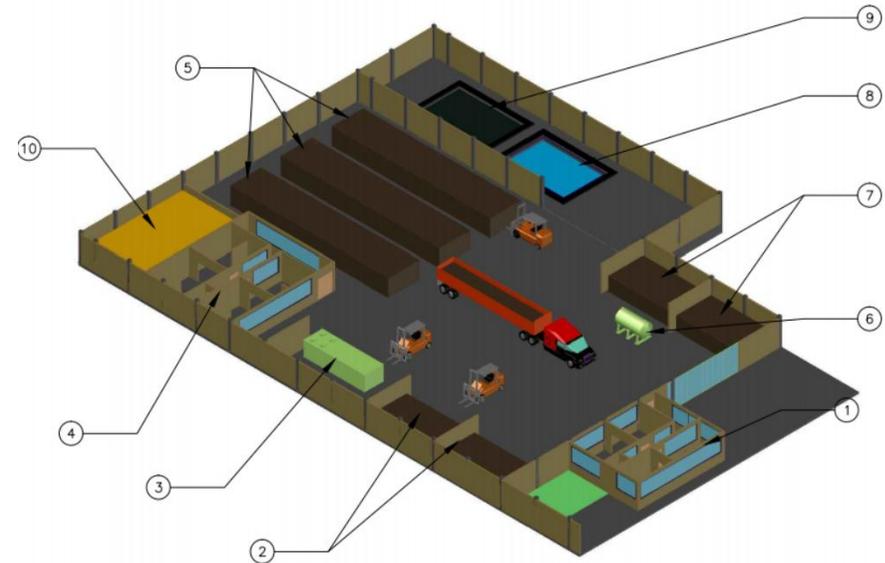
NOTAS	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA	ESPOCH	DISEÑO DE LA PLANTA PROCESADORA DE COMPOST A PARTIR DE RUMEN VACUNO		
Parámetros de compostaje final	<input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por eliminar <input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Por calificar <input type="checkbox"/> Para información	FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA Realizado por: Santiago Cajas	Lámina	Escala	Fecha
			3	A4	1/03/2018

Anexo D

PLAN



PLANTA PROCESADORA DE RUMEN



PLANTA PROCESADORA DE RUMEN

NOTAS	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA	ESPOCH	DISEÑO DE LA PLANTA PROCESADORA DE COMPOST A PARTIR DE RUMEN VACUNO		
Vista superior y lateral de la planta.	<input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por eliminar <input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Por calificar <input type="checkbox"/> Para información	FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA Realizado por: Santiago Cajas	Lámina	Escala	Fecha
			3	A4	1/03/2018

Anexos E

Análisis de rumen o materia prima inicia

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

Informe número: LN-F-E18-0034
 Fecha emisión informe: 05-12-2017

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante: SANTIAGO ISRAEL CAJAS FREIRE

Dirección: Tomás Sevilla y Lizardo Ruiz

Teléfono: 0979309183

Correo Electrónico: jennybarragan37@gmail.com

N° Orden de Trabajo: 06-2018-005

Provincia: Chimborazo

Cantón: Riobamba

N° Factura/Documento: 009-001-3066

DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra: Fertilizante sólido orgánico	Conservación de la muestra: Envase apropiado
Lote: ---	Tipo de envase: funda plástica
Provincia: Chimborazo	X: ---
Cantón: Riobamba	Coordenadas: Y: ---
Parroquia: Maldonado	Altitud: ---
Muestreado por: Santiago Cajas	
Fecha de muestreo:	Fecha de inicio de análisis: 05/12/2017
Fecha de recepción de la muestra: 17/01/2018	Fecha de finalización de análisis: 14/12/2017

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETROS ANALIZADOS	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADOS	ESPECIFICACIÓN (FICHA TÉCNICA)
F180031	R1	NT	PEE/F/14	%	1.99	---
		² P ₂ O ₅	PEE/F/04	%	1.8615	---
		² K ₂ O	PEE/F/19	%	0.0757	---
		MO	PEE/F/09	%	79.95	---
		Humedad	PEE/F/18	%	67.19	---

²: Resultado obtenido por cálculo

NT = Nitrógeno Total, P₂O₅ = Fósforo, K₂O = Potasio, MO = Materia Orgánica

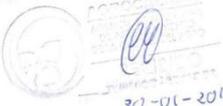
Analizado Por: Ing. Melissa Rea, Ing. Mayra Quishpe, Ing. Edison Vega.

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

Anexo Gráficos: ---

Anexo Documentos: ---


AGROCALIDAD
 AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE FERTILIZANTES
 Ing. Melissa Rea
 Responsable Técnica Laboratorio de Calidad de Fertilizantes


 30-01-2018

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

Anexo F

Análisis del compostaje final

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

Informe número: LN-F-E18-0034
 Fecha emisión informe: 31-01-2018

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante: SANTIAGO ISRAEL CAJAS FREIRE

Dirección: Tomás Sevilla y Lizardo Ruiz

Teléfono: 0979309183

Correo Electrónico:

Provincia: Chimborazo

Cantón: Riobamba

N° Orden de Trabajo: 06-2018-005

N° Factura/Documento: 009-001-3066

DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra: Fertilizante sólido orgánico	Conservación de la muestra: Envase apropiado
Lote: ---	Tipo de envase: funda plástica
Provincia: Chimborazo	Coordenadas: X: ---
Cantón: Riobamba	Y: ---
Parroquia: Maldonado	Altitud: ---
Muestreado por: Santiago Cajas	
Fecha de muestreo:	Fecha de inicio de análisis: 22/01/2018
Fecha de recepción de la muestra	Fecha de finalización de análisis: 31/01/2018

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETROS ANALIZADOS	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADOS	ESPECIFICACIÓN (FICHA TÉCNICA)
P18003	P1	NT	PEE/F/14	%	0,74	---
		² P ₂ O ₅	PEE/F/04	%	1,2201	---
		² K ₂ O	PEE/F/19	%	0,0861	---
		MO	PEE/F/09	%	14,09	---
		Humedad	PEE/F/18	%	27,66	---

²: Resultado obtenido por cálculo

NT = Nitrógeno Total, P₂O₅ = Fósforo, K₂O = Potasio, MO = Materia Orgánica

Analizado Por: Ing. Melissa Rea, Ing. Mayra Quishpe, Ing. Edison Vega.

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

Anexo Gráficos: ---

Anexo Documentos: ---



AGROCALIDAD
 INSTITUTO NACIONAL DE CONTROL DE CALIDAD DE FERTILIZANTES
 Ing. Melissa Rea
 Responsable Técnica Laboratorio de Calidad de Fertilizantes

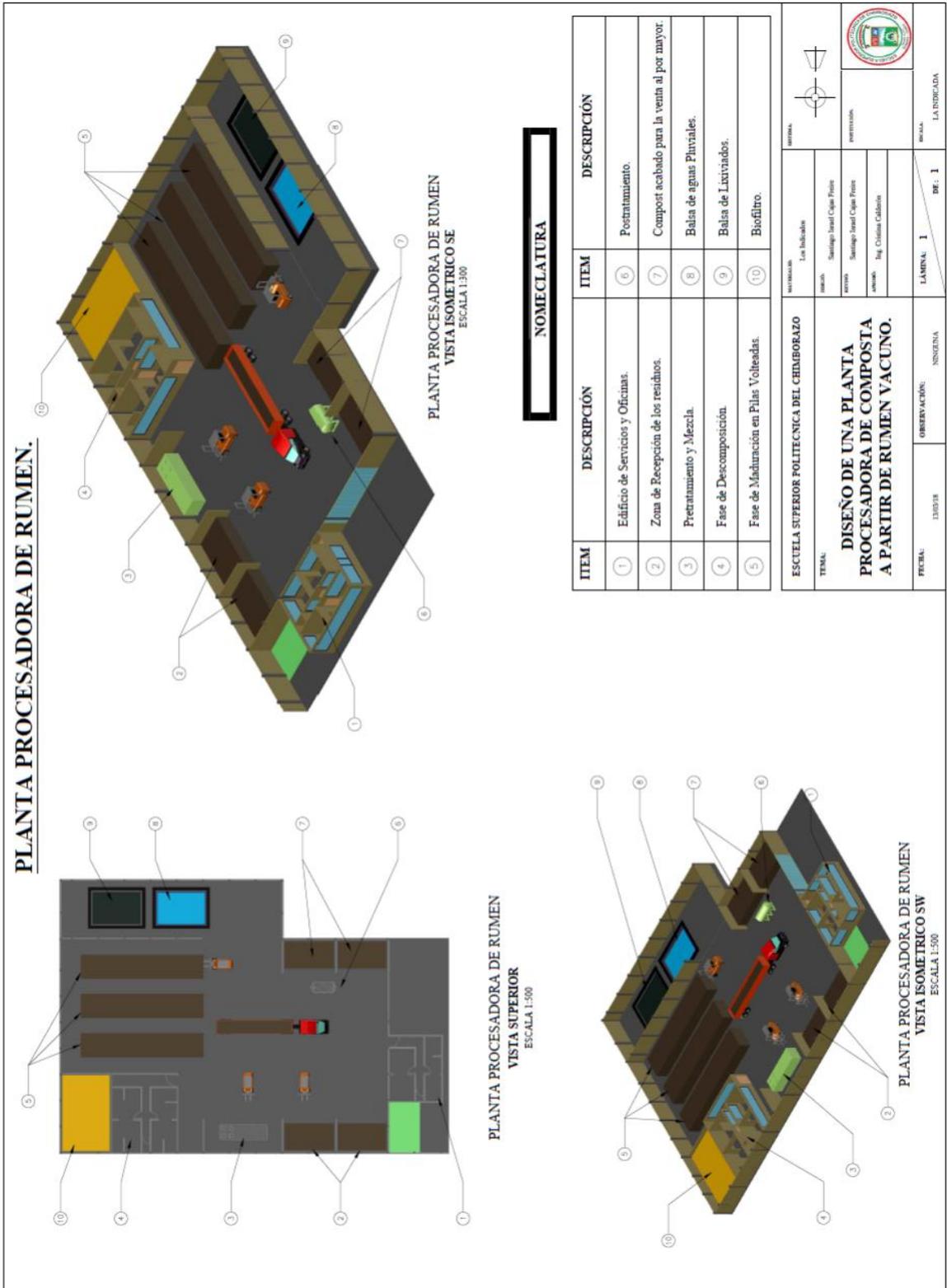


 30-01-2018

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

Anexo G

Diseño de la planta de compostaje



Anexo H

Grafica de humedad del proceso de compostaje.

