

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y**

**MATEMÁTICAS**

**Caracterización del abono orgánico con  
microorganismos eficientes de la comunidad  
ASOSERMARCE en Marcelino Maridueña.**

**PROYECTO INTEGRADOR**

**Previa la obtención del título de**

**INGENIERO QUÍMICO**

Presentado por:

Bruno Jara Yépez

Cinthy Pacalla Amaguaya

GUAYAQUIL - ECUADOR

AÑO: 2019

# DEDICATORIA

Dedico este trabajo primeramente a Dios, por ser mi fortaleza y guía de todos los pasos que doy. A mi padre por su comprensión y sacrificio, y por siempre estar a mi lado a pesar de todas las adversidades que he pasado y por la confianza puesta siempre en mí. A mi madre por sus buenos consejos y a mis hermanos que tuvieron la convicción de que podía lograr este objetivo.

Bruno Jara

A Dios por ser parte del motor de mi vida

A mis padres María Leonor Amaguaya Allauca y Segundo Pedro Pacalla Guamán; por entregarme el mejor regalo El Estudio y las fuerzas para seguir adelante a pesar de todas las adversidades.

A mis Hermanos: Leandro, Diana, Jonathan, por brindarme su apoyo condicional

Cinthy Pacalla

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, por bendecirnos y habernos dado la fortaleza y convicción de lograr culminar la carrera.

A nuestras familias, por su apoyo incondicional cada día.

A nuestros compañeros y amigos de la carrera por brindarnos su colaboración.

A nuestros profesores por transmitir sus conocimientos y buena predisposición al momento de enseñar.

Al Magíster Vladimir Holguín y al Ing. Raúl Serrano, por compartir sus conocimientos y por el apoyo brindado para desarrollar este proyecto.

A todos quienes de alguna forma contribuyeron a la culminación de este proyecto

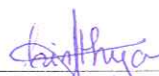
## DECLARACIÓN EXPRESA

“

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; Bruno Jara Yépez y Cinthya Pacalla Amaguaya y damos nuestro consentimiento para que la ESPOl realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”





Bruno Geovanny Jara  
Yépez



Cinthya Elizabeth  
Pacalla Amaguaya

## EVALUADORES

  
M.sc. Nadia Flores Manrique  
PROFESOR DE LA MATERIA

  
Magister Vladimir Holguin  
PROFESOR TUTOR

## RESUMEN

Este proyecto tiene como finalidad la caracterización de los residuos vegetales con microorganismos eficientes en la comunidad Marcelino Maridueña para la obtención de compost, debido a que los recicladores de la asociación ASOSERMARCE producen abono orgánico de mala calidad, lo que provoca que no puedan comercializarlo.

Esto se debe a muchos factores como: la selección inadecuada de los desechos, la no utilización de bacterias benéficas desaprovechando sus bondades, el escaso monitoreo, el poco control de las variables de seguimiento y la falta de análisis físico químico durante el proceso de compostaje.

Se propone una metodología acorde a las posibilidades de los recicladores para la elaboración de compost, mediante una selección adecuada de los desechos por medio de la relación carbono nitrógeno, el correcto manejo de la pila de los desechos, el uso de bacterias benéficas (Q-BIO COMPOSTER), el monitoreo adecuado, la medición de las variables de seguimiento y los análisis físico químicos durante el proceso de compostaje.

Todos estos factores influyen en la obtención de abono orgánico de calidad, sobre todo las variables de seguimiento como el pH, la temperatura y la humedad en la que sus lecturas indican si el proceso se encuentra estable, además es indispensable el uso de las bacterias benéficas ya que permiten obtener un producto con alto contenido de nitrógeno y en menor tiempo.

**Palabras Clave:** Bacterias, Caracterización, Compost, Desechos vegetales

## **ABSTRACT**

*This project aims to characterize plant residues with efficient microorganisms of the Marcelino Maridueña community to obtain compost, because recyclers of the ASOSERMARCE association community produce poor organic fertilizer, which provokes that they cannot market it.*

*This is due to many factors such as: improper selection of wastes, the non-use of beneficial bacteria so wasting their benefits, poor monitoring, poor control of monitoring variables and lack of chemical physical analysis during the composting process.*

*A methodology according to the possibilities of the recyclers for the compost elaboration is proposed, by an adequate selection of the waste through the carbon nitrogen relation, the correct handling of the waste pile, the use of beneficial bacteria (Q- BIO COMPOSTER), adequate monitoring, measurement of monitoring variables and chemical physical analysis during the composting process.*

*All these factors influence the obtaining of quality organic fertilizer, especially the monitoring variables such as pH, temperature and humidity in which their readings indicate if the process is stable. In addition, the use of beneficial bacteria is essential since they allow to obtain a product with high nitrogen content and in less time.*

*Keywords: Bacteria, Characterization, Compost, Vegetable waste.*

## Tabla de contenido

EVALUADORES .....	V
ABSTRACT .....	VII
TABLA DE CONTENIDO.....	VIII
ABREVIATURAS.....	XIII
SIMBOLOGÍA.....	XIV
ÍNDICE DE FIGURAS .....	XV
ÍNDICE DE TABLAS.....	XVII
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	XIX
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	XX
<b>CAPÍTULO 1</b> .....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Descripción del problema.....	1
1.2 Justificación del problema.....	3
1.3. Objetivos .....	5
1.3.1 Objetivo General .....	5
1.4 Marco teórico .....	6
1.4.1 Materia Orgánica del suelo.....	7
1.4.2 Biol.....	7
1.4.3 Compost (Abono orgánico).....	8
1.4.4 Proceso de compostaje .....	9
1.4.4.1 Variables que influyen durante el proceso de compostaje: .....	9
1.4.5 Conteo de bacterias .....	13
1.4.6 Etapas del proceso.....	13
1.4.7 Eliminación de microorganismos patógenos, con la temperatura..	14
1.4.8 Tipos de bacterias presentes en el proceso .....	15
1.4.9 Microorganismos eficientes .....	16



1.4.10 Q-BIO COMPOSTER .....	17
1.4.10.1 Bacterias presentes en el Q-BIO COMPOSTER.....	17
1.4.11 Cámara Neubauer .....	17
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>19</b>
2.1 METODOLOGÍA .....	19
2.1.1 Metodología para analizar una muestra de abono ubicada en el relleno sanitario de la comunidad Marcelino Maridueña.....	21
2.1.1.1 Recepción de la muestra de abono orgánico .....	21
2.1.1.2 Preparación de la muestra a analizar .....	21
2.1.1.3 Tamizado y obtención de la muestra.....	22
2.1.1.4 Parámetros que se midieron al abono ubicado en el relleno sanitario de la comunidad Marcelino Maridueña. ....	23
2.1.1.5 Métodos y equipos utilizados para el análisis físico químico ...	23
2.1.1.5.1 Determinación de pH.....	24
2.1.1.5.2 Determinación del contenido de humedad .....	25
2.1.1.5.3 Determinación del contenido de cenizas .....	27
2.1.1.5.4 Determinación de materia orgánica presente.....	28
2.1.1.5.5 Determinación del contenido de carbono .....	28
2.1.1.5.7 Determinación de la densidad aparente .....	30
2.1.1.5.8 Determinación de la cantidad de nitrógeno .....	31
2.1.1.5.9 Determinación de la relación carbono/nitrógeno .....	34
2.1.2 Fase 2 del proyecto (proceso de elaboración de abono orgánico, monitoreo y análisis durante y al final del proceso). ....	35
2.1.2.1 Los desechos vegetales utilizados para la formación de la pila .....	36
2.1.3 Metodología para la formación de la pila de compostaje a partir de los desechos vegetales. ....	36
2.1.3.1 Acopio de los desechos vegetales .....	36

2.1.3.2 Lugar donde se trasladaron los desechos orgánicos. ....	37
2.1.3.3 Equipos y materiales utilizados para la formación de la pila ...	38
2.1.3.4 Procedimiento para la formación de la pila de desechos orgánicos.....	38
2.1.3.5 Tamaño de la pila de compostaje.....	38
2.1.3.6 Monitoreo durante el proceso.....	39
Materiales y equipos utilizados durante el proceso .....	39
2.1.3.7 Ajustes de la humedad en la pila.....	39
2.1.3.8 Periodo de volteos de la pila de compostaje .....	40
2.1.3.9 Medición de la temperatura durante el proceso .....	41
2.1.3.10 Ajustes de la relación carbono- nitrógeno .....	42
2.1.3.11 Ajuste del pH en el proceso de compostaje .....	43
2.1.3.12 Toma de muestras para los análisis semanales en los laboratorios .....	44
2.1.3.13 Traslado del abono orgánico para el pesaje, le preparación y los análisis respectivos. ....	44
2.1.3.13.1 Traslado del producto final .....	44
2.1.3.13. 2 Pesaje del producto final .....	45
2.1.3.14 Análisis realizados al producto final (abono orgánico).....	46
2.1.3.14.1 Determinación de pH.....	46
2.1.3.14.2 Determinación de humedad .....	47
2.1.3.14.3 Determinación del contenido de cenizas .....	47
2.1.3.14.4 Determinación del contenido de materia orgánica presente .....	48
2.1.3.14.5 Determinación del contenido de carbono .....	48
2.1.3.14.6 Determinación de la conductividad eléctrica .....	48
2.1.3.14.7 Determinación de la densidad aparente en la muestra .....	48
2.1.3.14.8 Determinación del contenido de nitrógeno .....	48

2.1.3.14.9 Determinación de la relación carbono – nitrógeno .....	49
2.1.3.14.10 Determinación de la prueba de germinación .....	49
2.1.3.14.11 Determinación del contenido de fosforo .....	49
2.1.3.14.12 Determinación del contenido de potasio.....	49
2.1.3.14.13 Determinación de la cantidad de formación de bacterias.	49
<b>CAPÍTULO 3.....</b>	<b>52</b>
<b>3. RESULTADOS Y ANÁLISIS.....</b>	<b>52</b>
3.1 Resultados del análisis físico químico del abono ubicado en el relleno sanitario de la comunidad Marcelino Maridueña, se obtuvieron mediante los siguientes cálculos:.....	52
3.2 Resultados obtenidos de las mediciones y el análisis físico químico durante el proceso de compostaje para la obtención de abono orgánico se calcularon de la siguiente manera: .....	54
3.2.1 Medición cada tres días de las variables: temperatura y humedad de la pila con un termómetro y el medidor de humedad para el respectivo volteo de los desechos. ....	54
3.2.2 Calculo del contenido de humedad en el laboratorio de hidrocarburos.....	55
3.2.3 Ajuste de la relación carbón y nitrógeno.....	62
3.2.4 Ajuste pH .....	62
3.3 Resultados de las lecturas de las variables del proceso y los cálculos del análisis físico químico y microbiológico realizado en el laboratorio de hidrocarburos, el laboratorio de micro ensayos y el laboratorio de físico química al producto final se detallan a continuación:.....	64
3.4 Análisis de rentabilidad de la producción de abono orgánico. ....	73
<b>CAPÍTULO 4.....</b>	<b>77</b>
<b>4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>77</b>
4.1 Conclusiones.....	77
4.2 Recomendaciones.....	80

BIBLIOGRAFÍA .....	82
ANEXOS .....	85

## **ABREVIATURAS**

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
LOPU	Laboratorio de operaciones unitarias
MA	Ministerio de Ambiente
Nch 2880	Norma Chilena de calidad de compost 2880
INEC	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
ACAAN	Asociación para la Cooperación Ambiental de América del Norte
CCA	Comisión para la Cooperación Ambiental
FAO	Food and Agriculture Organization
UNA	Unidad Nacional de Almacenamiento

## SIMBOLOGÍA

mil	Milésima de pulgada
mg	Miligramo
pH	Potencial de Hidrógeno
ml	mililitro
fig.	figura
ppm	partes por millón
Ma O	Materia Orgánica
Lt	litro
Kg	kilogramos
m	masa
n	número de moles
PM	peso molecular
M	molaridad
s	segundos
h	horas
gr	gramos
ton	toneladas
C	carbón
N	nitrógeno
Zn	zinc

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Evolución de la materia orgánica .....	7
Figura 1.2 Biol.....	8
Figura 1.3 Compost.....	8
Figura 1.4 Diagrama de bloque del proceso.....	9
Figura 1.5 Relación carbono-nitrógeno de diferentes materiales.....	12
Figura 1.6 Rango permisible de parámetros en el proceso.....	13
Figura 1.7 Parámetros del proceso de compostaje.....	14
Figura 1.8 Bacterias fototrópicas.....	15
Figura 1.9 Bacterias ácido lácticas.....	15
Figura 1.10 Levaduras.....	16
Figura 1.11 Q-BIO COMPOSTER.....	17
Figura 1.12 Cámara Neubauer .....	17
Figura 1.13 División de las rejillas de la cámara Neubauer.....	18
Figura 2.14 Recepción y almacenamiento de muestra.....	21
Figura 2.15 Molienda de la muestra de abono orgánico.....	22
Figura 2.16 Tamizado de la muestra para su tratamiento.....	22
Figura 2.17 Separación de piedras y palos durante el tamizado.....	23
Figura 2.18 Muestra preparada para el análisis físico químico .....	23
Figura 2.19 Medición de pH .....	25
Figura 2.20 Secador del laboratorio de físico química .....	26
Figura 2.21 Secado de las placas Petri.....	27
Figura 2.22 Muestra colocada en la mufla a 550 grados Celsius .....	28
Figura 2.23 Materia vegetal y agua destilada en proporción de 1:2 .....	30
Figura 2.24 Medición de la conductividad eléctrica .....	30
Figura 2.25 Probeta con el agua destila y la materia vegetal.....	31
Figura 2.26 Digestor kjeldhal laboratorio de servicios generales (ESPOL) .....	34
Figura 2.27 Prueba de germinación .....	35
Figura 2.28 Acopio de los desechos vegetales .....	37
Figura 2.29 Ubicación de la pila de compostaje .....	37
Figura 2.30 Formación de la pila de compostaje.....	38

Figura 2.31 Riego de los lixiviados generados en la pila.....	40
Figura 2.32 Medición de la humedad durante el proceso.....	40
Figura 2.33 Frecuencia del volteo para producción de abono.....	41
Figura 2.34 Volteos de la pila.....	41
Figura 2.35 Medidor de temperatura.....	42
Figura 2.36 Etapas del proceso en base a la medición de la temperatura.....	42
Figura 2.37 Suministro de serrín para ajustar la relación carbono nitrógeno ...	43
Figura 2.38 Pesaje de la dosis requerida de ácido cítrico.....	43
Figura 2.39 Inyección de una solución de ácido cítrico con un atomizador.....	44
Figura 2.40 Producto final (abono orgánico).....	45
Figura 2.41 Pesaje del abono obtenido antes de la molienda.....	45
Figura 2.42 Molienda del abono para los análisis físico químicos.....	46
Figura 2.43 Tamizado del abono en malla de 2 milímetros.....	46
Figura 2.44 Medición del pH a la muestra final en Quality Corporation S.A. ....	46
Figura 2.45 Secado de la muestra final en laboratorio de Hidrocarburos.....	46
Figura 2.46 Mufla para calcinar la muestra final.....	47
Figura 2.47 Muestra calcinada a 600 grados Celsius.....	48
Figura 2.48 Medición de la conductividad eléctrica a la muestra final.....	48
Figura 2.49 Prueba de germinación a la muestra final.....	49
Figura 2.50 Camara Neubauer con la muestra a analizar.....	50
Figura 2.51 Conteo de formacion de colonias bacterianas.....	51



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Características de compost estable.....	8
Tabla 1.2 Rangos de temperatura adecuados en el proceso .....	10
Tabla 1.3 Contenido de humedad adecuado en el proceso .....	10
Tabla 1.4 Valores de pH adecuados en el proceso .....	11
Tabla 1.5 Valores de relación carbono – nitrógeno adecuados para el proceso. .....	12
Tabla 1.6 Patógenos eliminados con la temperatura.....	14
Tabla 1.7 Rango óptimo de indicadores que ayudan a obtener un abono orgánico de calidad.....	16
Tabla 2.8 Materiales utilizados para la elaboración de abono orgánico.....	36
Tabla 2.9 Días en que se realizaron los análisis de humedad, temperatura y conteo de bacterias en el laboratorio.....	44
Tabla 3.10 Masa de la muestra después de 6 horas.....	52
Tabla 3.11 Detalles de los días de volteo y toma de muestra.....	55
Tabla 3.12 Datos de temperatura tomados con termómetro.....	55
Tabla 3.13 Datos de humedad tomados con el medidor de humedad.....	55
Tabla 3.14 Peso de la muestra 1 y su humedad.....	56
Tabla 3.15 Peso de la muestra 2 y humedad.....	57
Tabla 3.16 Peso de la muestra 3 y humedad.....	58
Tabla 3.17 Peso de la muestra 4 y humedad.....	60
Tabla 3.18 Peso de la muestra 5 y humedad.....	61
Tabla 3.19 Temperatura promedio con el termómetro vs tiempo de volteo.....	64
Tabla 3.20 Humedad promedio con el equipo vs tiempo de volteo.....	65
Tabla 3.21 Temperatura y Humedad obtenidas de los equipos vs tiempo.....	66
Tabla 3.22 Datos entre la humedad tomada con el equipo vs la humedad determinada en el laboratorio.....	66
Tabla 3.23 Datos finales del pH en presencia del tiempo.....	67

Tabla 3.24 Datos relación carbono nitrógeno durante el proceso de compostaje.....	68
Tabla 3.25 Conteo bacteriano en presencia del tiempo.....	68
Tabla 3.26 Masa del producto final después de 6 horas.....	69
Tabla 3.27 Cuadro comparativo del análisis físico químico entre el abono ubicado en el relleno sanitario vs el abono procesado con (Q – BIO COMPOSTER), determinados en el laboratorio de la ESPOL.....	71
Tabla 3.28 Resultado del análisis físico químico del abono procesado con Q – BIO COMPOSTER, realizado por el laboratorio Agro Aroma.....	72
Tabla 3.29 Reducción y/o Conversión de desecho orgánicos a abono.....	73
Tabla 3.30 Calculo de gastos por elaboración de abono orgánico.....	75

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 2.1 Fases a seguir para desarrollo del proyecto integrador .....	20
Gráfico 3.2 Comportamiento del peso de la muestra vs la humedad en cada intervalo de tiempo .....	52
Gráfico 3.3 Comportamiento del peso de la muestra 1 vs su humedad con respecto al tiempo de secado.....	56
Gráfico 3.4 Comportamiento de la muestra 2 con respecto a la masa y humedad vs tiempo de secado.....	57
Gráfico 3.5 Comportamiento de la muestra 3 con respecto a la masa y humedad vs tiempo de secado.....	59
Gráfico 3.6 Comportamiento de la muestra 4 con respecto a la masa y humedad vs tiempo de secado.....	60
Gráfico 3.7 Comportamiento de la muestra 5 con respecto a la masa y humedad vs tiempo de secado.....	61
Gráfico 3.8 Comportamiento de temperatura vs día volteo .....	65
Gráfico 3.9 Comportamiento del parámetro humedad obtenida por el equipo vs día volteo.....	65
Gráfico 3.10 Relación entre la temperatura y humedad vs el tiempo .....	66
Gráfico 3.11 Relación entre la humedad tomada con el equipo vs la humedad determinada en el laboratorio.....	67
Gráfico 3.12 Tendencia del pH vs tiempo.....	67
Gráfico 3.13 Relación C/N vs a través del tiempo .....	68
Gráfico 3.14 Concentración de bacterias vs el tiempo .....	69
Gráfico 3.15 Comportamiento del peso del producto final vs la humedad en cada intervalo de tiempo .....	70

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 2.1 para hallar contenido de humedad (H%): .....	26
Ecuación 2.2 para el cálculo de contenido de cenizas .....	28
Ecuación 2.3 para el cálculo de materia orgánica: .....	28
Ecuación 2.4 para hallar el contenido de carbono.....	29
Ecuación 2.5 y 2.6 Estimar el valor de la densidad aparente .....	31
Ecuación 2.7 Determinar el contenido de nitrógeno .....	34
Ecuación 2.8 Estimar la relación carbono nitrógeno .....	34
Ecuación 2.9 Cantidad de maleza en la muestra .....	35
Ecuación 2.10 Cálculo de la concentración de bacterias .....	50
Ecuación 2.11 Cálculo de la concentración real de bacterias .....	50

# CAPÍTULO 1

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Descripción del problema

Los desechos que se generan en el mercado de la comunidad Marcelino Maridueña no son aprovechados de manera adecuada, provocando que su disposición final sea el botadero municipal, generando que el tiempo de vida útil del relleno sanitario disminuya debido a la constante acumulación de basura. Por otra parte la basura que se genera durante la atención del mercado ocasiona grandes inconvenientes como contaminación en los alrededores del mercado, la presencia de insectos o roedores y olores desagradables, el uso de fertilizantes sintéticos para las áreas verdes de la comunidad y agotamiento del tiempo de vida del relleno sanitarios, provocando problema ambientales y sanitarios, (MINISTERIO DEL AMBIENTE, 2002).

En la comunidad Marcelino Maridueña mediante la asociación de recicladores ASOSERMARCE, intentan aprovechar y revalorizar estos desechos mediante la elaboración de compost con bacterias benéficas para comercializarlo.

El inconveniente radica en la falta de infraestructura, falta de materiales, un monitoreo inadecuado durante el proceso al momento de la elaboración de compost por parte de los recicladores.

En el Ecuador existen alrededor de 11 proyectos de compostaje, 3 se sitúan en la Región Costa, 11 en la Región Sierra y 2 en la Región del Oriente, que se dedican a la recolección de estos desechos orgánicos y a la producción de compost. En el Ecuador no existe una norma que regularice la calidad del compost, pero de acuerdo a la Norma Chilena de compost NCh 2880, se pudo verificar que el compost elaborado por los recicladores no cumple con los rangos permisibles de calidad, así evitando que se pueda comercializar, (REPAMAR, 1998).

Otro inconveniente para la asociación es que, al momento de elaborar compost, les demanda cerca de 150 días para producirlo: Siendo este un factor que limita

al momento de hacer rentable el proceso.

Para que la producción de compost por parte de los recicladores sea rentable deberían producirlo en menor tiempo y de calidad, pero como los recicladores desconocen de las bondades que los microorganismos benéficos pueden brindarle a la hora de elaborar compost de calidad y en poco tiempo no lo utilizan las bacterias en el proceso de compostaje.

Lo que se busca con la ejecución de este proyecto integrador, es brindar a los recicladores de la asociación ASOSERMARCE una metodología acorde a sus posibilidades, para revalorizar los desechos orgánicos generados en el mercado de la comunidad Marcelino Maridueña en la elaboración de abono orgánico de calidad con la ayuda de microorganismos benéficos (Q- BIO COMPOSTER); con la finalidad de comercializarlo, haciendo rentable el proceso.

Con la metodología que se propone, ayudara a evitar la acumulación de basura en el mercado, que se generen olores desagradables en los alrededores del mercado, se reduzca la contaminación en el ambiente y a prolongar el tiempo vida útil del botadero municipal Marcelino Maridueña.

## 1.2 Justificación del problema

En el Ecuador, la actividad principal es la agrícola, razón por la que se pueden realizar proyectos de compostaje. La caracterización de los desechos generados de la mayor parte de los Municipios Autónomos Descentralizados en el Ecuador obtuvo como resultado: un 58% de desechos orgánicos, y un 42% de desechos inorgánicos (plásticos desechos sanitarios u otros), (INEC, 2016).

Si se aprovechan los desechos del mercado se reduciría la contaminación en los alrededores del mercado, evitaría la presencia de vectores de enfermedades al ser humano, malos olores, además ayudaría a aumentar el tiempo de vida útil del relleno sanitario del municipio, (Bobbio, Melé, & Ugalde, 2017).

Los desechos orgánicos, no deben considerarse como desperdicios, si no como un recurso de gran valor ambiental y oportunidad de un ingreso económico al aprovecharlos. La comunidad Marcelino Maridueña por medio de los recicladores tienen una pobre producción de abono de mala calidad y en bastante tiempo (150 días) debido a la pobre infraestructura, falta de equipos, el incorrecto monitoreo durante el proceso de compostaje y sin el aprovechamiento de las bondades que las bacterias benéficas en la producción de abono.

El uso de bacterias benéficas es justificable al momento de elaborar compost, ya que acelera el proceso de transformación de los desechos orgánicos obteniendo un producto final de calidad y en menor tiempo (35 días).

Para un desarrollo sostenible de la agricultura, existe como elección aprovechar los desechos orgánicos elaborando compost, (Vargas yuri, Perez Liliana, 2018)

Según el Banco Central del Ecuador, durante el año 2016 hubo ingresos por exportación de \$ 0,14 millones USD en venta de abono orgánico; pero hasta el mes de Julio del año 2017 existió un decrecimiento considerable en ingresos al país por venta de abono. Por otro lado, las importaciones de agroquímicos incrementaron teniendo un valor de USD 0,40 millones; 32,01% menos que el año 2015. Hasta el mes de Julio del año 2017 se calcula un aumento en las importaciones, (Nacional., 2017).

Con la ejecución de este proyecto integrador se busca implementar una metodología, acorde a las posibilidades y necesidades de los recicladores para la elaboración de abono orgánico.



## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo General**

Caracterizar el compost obtenido con la aplicación de Q - BIO COMPOSTER, a partir los residuos vegetales de la comunidad Marcelino Maridueña.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

1. Analizar el contenido de nutrientes del abono producido inicialmente en el relleno sanitario de la comunidad Marcelino Maridueña.
2. Seleccionar los desechos vegetales apropiados del mercado de la comunidad Marcelino Maridueña en base a la relación carbono – nitrógeno, para la construcción de la pila de compostaje.
3. Probar que la utilización de microorganismos benéficos para la elaboración de compost, permite obtener un abono orgánico de calidad en un tiempo de 35 días.
4. Analizar las características físico químicas y microbiológicas del abono orgánico obtenido con Q – BIO COMPOSTER, para corroborar que cumpla con los parámetros que dispone la norma NCh-2880.

#### **1.4 Marco teórico**

En un informe emitido por el Banco Mundial, indica que en países de escaso ingreso muchas veces no se realiza una gestión para el manejo de los desechos generados siendo parte esencial para el desarrollo sostenible de las ciudades, por lo que solo el 4% de los desechos se lo recicla. Por otro lado en países con grandes ingresos se recicla y se composta más de 1/3 de los desechos generados, (BANCO MUNDIAL, 2018).

En la actualidad más de la mitad de la materia orgánica de los residuos municipales se desaprovecha y su disposición final son enviados a botaderos Municipales; se estima que alrededor del 19% de los desechos es seleccionado y clasificado para elaborar abono orgánico., (Galera, Hidalgo, & Gómez, 2014).

La Cooperación Ambiental de América del Norte (ACAAN), creó la Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA) que es una organización intergubernamental que está formada por países de Canadá, Estados Unidos y México; en la que argumentan que si se disponen apropiadamente los desechos orgánicos representaría una oportunidad en favor de la sustentabilidad, con una reducción del impacto ambiental y productos que se puedan aprovechar, (CCA, 2017)

En el África la localidad de Sierra Leona especialmente en Bo, se producen alrededor de 120 toneladas de desechos diarios. Para el 2013 se elaboró un sistema de gestión de desechos, en la que fundaciones y habitantes dan un correcto manejo de los desechos elaborando novedosos productos y trabajos en la localidad, (Fernández A., 2016).

La ciudad de Milán posee un plan intensivo de clasificación de desechos de origen orgánico, el cual se estima que es el 30% de todo lo que se genera. En el 2012 fue implementado y en el 2014 fue acogido por toda la población, donde cerca de 91 kilos de desechos se generan por persona anualmente el cual son aprovechados con la elaboración de compost y descomposición anaerobia, (Fernández A., 2016).

En Singapur son aprovechados los desechos orgánicos para la generación de electricidad, el cual abastece con el suministro de electricidad a la ciudad en un 3%, (Fernández A., 2016).

### 1.4.1 Materia Orgánica del suelo

La materia orgánica es el material origen vegetal o animal que realiza cambios sobre las propiedades físicas y químicas del suelo, mejoran la estabilidad de la estructura del suelo y además favorece a la inserción y retención del agua, (Julca, Meneses, Blas, & Bello, 2006).



Figura 1.1 Evolución de la materia orgánica

Fuente:(FAO, 2013)

### 1.4.2 Biol

Es un subproducto líquido originado del proceso de compostaje al descomponerse los residuos orgánico, amigable con el ambiente y posee altos índices de nutrientes que se absorben fácilmente en los suelos de cultivos,(Sistema de Biobolsa, 2015).



**Figura 1.2 Biol**

### **1.4.3 Compost (Abono orgánico).**

Es un producto obtenido por medio de un proceso biológico a partir de la descomposición de la materia orgánica. Tiene aspecto de tierra, libre de malos olores y microorganismos patógenos; (Feder, 2004).



**Figura 1.3 Compost**

**Tabla 1.1 Características de compost estable.**

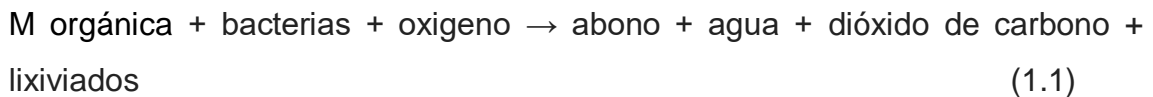
Materia orgánica (%)	pH	Conductividad eléctrica (ms/cm)	Nitrógeno (%)	Potasio (%)	Calcio (%)
<b>55 -65</b>	6-8.5	4 -7	1.4 – 2-6	1.1 – 2.1	1.1 – 3-1

Fuente: (Feder, 2004)

#### 1.4.4 Proceso de compostaje

Los desechos se descomponen de forma aeróbica la materia orgánica, el proceso consta de 4 etapas, (FAO, 2013).

La ecuación de reacción (1.1) indica los productos generados al descomponerse la materia orgánica.



A continuación, se muestra un diagrama de bloques del proceso

:

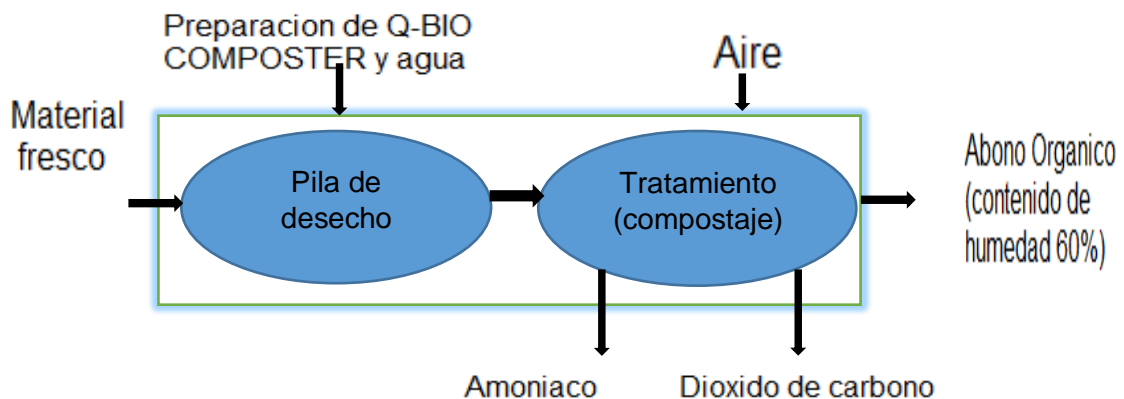


Figura 1.4 Diagrama de bloque del proceso

##### 1.4.4.1 Variables que influyen durante el proceso de compostaje:

a) **Variables de seguimiento:** Se miden durante las cuatro etapas del proceso de compostajes:

- **Temperatura:** Durante el proceso la temperatura se encuentra en 25 °C, posteriormente comienza a subir hasta alcanzar los 70 °C y luego retorna a su temperatura inicial en su última fase proceso y dependiendo de la fase del proceso aumenta de 5 a 8 siendo ese el rango apropiado para el proceso de compostaje;

**Tabla 1.2 Rangos de temperatura adecuados en el proceso**

Temperatura	Problemas	Correcciones
Temperatura está por debajo de los 40 grados Celsius	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Baja humedad.</li> <li>✓ Poca cantidad de desechos a compostar.</li> <li>✓ Desechos orgánicos poseen alto contenido de carbono</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Añadir agua a la pila de compostaje.</li> <li>✓ Agregar desechos orgánicos con gran contenido de nitrógeno.</li> </ul>
Temperatura elevada mayor a 69 grados Celsius	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Falta de humedad.</li> <li>✓ Insuficiente aireación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Se debe añadir material seco como paja.</li> <li>✓ Ajustar la humedad.</li> </ul>

Fuente: (FAO, 2013).

- **Humedad:** Es el contenido de agua que poseen los desechos durante el proceso de compostaje;

**Tabla 1.3 Contenido de humedad adecuado en el proceso**

Contenido de humedad	Inconvenientes	Correcciones
La humedad se encuentra por debajo del 43 %	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ La pila está muy seca, escasas de agua</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Se requiere agregar lixiviados, o material con gran contenido de agua en su composición.</li> </ul>
40% - 55% durante el proceso		
La humedad en el proceso es mayor a 55 %	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Falta de aireación en la pila.</li> <li>✓ Los desechos no están triturados de forma homogénea.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Voltar la pila con mayor frecuencia.</li> <li>✓ Añadir material seco (viruta).</li> </ul>

Fuente: (FAO, 2013).

- **pH:** los materiales a compostar indican el pH inicial del proceso y dependiendo de la fase del proceso aumenta de 5 a 8 siendo ese el rango apropiado para el proceso de compostaje;

**Tabla 1.4 Valores de pH adecuados en el proceso**

pH	Problemas	Correcciones
pH menor a 5	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Los desechos en la pila producen ácidos orgánicos.</li> <li>✓ El valor relación carbono nitrógeno es elevada.</li> </ul>	Agregar estiércol de animal
pH mayor a 8.3	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Material con alto contenido de nitrógeno,</li> <li>✓ Existencia de moscas y malos olores en la pila.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Agregar viruta o desechos orgánicos secos.</li> </ul>

Fuente: (FAO, 2013)

- **Aireación:** La pila de desechos requiere de oxígeno para retirar la humedad presente. La cantidad de oxígeno va a depender de la naturaleza de material que se va a compostar, del tamaño de las partículas y la humedad que tenga la pila durante el proceso, (FAO, 2013).

**b) Variables óptimas para obtener un producto de calidad:** Se miden durante el proceso de compostaje.

- ✓ **Dimensiones de la partícula:** La textura debe ser homogénea para que exista un mejor contacto superficial entre los desechos de la pila y las bacterias puedan transformar los desechos vegetales con mayor rapidez, (Marcos, 2012).
- ✓ **Contenido nutricional (NPK):** Estos macronutrientes requieren tener un rango óptimo para la obtención de un producto de calidad

- ✓ **Contenido de la materia orgánica:** es proporcional a la formación de las colonias bacterianas durante el proceso de compostaje;
- ✓ **Carbono orgánico:** El exceso de carbono puede retardar el proceso hasta que las estructuras de nitrógeno se puedan degradar;
- ✓ **Relación Carbono Nitrógeno:** Son los dos constituyentes básicos de la materia orgánica, el carbono suministra la energía para las bacterias durante el proceso y el nitrógeno ayuda al crecimiento y las proteínas para los cultivos,(Marcos, 2012).

**Tabla 1.5 Valores de relación carbono – nitrógeno adecuados para el proceso.**

Relación C/N	Problemas	Correcciones
Si es mayor a 36: 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Los desechos orgánicos en la pila tienen mayor composición de carbono en su estructura molecular.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Agregar estiércol de animal o restos de camal.</li> </ul>
Si es menor a 14:1	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Los desechos orgánicos en la pila tienen mayor composición de nitrógeno en su estructura molecular.</li> <li>✓ Evidencia de insectos en la pila.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Agregar material seco como viruta.</li> </ul>

Fuente: (FAO, 2013)

Material	C/N	Material	C/N
Paja de arroz	72/1	Plumas de ave	1/1
Cáscara de arroz	63/1	Cachaza	25/1
Aserrín de madera	805/1	Crotalaria	26/1
Raquis de Banano	61/1	Caña santa	62/1
Hojas de Banano	19/1	Hojas de eucalipto	15/1
Bagazo de caña	128/1	Hojas de frijol gandul	29/1
Pulpa de cacao	16/1	Hojas de frijol de terciopelo	22/1
Cáscara del fruto de cacao	38/1	Restos de habichuela	32/1
Cáscara de café	53/1	Hojas de Inga sp.	24/1
Pulpa de café	16/1	Hojas de Leucaena sp.	7-11/1
Hoja del cafeto	38/1	Paja de maíz	112/1
Ramas de yuca	40/1	Hollejos de naranjas	18/1
Cáscara de yuca	96/1	Gallinaza	12/1
Hojas de yuca	12/1		

**Figura 1.5 Relación carbono-nitrógeno de diferentes materiales**



Fuente: (Serrano. R, 2006)

- ✓ **Conductividad eléctrica:** es la capacidad de transportar la energía eléctrica en la materia.

Parámetro	Rango ideal al comienzo (2-5 días)	Rango ideal para compost en fase termofílica II (2-5 semanas)	Rango ideal de compost maduro (3-6 meses)
C:N	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 <sup>3</sup>	<700 kg/m <sup>3</sup>	<700 kg/m <sup>3</sup>
Materia orgánica (Base seca)	50%-70%	>20%	>20%
Nitrógeno Total (Base seca)	2,5-3%	1-2%	~1%

**Figura 1.6 Rango permisible de parámetros en el proceso.**

Fuente:(FAO, 2013).

#### 1.4.5 Conteo de bacterias

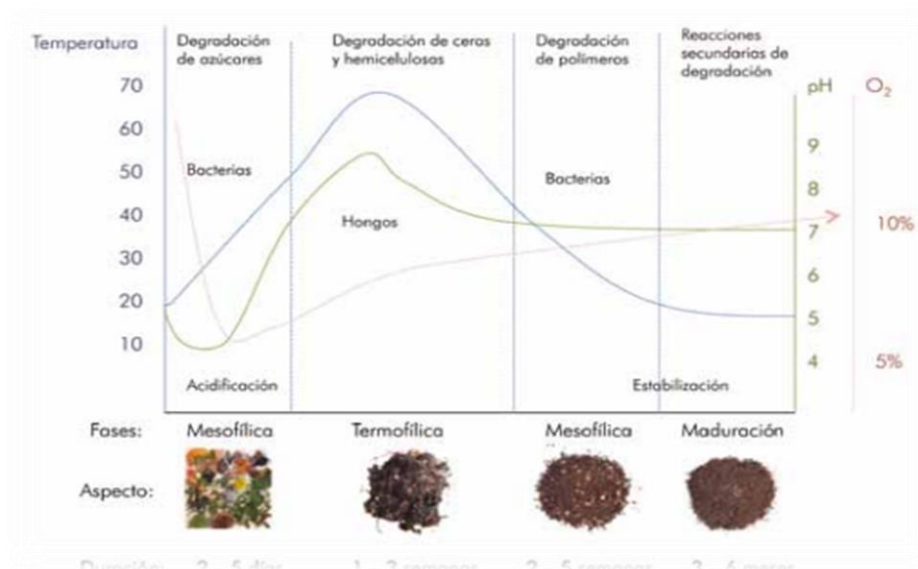
Nos permite estimar la cantidad de colonias presentes en la pila de compostaje; el número de bacterias dependerá de las bacterias agregadas para acelerar el proceso y de los materiales a compostar.

#### 1.4.6 Etapas del proceso

1. **Etapa Mesófilica:** Los desechos están a temperatura ambiente y al cabo de algunos días la temperatura sube alrededor de 40°C, los microorganismos mesófilos se alimentan de las estructuras de carbono y nitrógeno más simples generándose ácidos y azúcares y desciende el pH a 4.5;
2. **Etapa Termófilica:** Si los desechos se encuentran a una temperatura de 45 °C, se reemplazan las bacterias mesófilas por bacterias que puedan desarrollarse a mayor temperatura ayudando a degradar estructuras de mayor complejidad;
3. **Etapa de enfriamiento:** Al ser degradadas todas las formas de

carbono y de nitrógeno por las bacterias, ocurre un descenso de la temperatura, donde el material se encuentra alrededor de 42 °C;

4. **Etapa madura:** En esta etapa ocurren distintas reacciones de polimerización y condensación,(FAO, 2013).



**Figura 1.7** Parámetros del proceso de compostaje.

Fuente:(FAO, 2013)

### 1.4.7 Eliminación de microorganismos patógenos, con la temperatura

. En la tabla 1.6 se ven la temperatura en que se eliminan los patógenos.

**Tabla 1.6** Patógenos eliminados con la temperatura.

Patógenos	Temperatura sin resistir (°C, )	Tiempo de vida (minutos)
<b>Gramnegativos</b>	50	60
	66	14 - 21
<b>Granmaproteobacteria</b>	50	60
	66	14 - 21
<b>Proteo – bacteria Gran negativa</b>	52	60
	63	4
<b>Ascárides</b>	56	4320
<b>Haemadsorbing Virus</b>	56	60

Fuente: (FAO, 2013).

#### 1.4.8 Tipos de bacterias presentes en el proceso

✓ **Bacterias fotosintéticas:**

Microrganismos que realizan su actividad de forma independiente. Sintetizan las excretas de raíces; utilizan la luz natural y el calor del suelo como reserva energética;



**Figura 1.8 Bacterias fototrópicas**

Fuente:(Marcos, 2012).

✓ **Bacterias ácido lácticas:**

Son generadoras del ácido láctico a partir de fuentes de azúcar y de otras estructuras de carbono presentes generados por los microorganismos fototrópicos;



**Figura 1.9 Bacterias ácido lácticas**

Fuente: (Marcos, 2012).

✓ **Levaduras.**

Las bacterias foto trópicas secretan sustancias sencillas, luego las levaduras las transforman en sustrato para los microorganismos ácido lácticas,(Marcos, 2012).



**Figura 1.10 Levaduras**  
Fuente: (Marcos, 2012).

**Tabla 1.7 Rango óptimo de indicadores que ayudan a obtener un abono orgánico de calidad**

Indicadores	Rango optimo
Contenido de humedad	20- 65
Dimensión de la partícula (mm)	2-5 mm
Contenido de materia orgánica (%)	25 -55
Contenido de carbono (%)	10 – 55
Contenido de fosforo (%)	0.25 – 3.6
pH	6 – 8.5
Contenido de potasio	0.4 – 2
Relación carbono- nitrógeno	25:1 – 35:1
Contenido de cenizas	18 – 66
Contenido de nitrógeno	0.25 – 3.6

#### **1.4.9 Microorganismos eficientes**

Son la composición de diferentes bacterias benéficas. Actualmente se usa para la producción de alimentos con altos estándares de calidad sin presencia de

químicos, el tratamiento de residuos orgánicos (abono orgánico), en camales y otros, (APROLAB, 2007).

#### 1.4.10 Q-BIO COMPOSTER

En el anexo B se muestra la ficha técnica del producto.



Figura 1.11 Q-BIO COMPOSTER

##### 1.4.10.1 Bacterias presentes en el Q-BIO COMPOSTER

Ver Anexo B las bacterias presentes en el Q – BIO COMPOSTER.

##### 1.4.11 Cámara Neubauer

Es una placa cristalina de forma rectangular en la que se añade unas gotas de la solución en unas rejillas, para luego cubrirla de una lámina: posteriormente se la introduce en el microscopio y se lee el número de bacterias en la muestra.

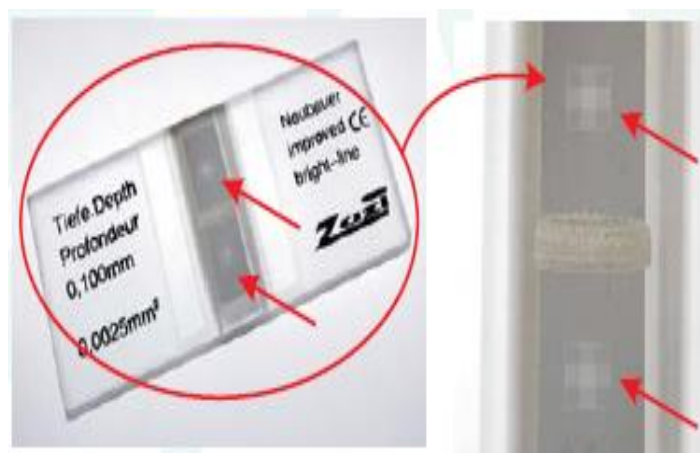
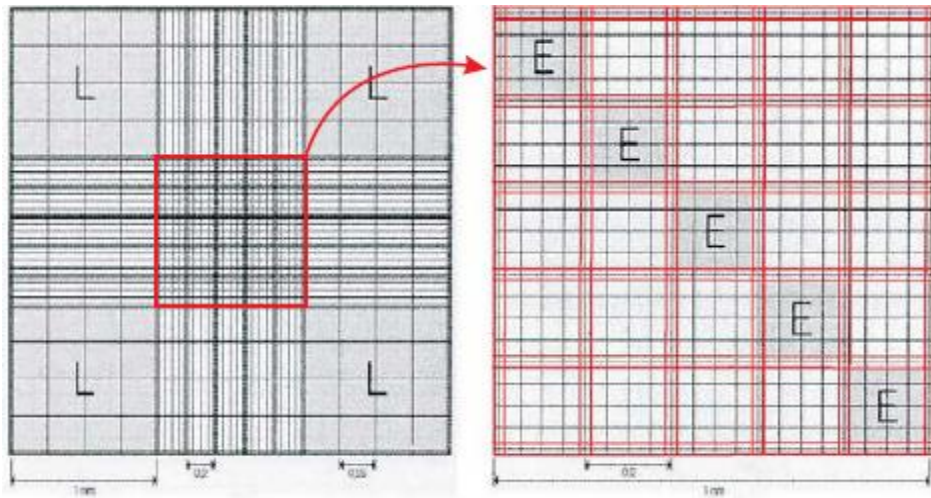


Figura 1.12 Cámara Neubauer

Fuente:(Jordi, 2009).



**Figura 1.13 División de las rejillas de la cámara Neubauer**

Fuente: (Jordi, 2009).

# CAPÍTULO 2

## 2.1 METODOLOGÍA

Por medio de la siguiente metodología experimental e investigativa de forma cualitativa, se desarrolló el proyecto integrador, utilizando desechos orgánicos (vegetales) y microorganismos benéficos (Q-BIO COMPOSTER), con el propósito de verificar la hipótesis expuesta en este proyecto, la que indica a su vez; el uso de microorganismos benéficos, durante el proceso de compostaje acelera la transformación de la materia orgánica y mejora la calidad del compost final (abono orgánico).

La metodología para el desarrollo de este trabajo comprendió 3 etapas:

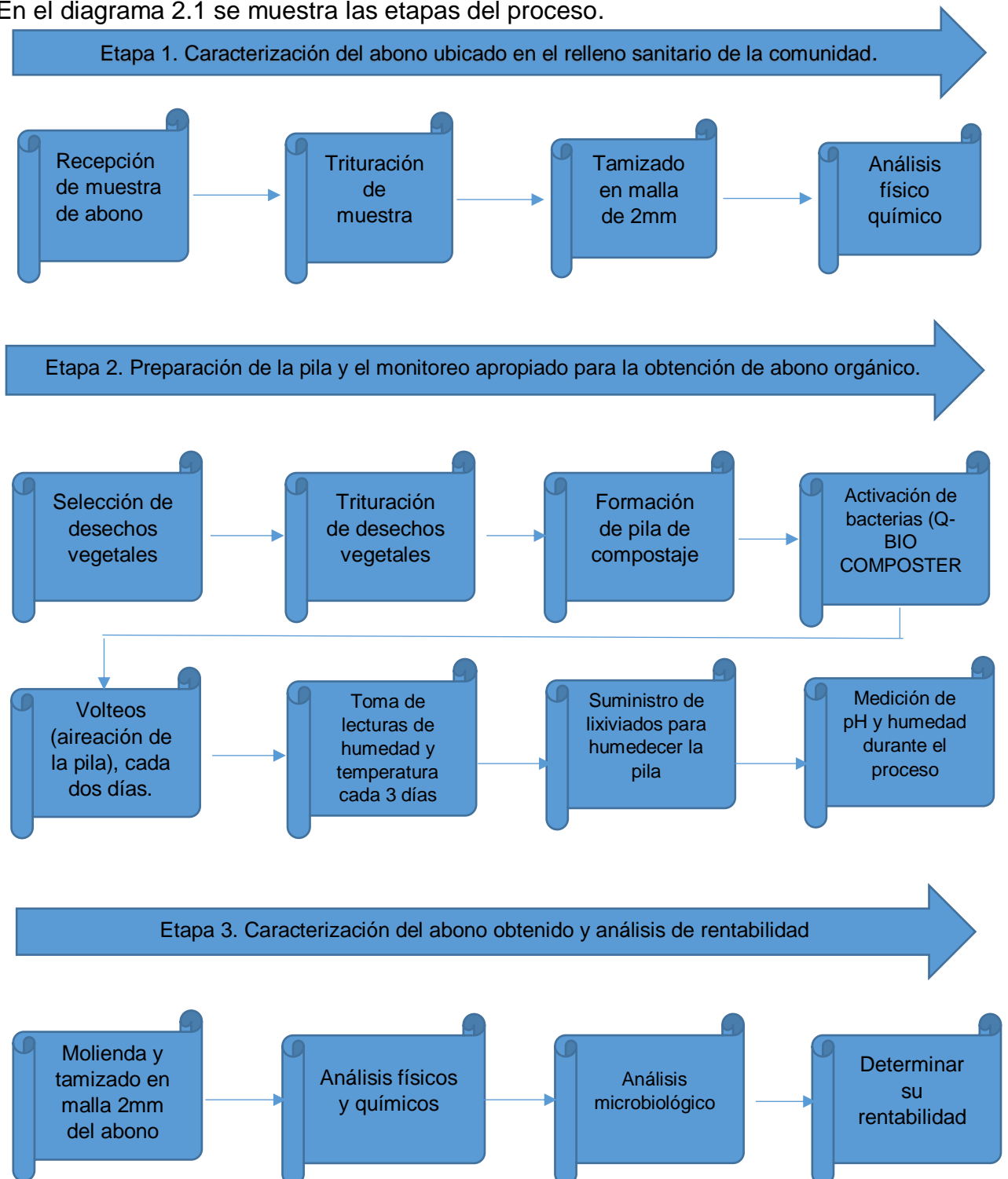
- Preparación y el análisis físico -químico a una muestra de abono orgánico, ubicado en el relleno sanitario de la comunidad Marcelino Maridueña.
- Selección de los desechos vegetales, formación de la pila de compostaje y el suministro de microorganismos benéficos para la elaboración del abono orgánico; además del monitoreo cada tres días y las respectivas mediciones tanto en situ como en los laboratorios correspondiente a cada ensayo.
- Posteriormente se va a realizar la caracterización físico químico y microbiológico del abono orgánico obtenido con el uso del (Q-BIO COMPOSTER).

La caracterización del abono ubicado en el relleno sanitario de la comunidad Marcelino Maridueña, como el abono obtenido con el suministro del (Q-BIO COMPOSTER), se realiza mediante los siguientes análisis:

- pH
- % Humedad
- Conductividad eléctrica
- % Cenizas
- Densidad aparente
- Prueba de germinación
- Contenido de carbono

- Contenido de nitrógeno
- Relación carbono/nitrógeno

En el diagrama 2.1 se muestra las etapas del proceso.



**Gráfico 2.1 Fases a seguir para desarrollo del proyecto integrador**



Para el desarrollo de la etapa 1, se realizó el traslado hasta el relleno sanitario de la comunidad Marcelino Maridueña para obtener una muestra representativa del abono orgánico elaborado por los recicladores de la asociación ASOCEMARCE; después se preparó la muestra y posteriormente se realizaron los análisis físicos y químicos: a continuación, se detallan los pasos, materiales y métodos utilizados en la etapa 1.

## **2.1.1 Metodología para analizar una muestra de abono ubicada en el relleno sanitario de la comunidad Marcelino Maridueña.**

### **2.1.1.1 Recepción de la muestra de abono orgánico**

Se obtuvo aproximadamente 2 libras de muestra para luego almacenarla en fundas ziploc, así evitando que adquiriera humedad o se contamine y luego se la traslado al Laboratorio de Operaciones Unitarias (LOPU) en ESPOL.



**Figura 2.14 Recepción y almacenamiento de muestra**

### **2.1.1.2 Preparación de la muestra a analizar**

La muestra a analizar se la trituro con la ayuda de un molino o tubo cilíndrico como se muestra en la figura 2.2, debido a que el tamaño de las partículas era mayor a 5 cm; para hacer los análisis respectivos se debía reducir el tamaño y homogenizar la muestra.



**Figura 2.15 Molienda de la muestra de abono orgánico**

### **2.1.1.3 Tamizado y obtención de la muestra.**

Después de la molienda se realizó el tamizado en un tamiz de malla de 2 mm, evitando el paso de piedras, palos y contaminantes; se obtuvo aproximadamente 1.32 libras, el otro restante lo retuvo la malla.



**Figura 2.16 Tamizado de la muestra para su tratamiento**



**Figura 2.17 Separación de piedras y palos durante el tamizado**



**Figura 2.18 Muestra preparada para el análisis físico químico**

#### **2.1.1.4 Parámetros que se midieron al abono ubicado en el relleno sanitario de la comunidad Marcelino Maridueña.**

Son: pH, % humedad, conductividad eléctrica, contenido de cenizas, densidad aparente, prueba de germinación, contenido de nitrógeno, relación carbono – nitrógeno.

#### **2.1.1.5 Métodos y equipos utilizados para el análisis físico químico**

Los análisis se realizaron en los laboratorios: de físico química, de Hidrocarburos ubicados en la ESPOL y en el laboratorio Aroma ubicado en el kilómetro ½ vía Juan Tanca Marengo.

### 2.1.1.5.1 Determinación de pH

El método que se utilizo es el “método potenciómetro”, que mide la cantidad de iones hidrogeno  $H^+$  que se encuentran presentes en una solución,(Marcos, 2012).

- **Equipos utilizados y reactivos**

- Balanza analítica de precisión 0.0001g
- Vidrio de reloj
- Pizeta
- Vaso de precipitación
- Papel filtro
- Agitador manual
- Probeta de 200ml
- Embudo
- pH metro
- Soluciones amortiguadoras pH=4; pH=7

- **Procedimiento**

- Se hizo la calibración del pH metro, con las soluciones amortiguadoras de pH=4 y pH= 7.
- Se pesó aproximadamente 10 gramos de materia vegetal y se agregaron a una placa de vidrio.
- Posteriormente se introdujo la muestra en un vaso de precipitación de 250 ml, después se le añadió alrededor de 90 ml de agua destilada.
- Se agito con una varilla de vidrio durante 15 minutos, luego se dejó reposar la muestra por 5 minutos.
- Se cogió el papel filtro y se lo introdujo en un embudo, para el filtrado de la solución en una probeta por unos 15 minutos.
- Luego del filtrado, se agrega alrededor de 20 ml de la solución en un vaso de 100 ml para la medición del pH.
- Se introduce el electrodo al vaso, y se lee el valor en la pantalla del pH metro

- Se realiza varias veces la lectura hasta que no varíe alrededor de 0.1 la lectura en la pantalla, previamente se enjuaga con una pizeta que contenga agua destilada.



**Figura 2.19 Medición de pH**

#### **2.1.1.5.2 Determinación del contenido de humedad**

La determinación del contenido de humedad, se lo realizo por el método de la estufa.

Este procedimiento se lo realiza bajo condiciones de operación controladas, se prepara la estufa a una temperatura constante 60 grados Celsius para luego introducir la muestra y secarla; (Marcos, 2012).

- **Equipos utilizados:**

- Balanza analítica de precisión 0.0001 g
- Placas Petri o vidrio de reloj
- Deseccador
- Espátula
- Estufa

- **Procedimiento:**

- Se procede a secar las placas Petri con sus tapas descubiertas en la estufa a una temperatura constante de 110 grados Celsius, durante dos horas hasta remover toda la humedad presente; posteriormente se las lleva al desecador hasta enfriarse a temperatura ambiente;

- Pesar en la balanza las placas junto con sus tapas anotar como V estos valores para los cálculos posteriores;
- Agregar la muestra en las placas alrededor de un 50% del volumen de las placas sin aplastar la mezcla, tapar las placas y anotar el peso como B;
- Introducir las placas dentro de la estufa con la muestra sin taparlas a una temperatura de operación de 60 grados Celsius por dos horas, posteriormente se introduce al desecador hasta que se enfríe a temperatura ambiente luego se anota este peso como P;
- Realizar el procedimiento las veces que el peso P se mantenga constante o tenga una incertidumbre de  $\pm 0.0010$  gramos;(Marcos, 2012)

**Ecuación 2.1 para hallar contenido de humedad (H%):**

$$H(\%) = \frac{(B-V)-(P-V)}{(B-V)} \times 100 \quad (2.1)$$

**Fuente:(Marcos, 2012)**

Se denota:

H = Porcentaje del contenido de humedad de la muestra

B= Cantidad de muestra sin secar y placa en gramos

P= Cantidad de muestra secada y placa en gramos

V= Peso de placa Petri en gramos;(Marcos, 2012).



**Figura 2.20 Secador del laboratorio de físico química**





**Figura 2.21 Secado de las placas Petri**

#### **2.1.1.5.3 Determinación del contenido de cenizas**

Se realizó por el método de calcinación de la materia vegetal, en un horno (mufla) de calcinación, en la que el equipo se opera a temperatura constante de 550 grados Celsius; (Marcos, 2012).

- **Equipos utilizados**

- Horno mufla
- Crisol
- Balanza analítica de precisión 0.0001g}
- Espátula
- Desecador;

- **Procedimiento**

- Introducir el crisol en la mufla a 550 grados Celsius y luego enfriar en el desecador,
- Encerar el peso del crisol previamente;
- Agregar aproximadamente 10 gramos de muestra de abono en el crisol, anotar el peso de la muestra con el peso del crisol ya encerado como P<sub>1</sub>;
- Una vez pesado la muestra, introducirla en la mufla operando a 550 grados Celsius, aproximadamente dos horas;
- Una vez calcinada la muestra colocarla en el desecador y dejar enfriar a temperatura ambiente para luego pesarla se denotara como P<sub>2</sub>, (Marcos, 2012).

### **Ecuación 2.2 para el cálculo de contenido de cenizas**

$$\text{Cen (\%)} = \frac{P_2}{P_1} \times 100 \quad (2.2)$$

Fuente:(Marcos, 2012).

Cen= porcentaje de cenizas;

P<sub>2</sub>. =Cantidad de muestra final calcinada a 550°C;

P<sub>1</sub>= Cantidad de muestra sin calcinar, Marcos, 2012)



**Figura 2.22 Muestra colocada en la mufla a 550 grados Celsius**

#### **2.1.1.5.4 Determinación de materia orgánica presente**

Se puede estimar el contenido de materia orgánica presente indirectamente con el contenido de cenizas; al calcinar la muestra los sólidos que se volatilizan ese es el contenido orgánico que posee la muestra,(Marcos, 2012).

#### **Ecuación 2.3 para el cálculo de materia orgánica:**

$$\text{Ma O (\%)} = 100 - \text{cen\%} \quad (2.3)$$

Fuente:(Marcos, 2012).

Se denota:

Ma O= Contenido de materia orgánica en la muestra, (Marcos, 2012).

#### **2.1.1.5.5 Determinación del contenido de carbono**

Se puede obtener el contenido de carbono por el método de Walkley – Black, mediante el dato de la materia orgánica y dividiendo para 1.72,(Marcos, 2012).



## Ecuación 2.4 para hallar el contenido de carbono

$$\%C = \frac{Ma O}{1.72} \quad (2.4)$$

Fuente: (Marcos, 2012).

Se denota

%C= contenido de carbono en la muestra, (Marcos, 2012).

### 2.1.1.5.6 Determinación de la conductividad eléctrica

Se logró obtener el valor de la conductividad eléctrica por el método de dilución sucesiva.

- **Equipo utilizado y reactivos**

- Vaso de precipitación
- Conductímetro
- Agitador manual
- Agua destilada

- **Procedimiento**

- Colocar un volumen de muestra en un vaso de precipitación de 250 ml.
- Añadir en el vaso de precipitación, un volumen de agua destilada el doble que el de la muestra.
- Agitar suavemente por 5 minutos y dejar reposar por 15 minutos
- Introducir el Conductímetro y leer en la pantalla el valor de la conductividad.

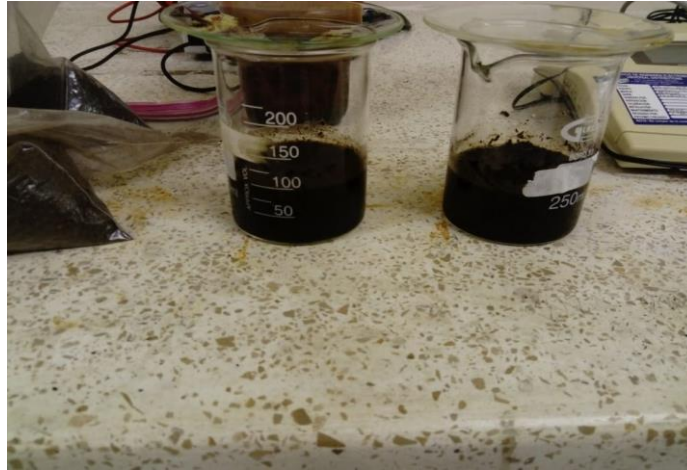


Figura 2.23 Materia vegetal y agua destilada en proporción de 1:2



Figura 2.24 Medición de la conductividad eléctrica

#### 2.1.1.5.7 Determinación de la densidad aparente

Se realizó por el método de diluciones sucesivas.

- **Equipos utilizados y reactivos**
  - 2 Probeta
  - Agua destilada
- **Procedimiento**
  - Agregar 80 ml de agua destilada a la probeta anotar como V<sub>1</sub>
  - Añadir aproximadamente 10 gramos de muestra de materia vegetal inclinando la probeta a cada una, anotar como m los gramos que se agrega a la muestra

- Medir el nuevo volumen que marcan las probetas, anotar como  $V_2$
- Restar los volúmenes y realizar el cálculo de la densidad aparente

**Ecuación 2.5 y 2.6 para estimar el valor de la densidad aparente**

$$vol = V_2 - V_1 \quad (2.5)$$

$$\rho = \frac{m}{vol} \quad (2.6)$$

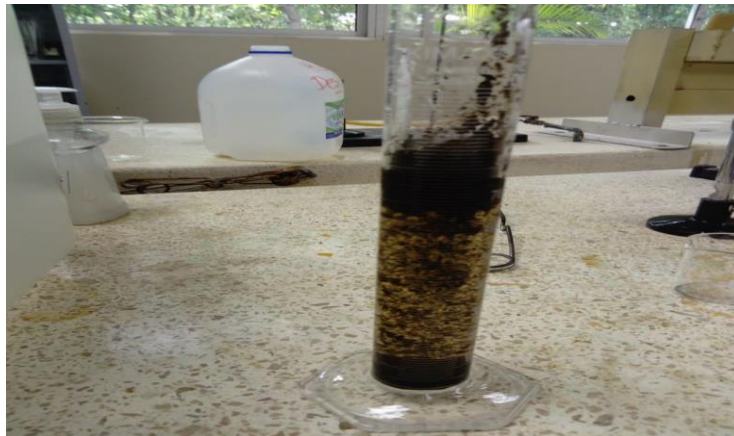
Se denota:

$V_2$ =Volumen final

$V_1$ =Volumen inicial

$M$ = Masa de muestra

$\rho$ = Densidad aparente de la muestra



**Figura 2.25 Probeta con el agua destila y la materia vegetal**

#### **2.1.1.5.8 Determinación de la cantidad de nitrógeno**

Para obtener la cantidad de nitrógeno presente en la muestra se utilizó el método Kjeldhal (digestión húmeda), el cual nos permite obtener el contenido de nitrógeno, (Marcos, 2012).

Consta de tres fases como la digestión, titulación y destilación:

- **Digestión:** Se calienta la muestra de abono orgánico con ácido sulfúrico y un conjunto de sales mezcladas, ocasionando con mayor rapidez la oxidación de la muestra y convirtiendo en todas las maneras posibles de nitrógeno en amoníaco, la cual en un medio de acidez forma en

compuesto amonio, lo que indica que se convierte las estructuras orgánicas a estructuras minerales de nitrógeno;

- **Destilación:** Luego de convertir el nitrógeno a amonio, se lo asocia con una base alcalina como el hidrato de sodio para obtener hidrato de amonio ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ), siendo una reacción exotérmica se desprende y forma amoniaco y agua;
  
- **Titulación:** Al separarse el amoniaco debido a la reacción, es almacenado en una solución de ácido bórico ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ) de cantidad conocida, luego al ser comparada con un blanco se puede estimar cuanto ácido pudo reaccionar con el amonio;(Marcos, 2012).
  
- **Equipos y reactivos utilizados**
  - Soporte
  - Digestor
  - Tubos de digestión
  - Equipo de destilación
  - Matraces
  - Agitador magnético
  - Pizeta
  - Balanza analítica de precisión 0.0001g
  - Hidrato de sodio al 50%
  - Indicadores azul y rojo de metilo
  - Ácido clorhídrico 0.1N
  - Ácido bórico 2%
  - Ácido sulfúrico 98%
  - Agua destilada
  - Sulfato de cobre
  - Catalizador;

- **Procedimiento:**

- Para preparar la muestra se debe secar por espacio de 1 hora el abono orgánico a 80 grados Celsius y dejar enfriar, luego pesar aproximadamente 0.2 g de la muestra para introducirla en el tubo digestor;
- En otro tubo digestor se debe añadir los reactivos de la práctica, este será el blanco;
- Posteriormente añadir a los tubos digestores aproximadamente 0.4 gramos de sulfato de cobre, 0.1 gramo de catalizador, agua destilada 2 mililitros, ácido sulfúrico 4 mililitros;
- Introducir al digestor los tubos de digestión para el calentamiento
- El digestor debe operar a temperatura de 170 grados Celsius durante 5 horas;
- Tener en cuenta la generación de humo durante ese periodo.
- Luego sacar los tubos del digestor y dejarlos enfriar.
- Agregar aproximadamente 20 mililitros de agua en los tubos digestores;
- Añadir a los tubos digestores 20 mililitros de hidrato de sodio;
- Preparar los sistemas de destilación y conectar los tubos con mucha precaución;
- Agregar al Erlenmeyer 20 mililitros de ácido bórico, 0.5 mililitros de indicador rojo, además de 0.25 mililitros de indicador azul; esta mezcla atrapa el amoníaco;
- En la parte final del condensador, ubicar el Erlenmeyer con la mezcla;
- Destilar por un periodo de 10 minutos, ya que toda la cantidad de amoníaco habrá destilado; esto se realiza para el tubo con la muestra y el blanco;
- Posteriormente se separa los matraces para luego titularlos con una solución de ácido clorhídrico, se debe anotar el consumo  $P_i$  y  $P_o$  para el consumo en el blanco; (Marcos, 2012).

### Ecuación 2.7 Determinar el contenido de nitrógeno

$$Nt (\%) = \frac{(Pi - P0)}{M} \times 1.4 \times 100 \quad (2.7)$$

Fuente: (Marcos, 2012).

Se denota:

Nt (%)= Cantidad total de nitrógeno;

Pi= Consumo de ácido clorhídrico en la titulación para la muestra en mililitros;

P0=Consumo de ácido clorhídrico en la titulación para el blanco en mililitros;

1.4= Factor de corrección en miligramos de Nitrógeno/ mililitros de ácido clorhídrico;

M= Cantidad de muestra en miligramos, (Marcos, 2012).



Figura 2.26 Digestor Kjeldhal laboratorio de servicios generales (ESPOL)

### 2.1.1.5.9 Determinación de la relación carbono/nitrógeno

#### Ecuación 2.8 Estimar la relación carbono nitrógeno

$$\text{Rel. C/N} = \frac{\%C}{Nt(\%)} \quad (2.8)$$

Fuente:(Marcos, 2012).

Se denota:

Rel. C/N= relación de la cantidad carbono nitrógeno

#### 2.1.1.5.10 Determinación de la prueba de germinación

Permite estimar la cantidad de maleza presente por cantidad de muestra.

- **Equipos utilizados**

- Recipiente o tacho
- 400 gramos de muestra
- Agua de grifo

- **Procedimiento**

- Agregar 400 gramos al recipiente, luego compactar
- Agregar 200 mililitros de agua, esperar una semana
- Contar la cantidad de maleza presente en la muestra por peso de la muestra.

#### Ecuación 2.9 cantidad de maleza en la muestra

$$\text{Cantidad de germen} = \# \text{ maleza en la muestra} \quad (2.9)$$



Figura 2.27 Prueba de germinación

#### 2.1.2 Fase 2 del proyecto (proceso de elaboración de abono orgánico, monitoreo y análisis durante y al final del proceso).

La mayoría de desechos generados en el mercado tenía una relación carbono - nitrógeno aproximadamente de 15:1; aunque se le agrega también desechos con

contenido de carbono elevado (serrín) para el ajuste de esta variable en dosis adecuadas para aumentar esta relación carbono – nitrógeno.

### 2.1.2.1 Los desechos vegetales utilizados para la formación de la pila

La pila se formó con los desechos generados los días 29 y 30 de junio; debido a que de lunes a viernes el mercado no abre sus instalaciones.

Por la poca cantidad de desechos que se generó en el fin de semana del acopio, se debió recoger desechos de otros lugares y así poder construir una pila de discos con un tamaño adecuado.

**Tabla 2.8 Materiales utilizados para la elaboración de abono orgánico**

Desechos vegetales	Relación C/N	Cantidad (sacos)	Peso (lb)
Residuos de lechuga	14/1	4	120
Residuos de brócoli	12/1	2	40
Hojas verdes	17/1	1	20
Cascara de yuca	130/1	¼	20
Cascara de frejol tierno	25/1	1,5	35
Cascara de habas	27/1	1.5	35
Cascara de alverjitas	25/1	1	30
<b>Total</b>		12	300 libras

### 2.1.3 Metodología para la formación de la pila de compostaje a partir de los desechos vegetales.

El peso aproximado de los desechos a compostar fue de 300 libras.

#### 2.1.3.1 Acopio de los desechos vegetales

Los desechos fueron receptados por los estudiantes del proyecto integrador, para su pesaje y luego trasladarlos hasta la finca La Aurora.





**Figura 2.28 Acopio de los desechos vegetales**

### 2.1.3.2 Lugar donde se trasladaron los desechos orgánicos.



**Figura 2.29 Ubicación de la pila de compostaje**

Los desechos vegetales fueron trasladados a la finca " La Aurora" propiedad del Ing. Raúl Serrano, ubicada en la vía Guayaquil – Ceresita recinto San Andrés, debido a que la comunidad no cuenta con un lugar apropiado para la formación de la pila con los desechos orgánicos seleccionados.

### **2.1.3.3 Equipos y materiales utilizados para la formación de la pila**

- Balanza analítica
- Sacos
- Machetes
- Palas
- Geomenbrana
- Guantes

### **2.1.3.4 Procedimiento para la formación de la pila de desechos orgánicos**

- Colocación de la Geomenbrana para recuperar lixiviados
- Se trituraron los desechos vegetales hasta dejarlos con un tamaño aproximado de 3 cm,
- Se homogenizo lola pila de los desechos
- Se agregó la dosis requerida de Q-BIO COMPOSTER (Microorganismos benéficos).

### **2.1.3.5 Tamaño de la pila de compostaje**

Las dimensiones de la pila que se formó con los materiales fue:

Alto: 1 metro

Largo: 1.10 metros

Ancho: 1. Metros



**Figura 2.30 Formación de la pila de compostaje**

### **2.1.3.6 Monitoreo durante el proceso**

Con la ayuda de un termómetro se controlaba la temperatura y nos daba la pauta de la etapa en que se encontraba; además la humedad durante el proceso se la estimaba ya sea con la técnica del puño o con la ayuda de un medidor de humedad.

### **Materiales y equipos utilizados durante el proceso**

- Mandil
- Botas
- Guantes
- Recipientes (pomas de plástico)
- Q – BIO COMPOSTER
- Agua de grifo
- Pala
- Fundas para toma de muestra
- Medidor de temperatura
- Medidor de humedad
- Balanza
- Serrín de pino
- Ácido cítrico
- Atomizador
- Saco para almacenamiento de muestra

### **2.1.3.7 Ajustes de la humedad en la pila**

Solamente se le agrego el lixiviado a los 15 días, debido a que la humedad de la pila era muy alta.



**Figura 2.31 Riego de los lixiviados generados en la pila**

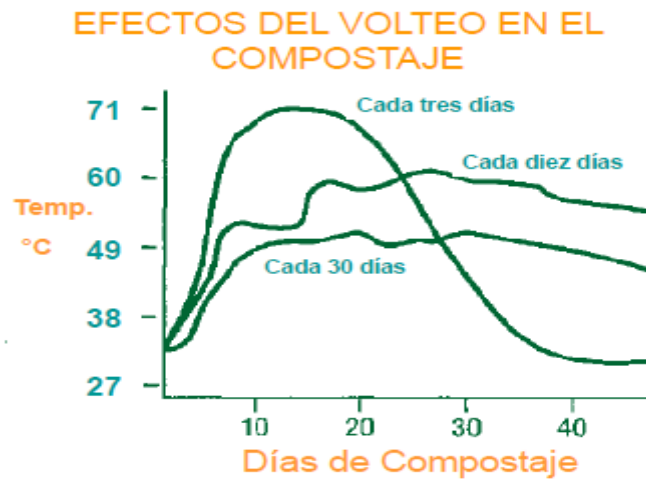


**Figura 2.32 Medición de la humedad durante el proceso**

#### **2.1.3.8 Periodo de volteos de la pila de compostaje**

La frecuencia de los volteos depende de la temperatura que tenía la pila; por otro lado, la humedad también es indicativo de la frecuencia del volteo.





**Figura 2.33 Frecuencia del volteo para producción de abono**

Fuente: (Serrano. R, 2006)



**Figura 2.34 Volteos de la pila**

### **2.1.3.9 Medición de la temperatura durante el proceso**

Se la realizo dos veces por semana con un termómetro y así constatar la etapa en el que el proceso se encontraba.



Figura 2.35 Medidor de temperatura

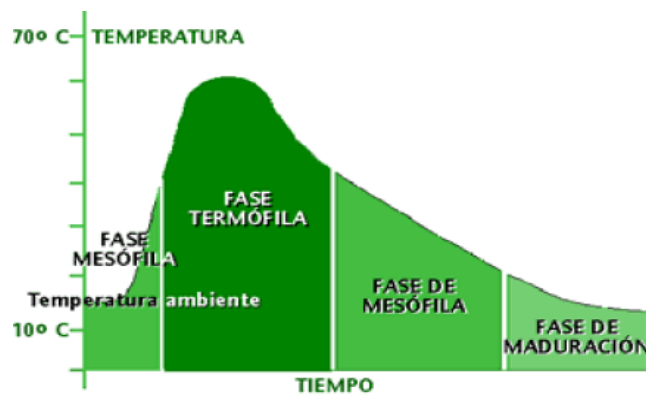


Figura 2.36 Etapas del proceso en base a la medición de la temperatura

Fuente: (Serrano. R, 2006)

#### 2.1.3.10 Ajustes de la relación carbono- nitrógeno

Se realizó el ajuste de la relación carbono nitrógeno con la ayuda de un compuesto orgánico (serrín), que serviría para aumentar la relación carbono nitrógeno del proceso debido a la gran cantidad de desechos orgánicos con alto contenido de nitrógeno que la pila tenía.



**Figura 2.37 Suministro de serrín para ajustar la relación carbono nitrógeno**

#### **2.1.3.11 Ajuste del pH en el proceso de compostaje**

A los 28 días del proceso se realizó la medición del pH a la muestra 4; el cual se elevó repentinamente, se debía ajustar el pH con la ayuda de un compuesto de grado alimentario (ácido cítrico), el cual ayudaría a ajustar el pH a los rangos permisibles requeridos;



**Figura 2.38 Pesaje de la dosis requerida de ácido cítrico**



**Figura 2.39 Inyección de una solución de ácido cítrico con un atomizador**

### **2.1.3.12 Toma de muestras para los análisis semanales en los laboratorios**

La tabla dos representa los análisis realizados y la frecuencia con la que se realizaron.

**Tabla 2.9 Días en que se realizaron los análisis de humedad, temperatura y conteo de bacterias en el laboratorio.**

Días	7	14	21	28	35
Análisis de humedad y temperatura	X	x	x	x	x
Conteo de bacterias		x			x

### **2.1.3.13 Traslado del abono orgánico para el pesaje, le preparación y los análisis respectivos.**

#### **2.1.3.13.1 Traslado del producto final**

A los 34 días de la construcción de la pila de los desechos el producto estaba listo, si concluyendo el proceso de compostaje. Luego se trasladó al laboratorio de operaciones unitarias.





Figura 2.40 Producto final (abono orgánico)

➤ **Equipos y materiales utilizados en la preparación de la muestra**

Balanza analítica

Molino intimax (victoria)

Fundas Ziploc

Tamiz de malla 2 mm

**2.1.3.13. 2 Pesaje del producto final**

Se pesó con la balanza que es propiedad del laboratorio de operaciones unitarias, y así estimar el peso del producto final.



Figura 2.41 Pesaje del abono obtenido antes de la molienda

➤ **Molienda y tamizado de la muestra final**

Con el fin de preparar la muestra se tamizo luego de molerla



**Figura 2.42 Molienda del abono para el análisis físico químico**



**Figura 2.43 Tamizado del abono en malla de 2 milímetros**

**2.1.3.14 Análisis realizados al producto final (abono orgánico)**

Se detallan a continuación:

**2.1.3.14.1 Determinación de pH**

Ver apartado 2.1.1.5.1 del capítulo 2.



**Figura 2.44 Medición del pH a la muestra final en Quality Corporation S.A.**

#### 2.1.3.14.2 Determinación de humedad

Ver apartado 2.1.1.5.2 del capítulo 2.

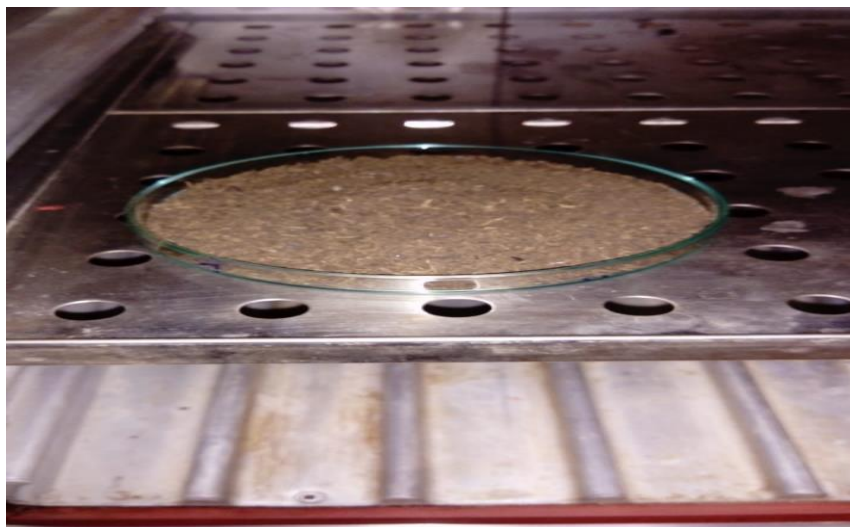


Figura 2.45 Secado de la muestra final en laboratorio de Hidrocarburos

#### 2.1.3.14.3 Determinación del contenido de cenizas

Ver apartado 2.1.1.5.3 del capítulo 2.



Figura 2.46 Mufla para calcinar la muestra final



**Figura 2.47 Muestra calcinada a 600 grados Celsius**

**2.1.3.14.4 Determinación del contenido de materia orgánica presente**

Ver apartado 2.1.1.5.4 del capítulo 2.

**2.1.3.14.5 Determinación del contenido de carbono**

Ver apartado 2.1.1.5.5 del capítulo 2.

**2.1.3.14.6 Determinación de la conductividad eléctrica**

Ver apartado 2.1.1.5.6 del capítulo 2.



**Figura 2.48 Medición de la conductividad eléctrica a la muestra final**

**2.1.3.14.7 Determinación de la densidad aparente en la muestra**

Ver apartado 2.1.1.5.7 del capítulo 2.

**2.1.3.14.8 Determinación del contenido de nitrógeno**

Ver apartado 2.1.1.5.8 del capítulo 2. La determinación del contenido de nitrógeno presente en la muestra se la realizo en el laboratorio aroma



#### **2.1.3.14.9 Determinación de la relación carbono – nitrógeno**

Ver apartado 2.1.1.5.9 del capítulo 2. Este cálculo se lo obtuvo de los resultados obtenidos en el informe del laboratorio Aroma de la muestra final

#### **2.1.3.14.10 Determinación de la prueba de germinación**

Ver apartado 2.1.1.5.10 del capítulo 2.



**Figura 2.49 Prueba de germinación a la muestra final**

#### **2.1.3.14.11 Determinación del contenido de fósforo**

Se realizó por el método Olsen en el laboratorio Aroma. Los resultados de esta prueba se encuentran en el anexo del documento.

#### **2.1.3.14.12 Determinación del contenido de potasio**

Se realizó por el por el método de la emisión de extracción en el laboratorio Aroma. Los resultados de la prueba se encuentran en el anexo del documento.

#### **2.1.3.14.13 Determinación de la cantidad de formación de bacterias.**

Los materiales, los equipos utilizados y el procedimiento que se siguió se detallan a continuación:

- **Materiales y equipos utilizados**
  - Microscopio
  - Cámara Neubauer
  - Agua destilada
  - Balanza analítica con precisión de 0.0001 gramo
  - Vaso de precipitación

- **Procedimiento**

- Limpiar cuidadosamente la cámara Neubauer y su malla protectora.
- Esperar que se seque.
- Pesar la muestra, preparación la solución, para el cálculo del factor de dilución.
- Diluir la muestra con agua destilada en un vaso de precipitación, luego agregar unas gotas de solución dentro de los canales de la cámara.
- Poner la cámara Neubauer en la base de vidrio del microscopio y realizar el conteo de la formación de colonias bacterianas.
- Calcular la concentración real de las bacterias

**Ecuación 2.10 para el cálculo de la concentración de bacterias**

$$\text{Concentración de bacterias} = \frac{\frac{\# \text{Bacterias}}{\# \text{mallas de conteo}}}{\text{volumen total de la malla}} \quad (2.10)$$

**Ecuación 2.11 para el cálculo de la concentración real de bacterias**

$$\text{Concentración real} = \text{Concentración de bacterias} \times \text{dilucion} \quad (2.11)$$



**Figura 2.50 Camara Neubauer con la muestra a analizar**



**Figura 2.51** Conteo de formacion de colonias bacterianas

# CAPÍTULO 3

## 3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

3.1 Resultados del análisis físico químico del abono ubicado en el relleno sanitario de la comunidad Marcelino Maridueña, se obtuvieron mediante los siguientes cálculos:

### HUMEDAD

T (60°C)

Peso Placa Petri = 87,0939 gr

Peso Placa Petri + muestra = 107,5780 gr

Tabla 3.10 Masa de la muestra después de 6 horas

t (h)	masa placa + muestra (gr)	masa muestra (gr)	Humedad
0	107,578	20,4841	0
1	105,4843	18,7904	10,221
2	105,3155	18,5216	10,309
3	105,2241	18,4302	10,457
4	105,2016	18,3377	10,615
5	105,1811	18,24861	10,761
6	105,1733	18,1694	10,880

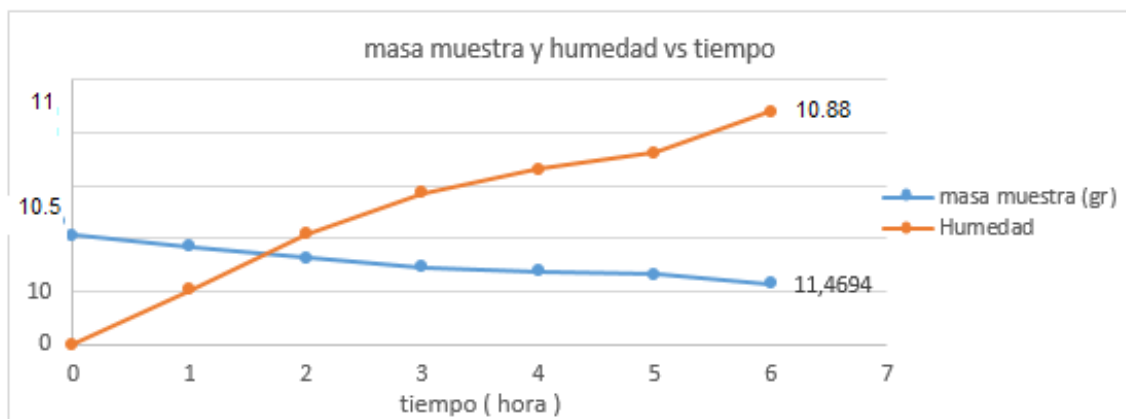


Gráfico 3.2 Comportamiento del peso de la muestra vs la humedad en cada intervalo de tiempo



$$\%H = \frac{(107,5780-87,0939)-(105.17333-87,0939)}{(107,5780-87,0939)} * 100$$

$$\%H = 11,73\% //$$

### pH

Muestra = 10,1194 gr

H<sub>2</sub>O = 90 ml

$$pH = 10,31 //$$

### Contenido de Cenizas (%)

Masa crisol = 48,7766 gr

Masa crisol + muestra = 52,5929 gr

Masa muestra = (52,5929 - 48,7766) gr

$$\% ceniza = \frac{2,2763}{3,8163} * 100$$

Masa muestra = 3,8163 gr //

$$\% ceniza = 59.48\% //$$

Masa crisol + masa ceniza = 51,0529 gr

Masa ceniza = (51,0529 - 48,7766) gr

Masa ceniza = 2.2763 gr //

### Materia Orgánica (%)

$$Ma. O = 100 - \%Ceniza$$

$$Ma. O = 100 - 59.48$$

$$Ma. O = 40.52\%$$

### Contenido Carbono

$$\%C = \frac{\%Ma.O}{1.72}$$

$$\%C = \frac{40.52}{1.72}$$

$$\%C = 23.56 \%$$

### Contenido Nitrógeno

Ácido clorhídrico consumido por la muestra = 12.4ml

Consumo de ácido clorhídrico por el blanco = 11.83ml

Peso de muestra = 0.2 gr

$$0.2 \text{ gr} * \frac{1000 \text{ mg}}{1 \text{ gr}} = 200 \text{ mg}$$

$$\%N = \frac{(P_i - P_0)}{m} * \rho$$

$$\%N = \frac{(12.4 - 11.83) \text{ ml}}{200 \text{ mg}} * 1.4 \times 100$$

$$\%N = 0.4\%$$

**Relación [C/N]**

$$\left[ \frac{C}{N} \right] = \frac{\%C}{\%N}$$

$$\left[ \frac{C}{N} \right] = \frac{23.46}{0.4}$$

$$\left[ \frac{C}{N} \right] = 58.65 \%$$

**Conductividad Eléctrica**

Peso muestra = 100 gr

Agua destilada = 100 ml

Conductividad = 8,57 mm/ cm

**Prueba de germinación**

# Maleza = 4

Mediante los resultados del análisis físico químico de las variables del proceso de compostaje, se indica que este producto se encuentra fuera de los rangos óptimos de calidad

**3.2 Resultados obtenidos de las mediciones y el análisis físico químico durante el proceso de compostaje para la obtención de abono orgánico se calcularon de la siguiente manera:**

**3.2.1 Medición cada tres días de las variables: temperatura y humedad de la pila con un termómetro y el medidor de humedad para el respectivo volteo de los desechos.**

**Tabla 3.11 Detalles de los días de volteo y toma de muestra**

<i>días</i>	<i>fecha del volteo</i>	<i>Medidas con los equipos</i>	<i>muestra para laboratorio (humedad y pH)</i>
3	6/7/2019	temperatura, humedad	muestra 1
9	12/7/2019	temperatura, humedad	muestra 2
12	15/7/2019	temperatura, humedad	-
18	21/7/2019	temperatura, humedad	muestra 3
27	30/7/2019	temperatura, humedad	-
30	2/8/2019	temperatura, humedad	muestra 4
33	5/8/2019	Fin del proceso	Muestra producto terminado

**Tabla 3.12 Datos de temperatura tomados con termómetro**

<i>Días</i>	<i>Pto. 1</i>	<i>Pto. 2</i>	<i>Pto. 3</i>	<i>Pto. 4</i>
3	29	31	32	29
6	36	39	39	36
9	38	42	42	39
12	44	50	50	45
15	49	57	58	50
18	38	42	42	38
21	33	37	37	34
24	27	31	31	27
27	26	29	29	26
30	25	26	25	25

**Tabla 3.13 Datos de humedad tomados con el medidor de humedad**

<i>días</i>	<i>Pto 1</i>	<i>Pto 2</i>	<i>Pto 3</i>	<i>Pto 4</i>
3	79	87	87	79
6	77	86	88	78
9	72	81	81	72
12	80	89	88	81
15	66	76	76	66
18	54	65	65	54
21	46	53	53	46
24	42	47	47	47
27	40	43	43	40
30	40	41	41	40

#### 4.2.2 Calculo del contenido de humedad en el laboratorio de hidrocarburos.

## Contenido Humedad

- Muestra 1

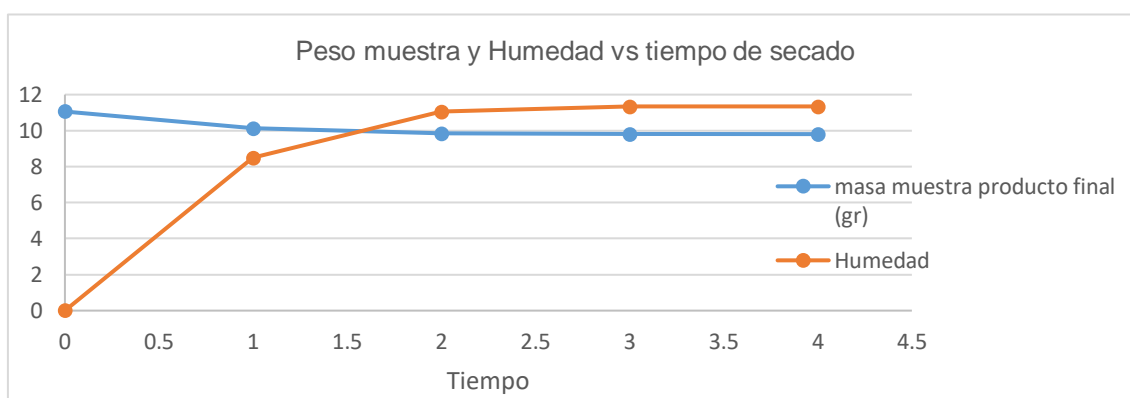
T (70°C)

Peso Vidrio Reloj = 32,1318 gr

Peso Vidrio Reloj + muestra 1 = 57,6949 gr

**Tabla 3.14** Peso de la muestra 1 y su humedad

t (h)	masa placa + muestra (gr)	masa muestra (gr)	Humedad
0	57,6949	25,5631	0,000
1	50,5311	18,3993	28,024
2	48,4125	16,2807	36,312
3	43,4122	11,2804	55,872
4	42,2691	10,1373	60,344
5	39,8482	7,7164	69,814
6	38,9641	6,8323	73,273



**Gráfico 3.3** Comportamiento del peso de la muestra 1 vs su humedad con respecto al tiempo de secado.

$$\%H = \frac{(57,6949 - 32,1318) - (38,9641 - 32,1318)}{(57,6949 - 32,1318)} * 100$$

$$\%H = 73,27\% //$$

## pH

Muestra = 10,2697 gr

$H_2O$  = 90 ml

pH = 10,15 //

- Muestra 2

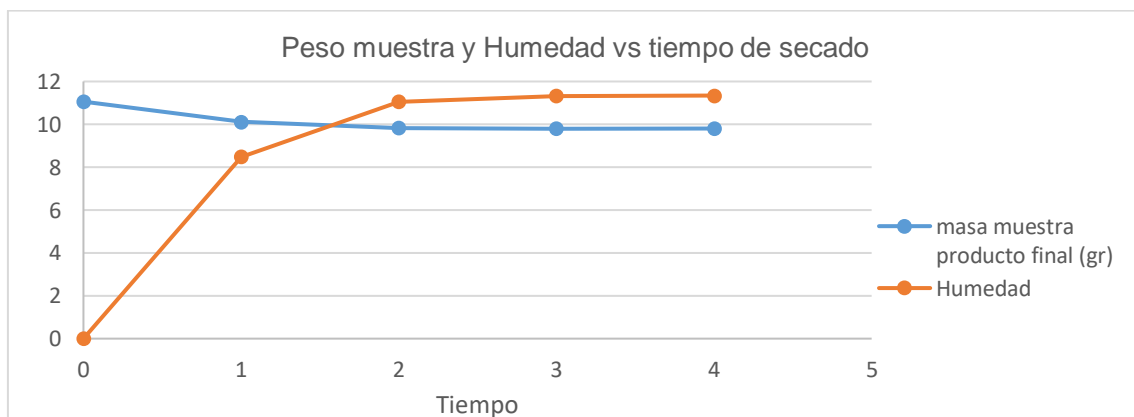
T (65°C)

Peso Placa Petri = 87,8004 gr

Peso Placa Petri + muestra 2 = 111,6379 gr

**Tabla 3.15 Peso de la muestra 2 y humedad**

t (h)	masa placa + muestra 2 (gr)	masa muestra 2 (gr)	Humedad
0	111,6379	23,8375	0,000
1	107,958	20,1576	15,437
2	104,1489	16,3485	31,417
3	101,4447	13,6443	42,761
4	98,5964	10,796	54,710
5	95,9168	8,1164	65,951
6	93,8803	6,0799	74,494
7	92,9803	5,1799	78,270



**Gráfico 3.4 Comportamiento de la muestra 2 con respecto a la masa y humedad vs tiempo de secado.**

$$\%H = \frac{(111,6379 - 87,8004) - (92,8803 - 87,8004)}{(111,6379 - 87,8004)} * 100$$

$$\%H = 78,27\% //$$

**pH**

Muestra = 10,4190 gr

H<sub>2</sub>O = 90 ml

pH = 8,42 //

- Muestra 3

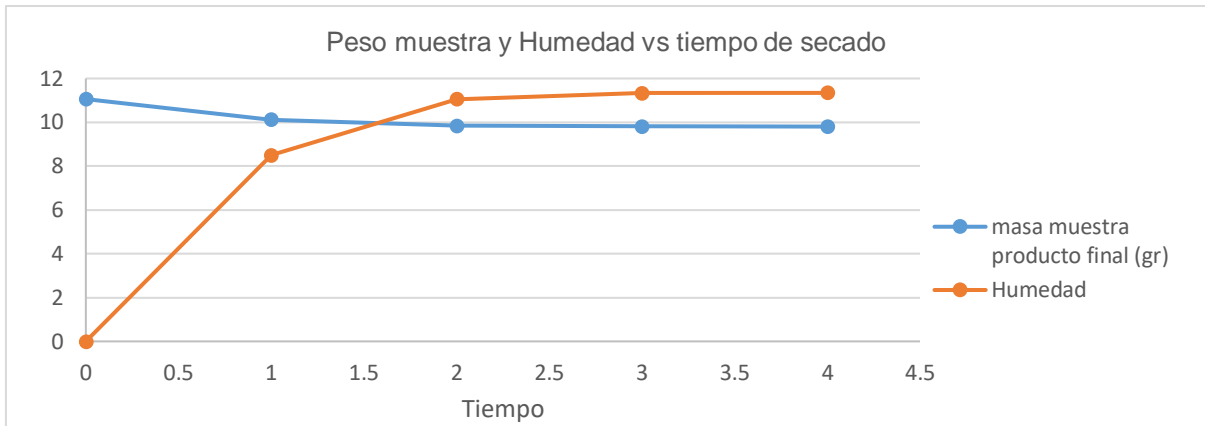
T (65°C)

Peso Placa Petri = 87,8654 gr

Peso Placa Petri + muestra 3 = 120,6754 gr

**Tabla 3.16 Peso de la muestra 3 y humedad**

t (h)	masa placa + muestra 3 (gr)	masa muestra 3 (gr)	Humedad
0	120,6754	32,81	0,000
1	114,8977	27,0323	17,610
2	110,5433	22,6779	30,881
3	108,2078	20,3424	37,999
4	102,4637	14,5983	55,507
5	100,8115	12,9461	60,542
6	99,6251	11,7597	64,158



**Gráfico 3.5 Comportamiento de la muestra 3 con respecto a la masa y humedad vs tiempo de secado.**

$$\%H = \frac{(120,6754 - 87,8654) - (99,6251 - 87,8654)}{(120,6754 - 87,8654)} * 100$$

$$\%H = 64,158\%$$

**pH**

Muestra = 10,2341 gr

H<sub>2</sub>O = 90 ml

pH = 7,98 //

- Muestra 4

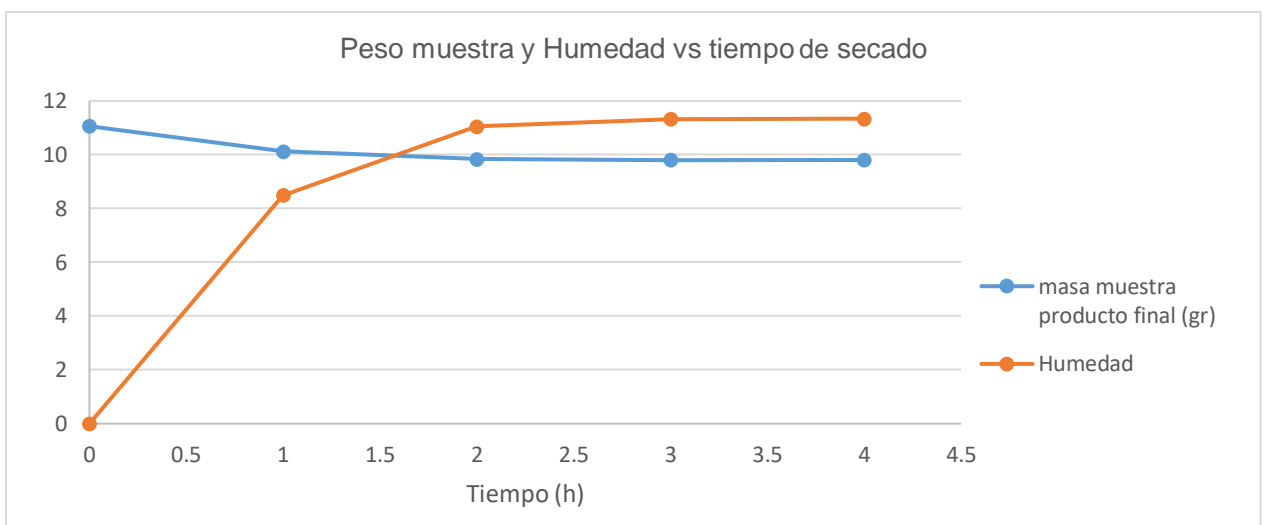
T (65°C)

Peso Placa Petri = 87,0350 gr

Peso Placa Petri + muestra 4 = 109,4101 gr

**Tabla 3.17 Peso de la muestra 4 y humedad**

t (h)	masa placa + muestra 4 (gr)	masa muestra 4 (gr)	Humedad
0	109,4101	22,3751	0,000
1	106,4701	19,4351	13,140
2	102,9126	15,8776	29,039
3	101,1926	14,1576	36,726
4	99,7677	12,7327	43,094
5	98,5193	11,4843	48,674
6	98,0964	11,0614	50,564



**Gráfico 3.6 Comportamiento de la muestra 4 con respecto a la masa y humedad vs tiempo de secado.**

$$\%H = \frac{(109,4101 - 87,0350) - (98,0964 - 87,0350)}{(109,4101 - 87,0350)} * 100$$

$$\%H = 50,56\% //$$

**pH**

Muestra = 10,1328 gr

H<sub>2</sub>O = 90 ml

$$PH = 10,19 //$$



- Muestra 5

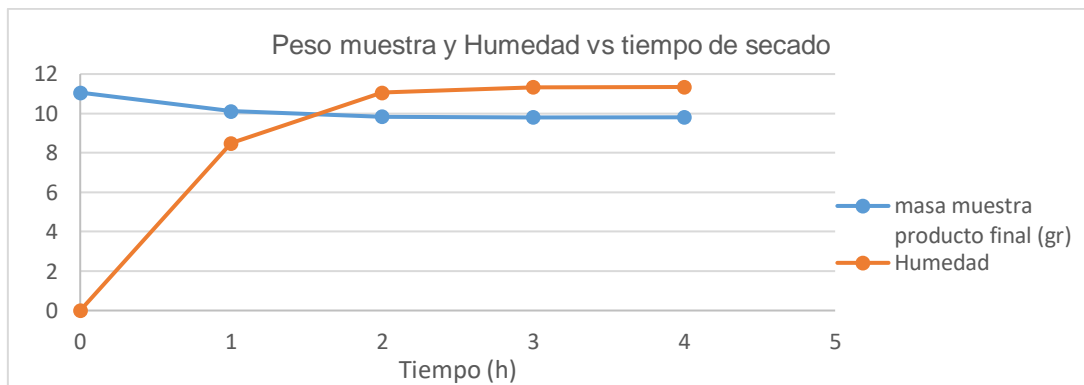
T (65°C)

Peso Placa Petri = 88,3792 gr

Peso Placa Petri + muestra 5 = 108,1430 gr

**Tabla 3.18 Peso de la muestra 5 y humedad**

t (h)	masa placa + muestra 5 (gr)	masa muestra 5 (gr)	Humedad
0	108,143	19,7638	0,000
1	105,2986	16,9194	14,392
2	102,9467	14,5675	26,292
3	101,2075	12,8283	35,092
4	100,0122	11,633	41,140
5	99,2754	10,8962	44,868
6	98,7968	10,4176	47,289



**Gráfico 3.7 Comportamiento de la muestra 5 con respecto a la masa y humedad vs tiempo de secado.**

$$\%H = \frac{(108,1430 - 88,3792) - (98,7968 - 88,3792)}{(108,1430 - 88,3792)} * 100$$

$$\%H = 47,38\%$$

## pH

Muestra = 10,0132 gr

$H_2O$  = 90 ml

pH = 8,37 //

### 3.2.3 Ajuste de la relación carbón y nitrógeno

Se lo hizo con serrín de pino a la pila de desechos debido a que el análisis de la relación carbono nitrógeno de la muestra 2 que se realizó en el laboratorio aroma fue de 14.25. La cantidad de serrín requerida por la pila se calcula a continuación:

Peso aproximado de la pila a 10 días = 60 lb

Relación  $\left[\frac{C}{N}\right]$  de la pila= 14,25

Peso Serrín = x

Relación  $\left[\frac{C}{N}\right]$  del Serrín = 350

Relación óptima es de: 25 -30

$$30 * (60 + x) = 60 * (14,25) + x * (350)$$

$$1800 + 30x = 855 + 350x$$

$$945 = 320 x$$

$$x = 2,95 \text{ lb}$$

### 3.2.4 Ajuste pH

La cantidad de ácido cítrico requerida se calcula a continuación

Añadir ácido cítrico para disminuir el pH, y dejar reposar una semana.

Agua de grifo= 0,1Lt.

Peso Molecular ácido Cítrico = 192, 124 gr/mol

Peso abono= 5gr                      pH= 10,19

Ácido cítrico = 1gr

Solución con ácido cítrico = 7ml

m: masa

n: # moles

PM: peso molecular

M: molaridad

Lt: litros

$$M = \frac{n}{lt}$$

$$M = \frac{\frac{m}{PM}}{lt}$$

$$M = \frac{\frac{1 \text{ gr}}{192,14 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}}}{0,1 \text{ lt}} = 0,05 \frac{\text{mol}}{\text{lt}}$$

Base de cálculo: 1 kg abono

La lectura del pH en la muestra 4 fue de 10.1 por lo que se utilizó un aditivo de grado alimentario (ácido cítrico); la cantidad de ácido cítrico requerida en la pila se calcula a continuación:

Preparación de una solución de 100ml/5 gramos de muestra

El gasto de la solución para bajar el pH a 8 fue de 7ml

Para 1kg de abono:

$$\begin{aligned} 1 \text{ kg abono} & * \frac{1000 \text{ gr abono}}{1 \text{ kg abono}} * \frac{7 \text{ ml sol. acid. citri.}}{5 \text{ gr abono}} * \frac{1 \text{ lt sol.}}{1000 \text{ ml sol.}} * \frac{0,05 \text{ moles}}{1 \text{ lt sol.}} \\ & = 0,07 \frac{\text{moles ácido cítrico}}{\text{kg abono}} \end{aligned}$$

$$n = \frac{m}{PM}$$

Entonces:

$$m = n * PM$$

$$m = 0,07 * (192,124 \frac{gr}{mol})$$

$$m = 13,45 \text{ gr ácido cítrico}$$

La cantidad de ácido cítrico requerida para ajustar el pH a 8 en la pila de desechos se detalla a continuación:

Peso de la pila de desecho = 20 lb + 2 onzas

$$20 \text{ lb abono} * \frac{1 \text{ kg abono}}{2,2 \text{ lb abono}} = 9,09 \text{ kg abono}$$

$$2 \text{ onzas} * \frac{1 \text{ lb abono}}{16 \text{ onzas abono}} * \frac{1 \text{ kg abono}}{2,2 \text{ lb abono}} = 0,056 \text{ kg abono}$$

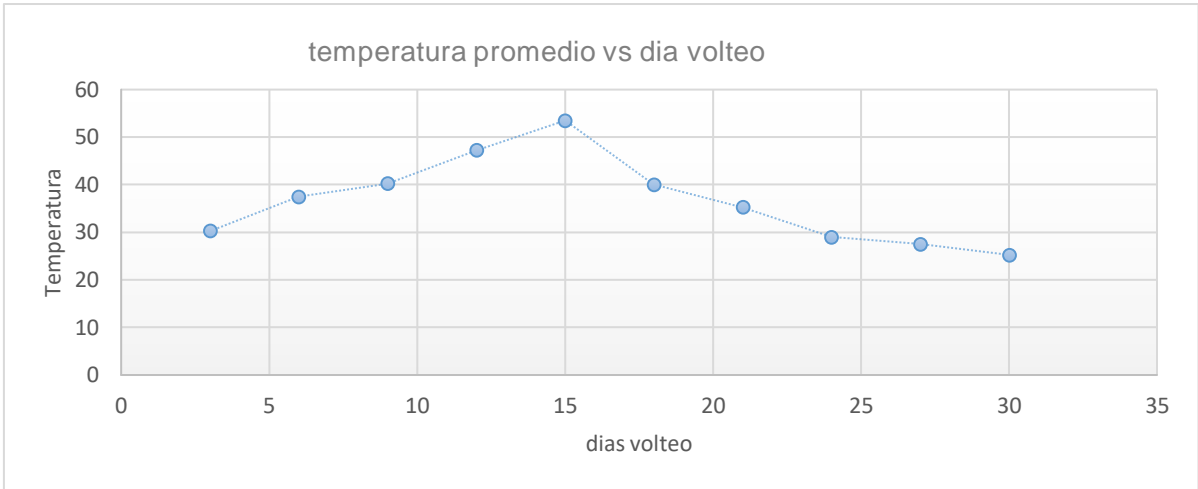
Peso total de la pila = 9,15 kg

$$9,15 \text{ kg abono} * \frac{13,45 \text{ gr ácido cítrico}}{1 \text{ kg de abono}} = 123,024 \text{ gr ácido cítrico}$$

**3.3 Resultados de las lecturas de las variables del proceso y los cálculos del análisis físico químico y microbiológico realizado en el laboratorio de hidrocarburos, el laboratorio de micro ensayos y el laboratorio de físico química al producto final se detallan a continuación:**

**Tabla 3.19 Temperatura promedio con el termómetro vs tiempo de volteo**

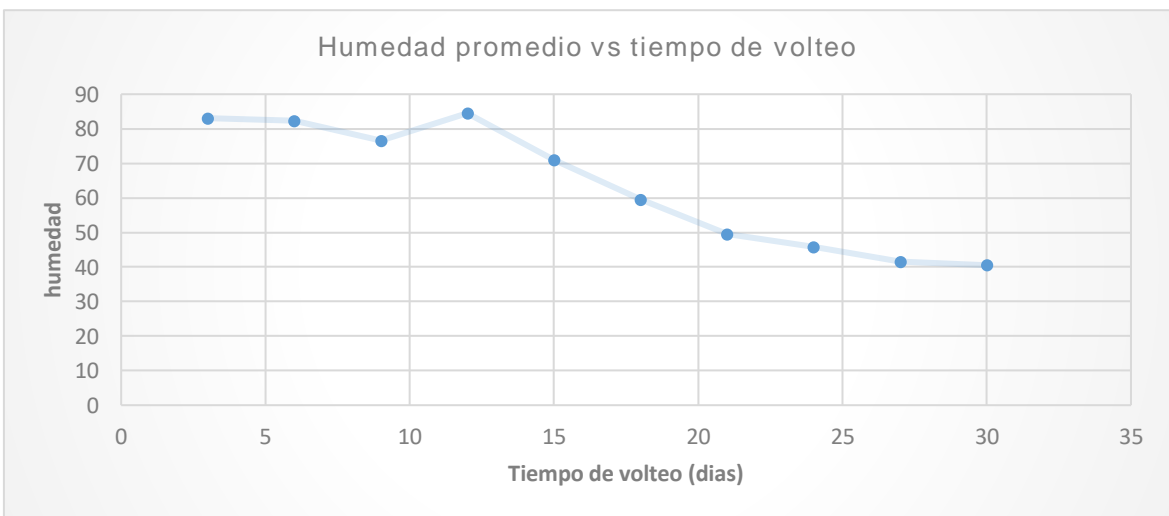
<b>días</b>	<b>Pto. promedio</b>
3	30,25
6	37,5
9	40,25
12	47,25
15	53,5
18	40
21	35,25
24	29
27	27,5
30	25,25



**Gráfica 3.8 Comportamiento de temperatura vs día volteo**

**Tabla 3.20 Humedad promedio con el equipo vs tiempo de volteo**

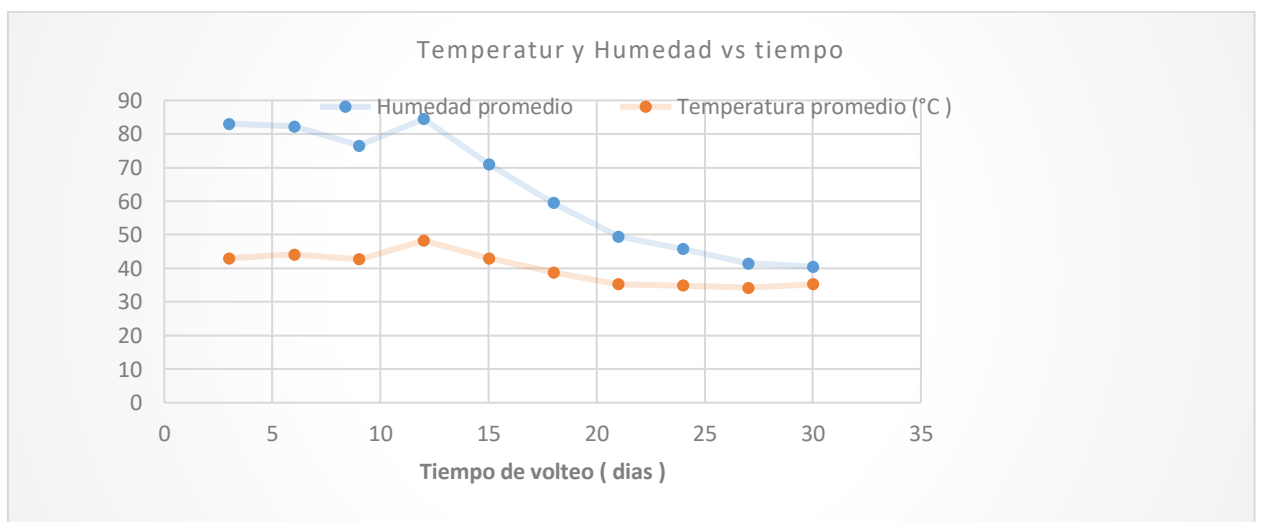
<i>días</i>	<i>Pto promedio</i>
3	83
6	82,25
9	76,5
12	84,5
15	71
18	59,5
21	49,5
24	45,75
27	41,5
30	40,5



**Gráfica 3.9 Comportamiento del parámetro humedad obtenida por el equipo vs día volteo**

**Tabla 3.21 Temperatura y Humedad obtenidas de los equipos vs tiempo**

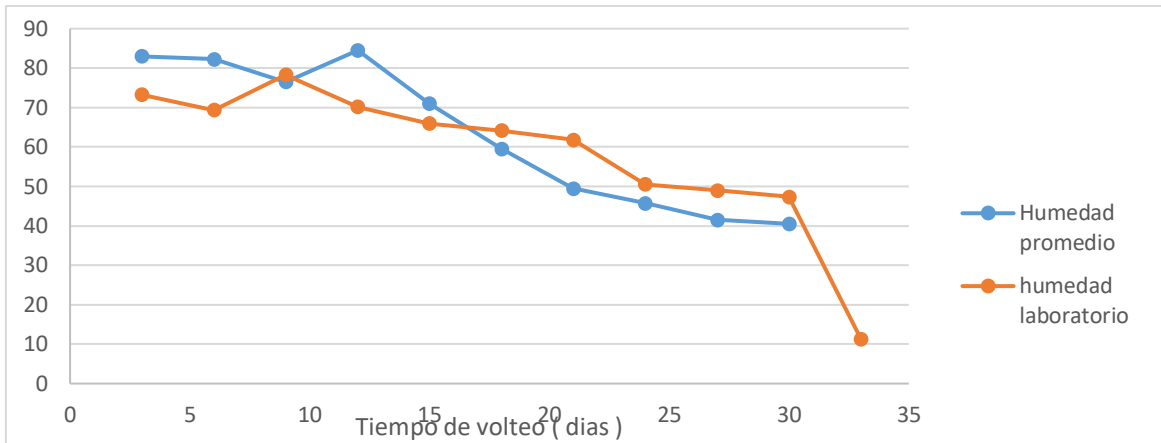
<i>días</i>	<i>Humedad promedio</i>	<i>Temperatura promedio (°C)</i>
3	83	43
9	76,5	42,75
12	84,5	48,25
18	59,5	38,75
27	41,5	34,25
30	40,5	34,25
33	40.5	34.25



**Gráfico 3.10 Relación entre la temperatura y humedad vs el tiempo**

**Tabla 3.22 Datos entre la humedad tomada con el equipo vs la humedad determinada en el laboratorio**

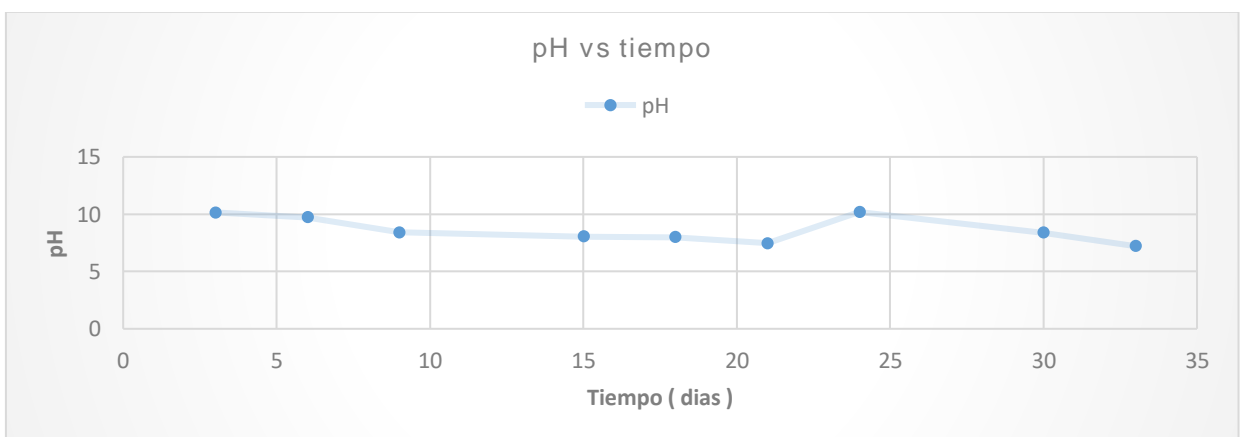
<i>días</i>	<i>Humedad promedio</i>	<i>Humedad del laboratorio</i>
3	83	73,27
9	76,5	78,27
12	84,5	70,15
18	59,5	64,158
27	41,5	48,96
30	40,5	47,38
33	40.5	11,34



**Gráfico 3.11 Relación entre la humedad tomada con el equipo vs la humedad determinada en el laboratorio**

**Tabla 3.23 Datos finales del pH en presencia del tiempo**

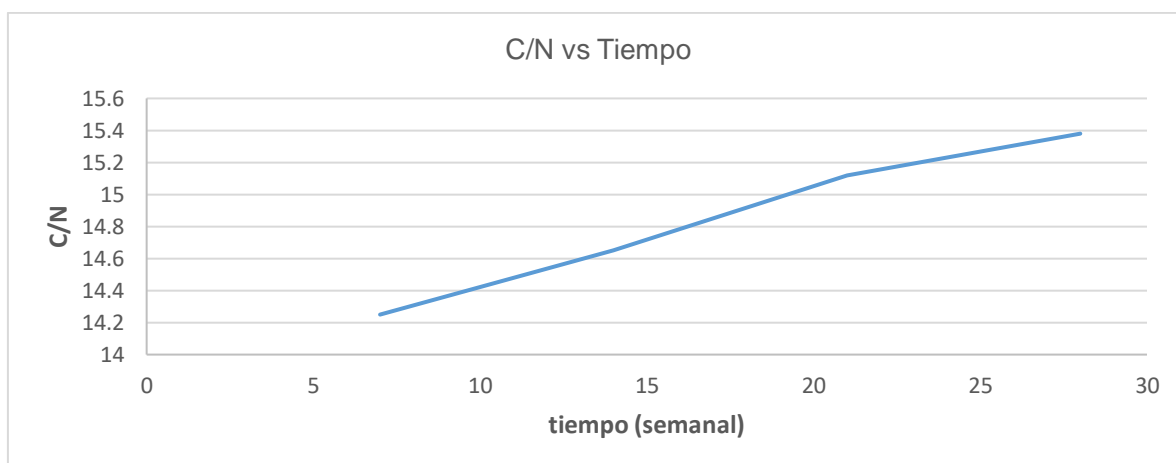
<i>días</i>	<i>pH</i>
3	10,15
6	9,72
9	8,42
15	8,06
18	7,98
21	7,47
24	10,19
30	8,37
33	7,21



**Gráfico 3.12 Tendencia del pH vs tiempo**

**Tabla 3.24 Datos relación carbono nitrógeno durante el proceso de compostaje**

<i>fecha</i>	<i>días</i>	<i>C/N</i>
10/7/2019	7	14,25
24/7/2019	21	15,12
31/7/2019	28	15,38

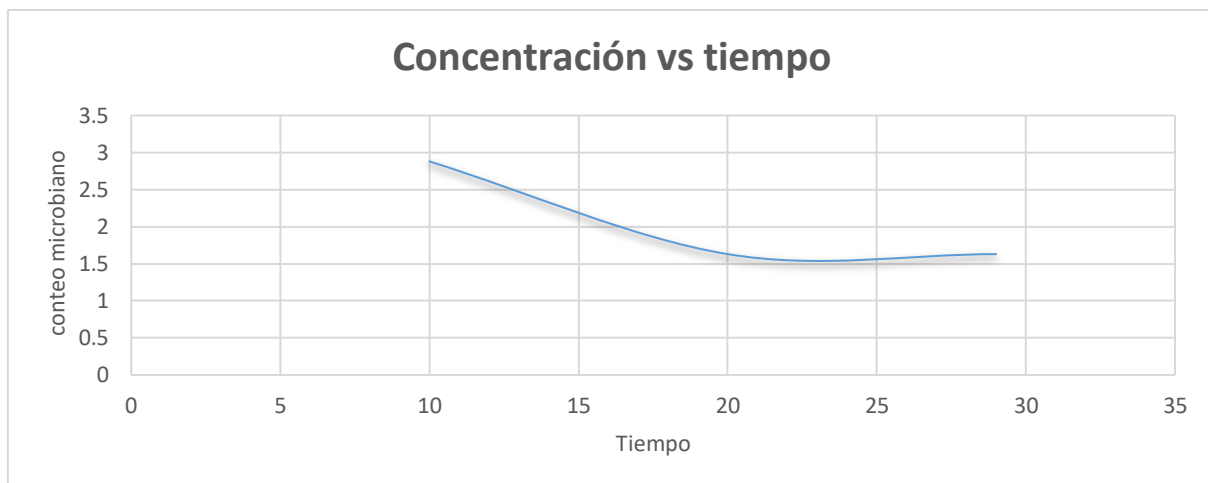


**Gráfico 3.13 Relación C/N vs a través del tiempo**

**Tabla 3.25 Conteo bacteriano en presencia del tiempo**

<i>fecha</i>	<i>días</i>	<i>conteo microbiano (10<sup>9</sup>)</i>
13/7/2019	10	2,88
23/7/2019	20	1,63
1/8/2019	29	1,63





**Gráfico 3.14 Concentración de bacterias vs el tiempo**

### **HUMEDAD**

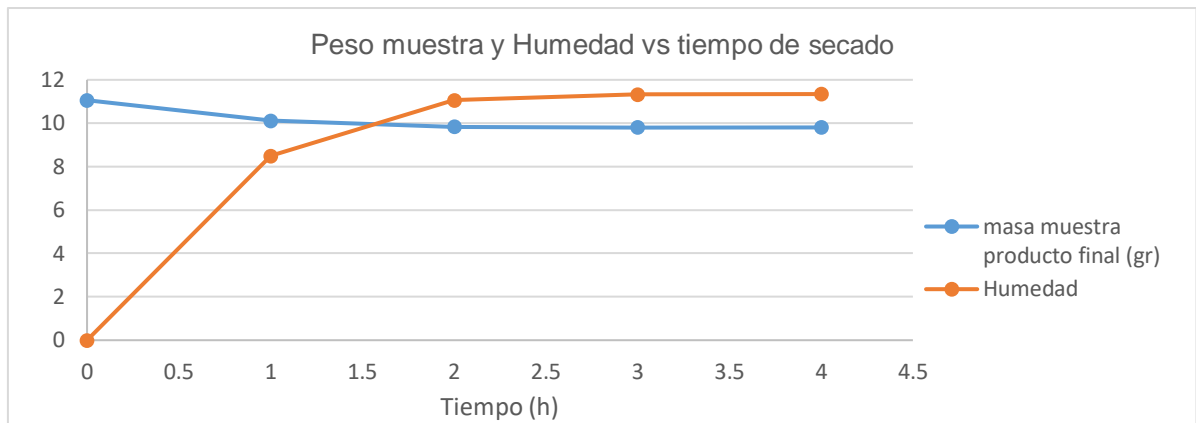
T (60°C)

Peso Placa Petri = 87,8070 gr

Peso Placa Petri + muestra = 98,8666 gr

**Tabla 3.26 Masa del producto final después de 6 horas**

t (h)	masa placa + muestra final (gr)	masa muestra producto final (gr)	Humedad
0	98,8666	11,0596	0,000
1	97,9274	10,1204	8,492
2	97,6437	9,8367	11,057
3	97,614	9,807	11,326
4	97,6121	9,8051	11,343



**Gráfico 3.15 Comportamiento del peso del producto final vs la humedad en cada intervalo de tiempo**

$$\%H = \frac{(98,8666 - 87,8070) - (97,8121 - 87,8070)}{(98,8666 - 87,8070)} * 100$$

$$\%H = 11,34\%$$

**pH**

Muestra = 10,0102 gr

H<sub>2</sub>O = 90 ml

pH = 8.1

**Contenido de Cenizas (%)**

Masa crisol = 48,2068 gr

Masa crisol + muestra = 52,0979 gr

Masa muestra = (52,0979 - 48,2068) gr

$$\% ceniza = \frac{1,0392}{3,8916} * 100$$

Masa muestra = 3,8916 gr

$$\% ceniza = 26,70\%$$

Masa crisol + masa ceniza = 49,2455 gr

Masa ceniza = (49,2455 - 48,2068) gr

Masa ceniza = 1,0392 gr

**Materia Orgánica (%)**

$$Ma. O = 100 - \%Ceniza$$

$$Ma. O = 100 - 26,70$$

$$Ma. O = 73,2963\%$$

**Contenido Carbono**

$$\%C = \frac{\%Ma.O}{1.72}$$

$$\%C = \frac{73,2963}{1.72}$$

$$\%C = 42,364 \%$$

**Conductividad eléctrica**

Peso muestra = 100 gr

Agua destilada = 100 ml

CE= 3.7ds/m

**Prueba de germinación**

#maleza =2

**Tabla 3.27 Cuadro comparativo del análisis físico químico entre el abono ubicado en el relleno sanitario vs el abono procesado con (Q – BIO COMPOSTER), determinados en el laboratorio de la ESPOL:**

Parámetros	ABONO	
	Sin Q –BIO COMPOSTER	Con Q - BIO COMPOSTER
% Humedad	40,31	11,34
% C	23,56	42,364
% N	0.4	-
pH	10,31	9,54
% cenizas	59,48	26,70
materia orgánica	40,52	73,29
C/N	7,4	-

**Tabla 3.28 Resultado del análisis físico químico del abono procesado con Q – BIO COMPOSTER, realizado por el laboratorio Agro Aroma.**

Parámetros	Valores		
	Abono sin Q – BIO COMPOSTER	Abono con Q – BIO COMPOSTER	Norma Chilena Nch 2880
% N	0.4	2,1	≥0.5
% P2O5	-	1,24	-
%K2O	-	4,09	-
%CaO	-	2,06	-
%MgO	-	0,67	-
Mn ppm	-	104,98	-
%Fe	-	0,19	-
Cu ppm	-	8,75	-
Zn ppm	-	52,49	-
% C/N	58.65	15,38	≤25
%M.Org	40.52	55,71	≥20
pH	10.33	8,54	6-8-5
%Humedad	11.73	12,1	11.5 – 12.5
Prueba de germinación	4	2	≤2
Conductividad eléctrica (ds/m)	8.33	3.7	≤4

Se puede apreciar en base a los resultados que, el producto procesado con Q-BIO COMPOSTER se encuentra más cerca de los rangos permisibles de calidad en base a la norma chilena de compost lo que indica que las bacterias benéficas y una selección más equilibrada de desechos con contenido de carbono y nitrógeno o, da como resultado un producto de mayor calidad y en un menor tiempo

Si se selecciona correctamente los desechos vegetales a compostar a través de contenido de humedad inicial y la relación carbono nitrógeno apropiada, la conversión de los desechos orgánicos en abono se detalla en la tabla 3.20

**Tabla 3.29 Reducción y/o Conversión de desecho orgánicos a abono.**

Material	%conversión
Masa de abono obtenido	45%
Biol generado	5%
Impurezas y perdidas por formación de gases	50%

### 3.4 Análisis de rentabilidad de la producción de abono orgánico.

El análisis se lo realizo en base a la cantidad de desechos generados en el mercado Marcelino Maridueña y se convirtiera en abono orgánico.

Para que se elabore abono, la pila requería de un tamaño como mínimo de 1 metro de alto, 1 metro de largo y 0.9 metros de ancho; pero la cantidad de desechos que se generó en el mercado y se almaceno para construir la pila de desechos, no podía cumplir con esa mínima condición de tamaño, por lo que se hizo el acopio de otros desechos para alcanzar las dimensiones que requería la pila.

De acuerdo a los datos proporcionados por el municipio de Marcelino Maridueña, con respeto al peso de los desechos orgánicos recolectados en un solo fin de semana fue aproximadamente de 17,67 kg (3 sacos).

De esta manera se hizo el acopio de 12 sacos con desechos generados en el mercado y de otros lugares, de esta forma se obtuvo un peso aproximado de 136 kilos. Así se logró alcanzar el mínimo tamaño que requería la pila de compostaje.

$$136 \text{ kilos de desechos} \times \frac{1 \text{ ton.de desechos}}{1000 \text{ kg de desechos}} = 0.136 \text{ ton. de desechos}$$

$$0.136 \text{ toneladas de desechos} \times \frac{0.45 \text{ ton. abono}}{1 \text{ ton de desechos}} = 0.0612 \text{ ton. de abono}$$

$$0.0612 \text{ ton. de abono} \times \frac{1000 \text{ kilogramos de abono}}{\text{ton. abono}} \times \frac{1 \text{ saco de abono}}{50 \text{ kilogramos abono}}$$

$$= 1,224 \text{ sacos de abono}$$

La densidad del biol es 0.97 toneladas /m<sup>3</sup>, (Sistema de Biobolsa, 2015).

$$0.136 \text{ toneladas de desechos} \times \frac{0.05 \text{ ton. biol}}{1 \text{ ton de desechos}} = 0.068 \text{ ton. de biol}$$

$$0.068 \text{ ton. de biol} \times \frac{1 \text{ m}^3 \text{ de biol}}{0.97 \text{ ton de biol}} \times \frac{1000 \text{ litros}}{1 \text{ m}^3 \text{ de biol}} = 7 \text{ litros de biol}$$

Se generaría 1.224 sacos de abono y 7 litros de biol

El costo de un saco de urea de 50 kilogramos bordea los \$26, teniendo una composición alta en nitrógeno del 46%, (UNIDAD NACIONAL DE ALMACENAMIENTO EP, 2017).

En base al análisis físico químico realizado al producto final, el contenido de nitrógeno es alrededor del 36%, se determinó que el costo de un saco de abono COMPOSTOMARCE es de \$19.

El precio de un 1 litro de biol es de \$ 3.50; en nuestro caso el precio venta será de \$ 3.

$$1.224 \text{ sacos de abono} \times \frac{\$ 19}{1 \text{ saco de abono}} = \$ 23.25$$

$$7 \text{ litros de biol} \times \frac{\$ 3}{1 \text{ litro de biol}} = \$ 21$$

Los ingresos por elaboración de abono orgánico con la cantidad de utilizados son de \$ 44.25, en base a la tabla 3.2 los gastos de producción de abono son de \$142 lo que indica que hay una pérdida de \$ 100. Por tal motivo el proceso no es rentable si se utilizan pequeñas cantidades de desechos.

**Tabla 3.30 Calculo de gastos por elaboración de abono orgánico**

Actividad y materiales	# de personas, material y movilización	Valor prom. Unidad ( $\frac{\$}{semana}$ )	Valor total ( $\frac{\$}{mes}$ )
Acopio de desechos	1	8	32
Compra de sacos	10	0.20	2
Traslado de desechos	1	3	12
Adquisición de machete	2	4	8
Adquisición de palas	2	6	12
Adquisición de geomenbrana	1	4	4
Alquiler de báscula.	1	3	3
Formación de pila de desechos	1	8	8
Monitoreo durante el proceso	2	10	40
Dosis de Q-BIO COMPOSTER)	1	5	5
Ensayado de abono orgánico	2	8	16
<b>Gasto total</b>			<b>142</b>

Para que el proceso sea rentable se debe tener una cantidad de desechos mínima a compostas de 1 tonelada:

La cantidad de abono orgánico producido a partir de una tonelada de desechos se calcula a continuación:

$$1 \text{ ton. de desecho} \times \frac{0.45 \text{ ton. de abono}}{1 \text{ ton. de desecho}} = 0.45 \text{ ton. de abono}$$

$$0.45 \text{ ton de abono} \times \frac{1000 \text{ kilogramos de abono}}{1 \text{ ton de abono}} = 450 \text{ kg de abono}$$

$$450 \text{ kg de abono} \times \frac{1 \text{ saco de abono}}{50 \text{ kg abono}} = 9 \text{ sacos de abono}$$

La cantidad de biol generado para una tonelada de desechos es:

$$1 \text{ ton de desecho} \times \frac{0.05 \text{ ton. de biol}}{1 \text{ ton. de desecho}} = 0.05 \text{ ton. de biol}$$

$$0.05 \text{ ton. de biol} \times \frac{1 \text{ m}^3 \text{ de biol}}{0.97 \text{ ton de biol}} \times \frac{1000 \text{ litros de biol}}{1 \text{ m}^3 \text{ de biol}} = 51 \text{ litros de biol}$$

$$9 \text{ sacos de abono} \times \frac{\$ 19}{1 \text{ saco de abono}} = 171$$

$$51 \text{ litros de biol} \times \frac{\$ 3}{1 \text{ litro de biol}} = \$ 153$$

Se detalla a continuación los ingresos y egreso para la elaboración de abono orgánico a partir de 1 tonelada de desechos:

El ingreso económico por venta de sacos de abono orgánico es \$ 171

El ingreso económico por venta de biol es \$ 153

Los ingresos por venta de producción de abono orgánico y biol son de \$ 324.

Los costos por producción de abono orgánico son de \$142

Balance de rentabilidad del proceso	\$171 + \$153 - \$142 = \$182
-------------------------------------	-------------------------------

El análisis de rentabilidad nos dio un balance positivo con una ganancia al mes aproximada de \$182.

El beneficio económico sería mayor si la cantidad de desechos a compostar fuese de 3 toneladas de desechos en adelante.



# CAPÍTULO 4

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1 Conclusiones

Los resultados obtenidos del análisis físico químico del abono ubicado en el relleno sanitario de la comunidad Marcelino Maridueña elaborado por los recicladores de la asociación ASOSERMARCE, se encuentran fuera de los rangos permisibles de calidad; ya que posee una alta relación carbono nitrógeno provocando que disminuya la actividad biológica y no sea apto para los cultivos, Por lo tanto, no pueda ser comercializado.

El déficit del contenido de nitrógeno se debió a que los recicladores seleccionaron y utilizaron desechos orgánicos con mayor índice de carbono que de nitrógeno, lo cual indica que hubo un desequilibrio de este parámetro en el producto final (abono).

El valor del pH del abono ubicado en el relleno sanitario es de 10.22, lo que indica que es un producto alcalino, ocasionando que las bacterias tengan menor capacidad de tolerancia provocando que exista poca cantidad de bacterias en el producto.

La selección y la mezcla de los desechos vegetales del mercado Marcelino Maridueña que se utilizó para la construcción de la pila ubicada en la finca La Aurora fue la apropiada, esto se pudo comprobar con los resultados del análisis físico químico de la relación carbono nitrógeno la cual indicó que era de 14.7:1; de esta forma el proceso se encuentra dentro de los rangos permisibles en la obtención de un producto equilibrado y de calidad.

Mediante los resultados del análisis físico químico del abono orgánico obtenido se comprobó que tuvo un valor de relación carbono nitrógeno cercano a 20:1. Lo que significa que si se utiliza desechos con mayor contenido de nitrógeno no

afecta al proceso de compostaje, ya que se equilibra con la pérdida del exceso de nitrógeno en forma de amoníaco.

El valor del pH durante el proceso de compostaje fue el adecuado, ya que se encontraba en un rango de 7 – 8 lo que indica que está dentro de los rangos permisibles. Pero en la etapa de maduración (fase 4), se elevó cerca de 9.56, debido a la mayoría de desechos con gran contenido de nitrógeno y el uso del Q – BIO COMPOSTER, todo esto originando que el proceso se alargue 5 días más de lo esperado; ya que una pila de desechos con un pH mayor a 9.5 origina que el proceso se haga lento.

La eliminación del exceso de la humedad en la pila de desechos, durante el proceso de compostaje fue óptima; esto se debió a la frecuencia del volteo realizada durante las cuatro etapas del proceso, lo que indica que si el volteo se realiza con mayor frecuencia la humedad en la pila se removerá y por tanto el proceso se acelerará.

El proceso de compostaje fue de 35 días debido a la trituración al inicio de la formación de la pila, ya que mientras más pequeños son los materiales a compostar la computación será más rápida.

El tamaño de los desechos orgánicos en la pila debe de 2 o 3 cm, esto contribuirá a una rápida compostación debido a temperatura ya que se alcanzan de manera más rápida las cuatro etapas del proceso.

El análisis realizado para el conteo de formación de colonias en la muestra dio como resultado  $2.3 \times 10^9$  de esta manera se comprueba que existe una gran población de bacterias en el abono orgánico obtenido.

Existió un leve descenso en la cantidad de bacterias en la fase 4 del proceso, debido a que el pH se incrementó; pero se logró ajustar esta variable con la ayuda de un aditivo de grado alimentario el cual no afecta la composición del producto final.

El uso de las bacterias benéficas (Q –BIO COMPOSTER), nos permite tener un producto en menor tiempo con alto de contenido de nitrógeno y esto se comprueba con el tiempo del proceso que se tomó para obtener el abono orgánico y con el resultado del análisis físico químico realizado.

Al elaborar compost de forma natural, el periodo de tiempo que conlleva obtener abono orgánico es de 150 días aproximadamente. Pero si se aprovechan las bacterias benéficas y se utilizan en la pila de desechos, reducirá considerablemente el tiempo de producción

En las cuatro etapas del proceso, el monitoreo y manejo de la pila de desechos, y la medición de las variables de seguimiento del proceso de compostaje fue el apropiado, ya que las lecturas de los parámetros de seguimiento confirman que están en las condiciones adecuadas.

El análisis nutricional de la composición de la cantidad de micronutrientes en la muestra final nos indica que el abono orgánico obtenido se encuentra dentro de los rangos óptimos de calidad y es apto para los sembríos de cultivo.

La metodología propuesta para la ejecución del proyecto integrador beneficiará a los recicladores de la asociación ASOSERMARCE de la comunidad Marcelino Maridueña ya que se generaría empleos para los integrantes de la asociación o las persona que quieren elaborar compost y de esta forma tengan un ingreso económico.

Actualmente el Municipio de la comunidad Marcelino Maridueña compra fertilizantes sintéticos para sus áreas verdes, de esta manera es justificable que las autoridades del Municipio pongan en marcha un programa para la elaboración de abono orgánico en su comunidad, generando de esta manera fuentes de trabajo y así evitar la compra de fertilizantes.

## 4.2 RECOMENDACIONES

Es recomendable realizar el análisis de la relación carbono nitrógeno de los materiales inicialmente a compostar (un equilibrio en la mixtura de los materiales); de esta manera no tendrá muchos inconvenientes la pila durante el proceso.

Se recomienda para la formación de la pila de desechos, triturar los materiales a una dimensión cercana a dos centímetros, de esta manera habrá un mezclado un buen mezclado y la composición será más rápida.

Se debe evitar la utilización de desechos como restos de madera o ramas leñosas, ya que hacen que la mezclen de los desechos sea más difícil y relentecen el proceso porque se descomponen lentamente.

Para que la conversión en abono orgánico a partir de los desechos en la pila de compostaje sea aproximadamente del 50%, se recomienda realizar la selección de los desechos inicialmente utilizados mediante el contenido de humedad.

Se debe tener en cuenta durante las 3 primeras etapas del proceso el rango de temperatura deberá estar en 40 y 60%, ya que si está por debajo ralentizara el proceso y si es mayor a 60% el proceso se puede volver anaeróbico. El contenido de humedad será proporcional a la frecuencia del volteo de los desechos de la pila

Es recomendable realizar un control adecuado de las variables de seguimiento del proceso de compostaje, mediante el correcto manejo del termómetro, del indicador de humedad, y de los desechos de la pila al momento de realizar los volteos además del seguimiento de la variable carbono nitrógeno

Es recomendable tener una infraestructura adecuada para la formación de la pila de los desechos, previniendo que le caiga aguas lluvia y que se expongan a los rayos solares; además del uso de una geomembrana que permita recuperan y almacenar el biol (subproducto) que también puede comercializárselo.

Se recomienda utilizar Bacterias benéficas (Q- BIO COMPOSTER), ya que nos permite obtener un producto en menor tiempo a diferencia de cuando se hace compost de manera natural. Por otra parte, nos permite obtener un producto con alto contenido de nitrógeno.

# Bibliografía

- APROLAB. (2007). *Compost Con Microorganismos Eficaces Elaborado Por:* (001), 0–21.
- CCA. (2017). *Caracterización y gestión de los residuos orgánicos en América del Norte, informe sintético.* Retrieved from <http://www3.cec.org/islandora/en/item/11770-characterization-and-management-organic-waste-in-north-america-white-paper-es.pdf>
- FAO. (2013). Manual de compostaje del agricultor. In *Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe.* Retrieved from <http://www.fao.org/3/a-i3388s.pdf>
- Feder, F. (2004). *APLICACIÓN DEL COMPOST EN LOS SECTORES AGRÍCOLA Y CÁDIZ, HUELVA Y GRANADA JUNIO.* 1–4.
- Galera, A., Hidalgo, A. M., & Gómez, M. D. M. M. (2014). Biorresiduos: gestión y alternativas de utilización. *Conama*, 2010.
- INEC. (2016). *Estadística de Información Ambiental Económica en Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales Contenido.* 15–17. Retrieved from [http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas\\_Ambientales/Gestion\\_Integral\\_de\\_Residuos\\_Solidos/2016/Presentacion\\_Residuos\\_Solidos\\_2016\\_F.pdf](http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Gestion_Integral_de_Residuos_Solidos/2016/Presentacion_Residuos_Solidos_2016_F.pdf)
- Jordi, S. (2009). *Cámara Thoma Y Neubauer Improved Para El Recuento De Levaduras ( Tiraje ).* 1–5.
- Julca, A., Meneses, L., Blas, R., & Bello, S. (2006). La Materia Orgánica, Importancia Y Experiencia De Su Uso En La Agricultura. *Idesia (Arica)*, 24(1), 49–61. <https://doi.org/10.4067/S0718-34292006000100009>
- Marcos, J. (2012). *Propuesta de compostaje de los residuos vegetales generados en la Universidad de Piura.* 3. Retrieved from <http://pirhua.udep.edu.pe/handle/123456789/1728>
- Nacional., C. F. (2017). *Ficha sectorial: Importacione y Exportación*

- Agroquímicos*. 1(1), 24. Retrieved from <https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/2017/10/FS-Abonos-octubre-2017.pdf>
- SENA. (2017). *Ficha Técnica De Producto Item*. 55.
- Sistema de Biobolsa. (2015). Sistema Biobolsa®/ Manual de BIOL Contenido. *Manual de Biol*, 17.
- BANCO MUNDIAL. (20 de SEPTIEMBRE de 2018). *BANCO MUNDIAL*. Obtenido de <https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2018/09/20/global-waste-to-grow-by-70-percent-by-2050-unless-urgent-action-is-taken-world-bank-report>
- Bobbio, L., Melé, P., & Ugalde, V. (2017). *Conflictos y concertación: La gestión de los residuos en México, Italia y Francia*. México: Colegio de Mexico AC.
- ernández A. (13 de Enero de 2016). *Las ciudades con la mejor gestión de residuos del mundo*. Obtenido de Las ciudades con la mejor gestión de residuos del mundo: <https://www.consumer.es/medio-ambiente/las-ciudades-con-la-mejor-gestion-de-residuos-del-mundo.html>
- MINISTERIO DEL AMBIENTE. (2002). *Programa 'PNGIDS' Ecuador*. Quito: Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos – PNGIDS ECUADOR.
- REPAMAR. (Marzo de 1998). *EVALUACIÓN DE LOS PROYECTOS DE COMPOSTAAJE EN EL ECUADOR*. Obtenido de EVALUACIÓN DE LOS PROYECTOS DE COMPOSTAAJE EN EL ECUADOR: <http://www.bvsde.ops-oms.org/eswww/repamar/gtzproye/compost/compost.html>
- UNIDAD NACIONAL DE ALMACENAMIENTO EP. (23 de Mayo de 2017). *Listado de precios*. Obtenido de Listado de precios: <http://www.una.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/12/LISTA-DE-PRECIOS-DTCl.pdf>
- Vargas yuri, Perez Liliana. (2018). APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AMBIENTE. *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 3, 7-8.

Serrano, R (2006). Apuntes sobre compostaje.

FAO. (2002). Los Fertilizantes y su uso. 9-16. Obtenido de Los Fertilizantes y su uso.

*KALIL, S. (12 de Febrero de 2017). SEGUIMIENTO DEL PROCESO DE HUMIFICACIÓN EN COMPOST INOCULADO. Obtenido de SEGUIMIENTO DEL PROCESO DE HUMIFICACIÓN EN COMPOST INOCULADO:*

*<https://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis288.pdf>*





**Adolfo Rodríguez Matos (LABORATORIO AROMA) - Teléfono: 228-4700**  
**Av. Juan Taca Marcano # 316 Km. ½ • E-mail: laboratorio@insagrosa.com.ec**  
**ORDEN DE ANÁLISIS: SUELO - FOLIAR - AGUA - FERTILIZANTES**

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: 13 de octubre 2019 N° Orden: 1  
 Compañía: Boa Pacifico  
 Dirección: Boa Pacifico - San Juan  
Rueta, N° 276 - Sola, 283  
 Teléfono: 0939289115  
 # RUC o CI: 0950300125  
 Correo: juan y samara@gmail.com

**IDENTIFICACIÓN / MUESTRA**

1 abono orgánico M#3  
 2 edad: 45 días  
 3 fronteras orgánico 7  
 4 muestra orgánico  
 5 especimens

Observaciones:  
Boa Pacifico de. de # 313-1  
a nombre: Adolfo Rodríguez Matos

	1	2	3	4	5	6	TOTAL
Nitrogeno Total							
Fósforo							
Potasio							
Calcio							
Magnesio							
Hierro							
Cobalto							
Zinc							
Manganeso							
Boro							
pH							
Conductividad Eléctrica							
Solubilidad							
Tierras							
Materia Orgánica							
C/N							
Retención de Agua							
Alcalinidad Intercambiable							
Capacidad Intercambiable Católica							
Acidez Intercambiable							
Carbonatos							
Sulfatos							
Alcalinidad							
Cloruros							
Sólidos Totales							
Sólidos Totales Disueltos							
Dureza							
Carbono Orgánico							
Sodio							
Plata							
Densidad							
Humedad							
Anión. Carbonato							

**Anexo 2 Factura del análisis del contenido de nutrientes del producto final (abono Orgánico), por parte del laboratorio Aroma**



ANALISIS DE FERTILIZANTES

DATOS DEL CLIENTE

Orde de Análisis:	19228-1	Telefono:	0939289119	Biotecnología
Nombre :	Srta Cinthya Pacalla	Fact:	x	
Remitente:	x	Ruc:	0950502138	
Dirección:	Coop. Santiago Roldos Mz 16-S-283	F / ingreso:	2019.08.08	
Provincia:	Guayas	F / entrega:	2019.08.14	
e-mail:	sacrynsama@gmail.com			

IDENTIFICACION DE MUESTRAS:

1.-	Abono organico M # 3 (desechos organicos y micro-organismos)-edad 45 dias
2.-	
3.-	
4.-	
5.-	

ANALISIS QUIMICO

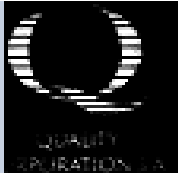
Identificacion muestra		1	2	3	4	5	6
N total %	kjeldahl	2,10					
P2O5 %	colorimetria	1,24					
K2O %	AA	4,09					
Ca O %	AA	2,06					
Mg O %	AA	0,67					
Mn ppm	AA	104,98					
Fe %	AA	0,19					
Cu ppm	AA	8,750					
Zn ppm	AA	52,49					
B %	colorimetria	-					
Si(SO4) %	gravimetria	-					
CIC meq/100	calculos	-					
C.O. %	titulacion	-					
C/N %	calculos	15,38					
M.O %	titulacion	55,71					
Ph	medidor	9,54					
CE mmhos/cm	conductimetro	-					
Salinidad %	salinometro	-					
Humedad %	gravimetria	12,01					

Obs: Trabajado en base seca

Atentamente.

  
 Dra. Elizabeth Gómez-Nieto  
 e.c. Lab:

**Anexo 3 Resultados del análisis físico químico a la muestra final por parte del laboratorio Aroma**



## QUALY - BIO COMPOSTER

Biodigestor para el tratamiento de desechos agrícolas

Q - BIO COMPOSTER es un producto diseñado para degradar los desechos agrícolas, agroindustriales, residuos de plantas de procesamiento de alimentos; granjas de crianza de animales y, para la revalorización de otros desechos, como estiércol, basura, etc.

Q - BIO COMPOSTER puede ser dosificado en lagunas de coacción de fincas de crianza de animales y para el control de malos olores en establos, corrales, galpones de crianza de aves, sitios de acumulación de basura, rellenos sanitarios, etc.

Q - BIO COMPOSTER es una mezcla de microorganismos benéficos, principalmente bacterias y hongos, que al ser aplicado sobre desechos agrícolas, actúa de la siguiente manera:

- Digiere las fibras celulósicas, las proteínas, los aceites y grasas y los carbohidratos residuales, presentes en residuos agrícolas y en los desperdicios de la crianza de animales, incluidos el estiércol.
- Mejora la consistencia de los desechos líquidos, que se requiere para su bombeo.
- Demora la generación de malos olores al decomponer los desechos agrícolas, mediante la adición de los compuestos mal olientes; ejemplo el escatol (3 metil indol) presente en las heces de los animales.
- Maximiza el valor como fertilizante de los desechos agrícolas y del estiércol de los animales.

Q - BIO COMPOSTER permite obtener un abono orgánico en menor tiempo y con un mayor contenido de nitrógeno.

### APLICACIONES

La activación del producto se lleva a cabo, mezclándolo con agua entre 20 a 30 minutos antes de su aplicación por reciado o al voleo.

Corrales y áreas de confinamiento: Para ganado vacuno, emplear semanalmente un libra por cada 100 animales. Remover el estiércol y luego aplicar el producto mezclado con agua.

Despestaño: Usar de 20 a 50 gramos del producto por tonelada de desecho, activar previamente el producto durante 24 horas, preferentemente con aireación.

Tratamiento de desechos: Rocíar las áreas con acumulación de desechos orgánicos, aplicar el producto una a dos veces por semana. La dosis específica para cada área será establecida según el volumen de los desechos y el nivel requerido o tolerable de los malos olores; sin embargo toda la superficie deberá ser cubierta en cada aplicación.

Lagunas de coacción: La dosis depende del tamaño de la laguna.

Primera y segunda semana: 4,0 libras de Q - BIO COMPOSTER por cada 1000 m<sup>3</sup> de desechos líquidos. Mantenimiento semanal: 2,0 libras de Q - BIO COMPOSTER por cada 1000 m<sup>3</sup> de desechos líquidos.

Zanjas de estiércol: En estos pozos, la acción bacteriana rompe la matriz gelatinosa o sólida, de los desechos agrícolas y el estiércol de los animales. Por cada 1000 m<sup>3</sup> de capacidad de la zanja, usar de una a dos libras de producto; mezclar con 20 litros de agua y, rocíar sobre la zanja. A partir de la tercera semana, la dosis puede ser reducida de 1/2 a 1,0 libra por cada 1000 m<sup>3</sup> de capacidad del pozo estercolero.


### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Densidad bruta: 0,5 a 0,60 g/cc  
Contenido de microorganismos:  $5 \times 10^8$  UFC/g

Cdla. Cogra Km 3½ Carlos Julio Arosemena Galpón N° 2 • Telf.: 4622291 - 4622273 - 4622477  
Cel.: 0996150779 + e-mail: ventas01@qualityec.com Guayaquil - Ecuador

## Anexo 4 Ficha técnica del Q - BIO COMPOSTER

Fuente: (Serrano A, 2006)

<b>Unidad de medida</b>	Kilo
<b>Calidad</b>	Calidad USP, Cristales incoloros o polvo cristalino blanco.
<b>Generalidades</b>	Es un ácido orgánico tricarbónico que está presente en la mayoría de frutas, sobretudo en cítricos como el limón y la naranja, posee forma de cristales blancos, de sabor ácido y es prácticamente inodoro. Es un buen conservante y antioxidante natural que se añade industrialmente como aditivo alimentario. Principalmente se utiliza como acidulante, agente aromatizante, conservante y bebidas también se utiliza como antioxidante, plastificante y detergente en la industria química, cosmética y de limpieza.
<b>Requisitos Generales</b>	Polvos cristalino blanco y/o cristales incoloros. Y debe cumplir con todos los requisitos establecidos en la presente ficha técnica, de acuerdo con las especificaciones requeridas.
<b>Requisitos Específicos</b>	. Granulado fino cristalino blanco en presentación por kilos <b>PROPIEDADES ESPECÍFICAS</b> Origen del Compuesto: Orgánico Nombre Químico: Ácido 2-hidroxi- 1,2,3-propanotricarbónico Sinónimo de Nombre Químico: 1, 2, 3 Ácido propanotricarbónico; ácido beta hidroxitricarbónico; ácido beta-hidroxitricarbónico Fórmula: C <sub>6</sub> H <sub>8</sub> O <sub>7</sub> Estado: sólido Densidad: 1,665 g/cm <sup>3</sup> Composición Química: Cristales de 99 % pureza mínima .
<b>Empaque y rotulado</b>	BOLSA DE KILO DE POLIETILENO Deberá empacarse de forma tal que el producto no sufra daños y conserve su calidad en condiciones adecuadas de manejo, almacenamiento y transporte. Deberá contener un rotulo y debe indicar como mínimo; nombre del producto, lote, fecha de fabricación y vencimiento, proveedor.
<b>Presentación</b>	Bolsa de Kilo.
<b>Garantías</b>	Fecha de vencimiento superior a un año.
<b>Imagen</b>	

### Anexo 5 Ficha técnica del ácido cítrico grado alimentario

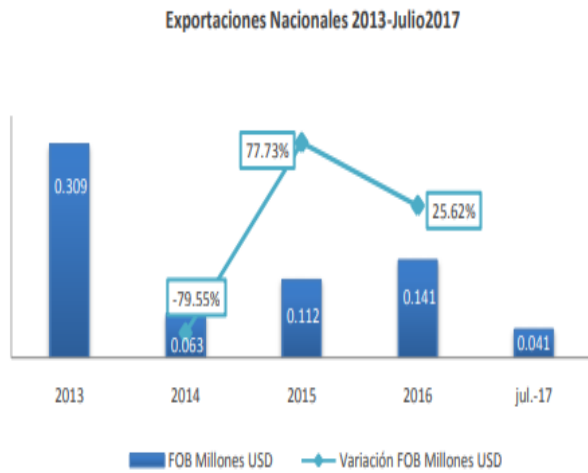
Fuente:(SENA, 2017)

FERTILIZANTES				TABLA DE DESCUENTOS ( ABRIL 2017)			
TIPO	PRODUCTO	PRESENTACIÓN	P.V.P.	PVP 1-20	PVP 21-100	PVP 101-499	PVP 500-...
EDÁFICOS	DAP	SACO 50 KG	\$ 32.63	\$ 27.80	\$ 26.43	\$ 25.75	\$ 25.07
EDÁFICOS	MOP GRANEL™ (POLVO)	SACO 50 KG	\$ 21.47				
EDÁFICOS	MURIATO DE POTASIO BLANCO	SACO 50 KG	\$ 28.93	\$ 20.74	\$ 20.00	\$ 19.63	\$ 19.26
EDÁFICOS	MURIATO DE POTASIO ROJO	SACO 50 KG	\$ 28.93	\$ 20.74	\$ 20.00	\$ 19.63	\$ 19.26
EDÁFICOS	SULFATO DE AMONIO	SACO 50 KG	\$ 14.43	\$ 14.36	\$ 13.44	\$ 12.87	\$ 12.41
EDÁFICOS	SULFATO DE POTASIO	SACO 50 KG	\$ 42.00	\$ 37.77	\$ 36.28	\$ 35.09	\$ 33.31
EDÁFICOS	UREA GRANULAR	SACO 50 KG	\$ 25.83	\$ 19.07	\$ 18.56	\$ 17.72	\$ 17.38
EDÁFICOS	UREA PERLADA	SACO 50 KG	\$ 19.63	\$ 18.84	\$ 18.34	\$ 17.84	\$ 17.51
MEZCLAS	FERTIMIX 10-30-10	SACO 50 KG	\$ 30.00				
MEZCLAS	FERTIMIX 12-24-12 (CACAO)	SACO 50 KG	\$ 30.30				
MEZCLAS	FERTIMIX 15-15-15	SACO 50 KG	\$ 26.70				
MEZCLAS	FERTIMIX 15-4-23 (BANANO)	SACO 50 KG	\$ 25.52				
MEZCLAS	FERTIMIX 8-20-20 (SIN NÚCLEO)	SACO 50 KG	\$ 25.00				
MEZCLAS	FERTIMIX DUO (50/50) (NK)	SACO 50 KG	\$ 26.23				
MEZCLAS	FERTIMIX DUO2 (70/30) (P/NÚCLEO)	SACO 50 KG	\$ 30.86				
ORGÁNICO	UNABONO	SACO 50 KG	\$ 7.00				

**Anexo Figura 6 Precio de abono en el país**  
**Fuente: (UNIDAD NACIONAL DE ALMACENAMIENTO EP, 2017).**



Abonos de origen animal o vegetal			
Año	TON	FOB	Valor
	Miles	FOB Millones USD	Tonelada Promedio Miles USD
2013	0,31	0,31	0,98
2014	0,13	0,06	0,49
2015	0,14	0,11	0,80
2016	0,30	0,14	0,46
jul.-17	0,09	0,04	0,47
<b>Total</b>	<b>0,97</b>	<b>0,67</b>	



**Anexo Figura 7 Importaciones y Exportaciones de Abono orgánico y animal desde 2013-2017**

Fuente: (Nacional., 2017).



**Anexo Figura 8 Reunión con las autoridades del Municipio Marcelino Maridueña para la entrega del avance del proyecto**

		Rango aceptador por NCh 2880, Of. 2004	
		Clase A	Clase B
<b>INDICADORES DE CALIDAD</b>			
Humedad (Base húmeda)	%	30,0 - 45,0	30,0 - 45,0
Densidad aparente (Base seca, muestra < 15mm)	Kg/m <sup>3</sup>	≤ 700	≤ 700
Porosidad ( muestra < 15mm)	%	45 - 60	45 - 60
pH en agua 1:5		5,0 - 8,5	5,0 - 8,5
Conductividad Eléctrica 1:5	dSm	< 3	≤ 8
Materia Orgánica	%	≥ 20	≥ 20
Carbono Orgánico (Estimado de M.O., método alternativo)*	%		
Nitrogeno Total	%	≥ 0,5	≥ 0,5
Nitrogeno-Amoniacal (N-NH <sub>4</sub> )	mg/kg	≤ 500	≤ 500
Nitrogeno-Nitrico (N-NO <sub>3</sub> )	mg/kg		
Germinación de malezas	prop/L	≤ 2	≤ 2
<b>INDICADORES DE MADUREZ</b>			
Relación Carbono / Nitrogeno		≤ 25	≤ 30
Relación Amonio / Nitrato		≤ 3	≤ 3
Autocalentamiento	°C	≤ 5	≤ 5
Germinación de rabanitos	%	≥ 80	≥ 80

Anexo Figura 9 Norma Chilena 2880, para compost