



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL

**“DISEÑO DE UNA PLANTA DE COMPOSTAJE A PARTIR DE
RESIDUOS ORGÁNICOS GENERADOS EN EL MERCADO
MUNICIPAL SANTOS LEOPOLDO CABEZAS VILLALBA DEL
CANTÓN GUANO”**

Trabajo de Titulación

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL

AUTORA

JHOANA CAROLINA SÁNCHEZ GUALOTO

Riobamba- Ecuador

2021



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL

**“DISEÑO DE UNA PLANTA DE COMPOSTAJE A PARTIR DE
RESIDUOS ORGÁNICOS GENERADOS EN EL MERCADO
MUNICIPAL SANTOS LEOPOLDO CABEZAS VILLALBA DEL
CANTÓN GUANO”**

Trabajo de Titulación

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL

AUTORA: JHOANA CAROLINA SÁNCHEZ GUALOTO

DIRECTOR: HANNIBAL LORENZO BRITO MOINA Ph. D.

Riobamba- Ecuador

2021

©2021, Jhoana Carolina Sánchez Gualoto

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

Yo, **Jhoana Carolina Sánchez Gualoto**, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación; El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 31 de mayo del 2021

A handwritten signature in blue ink, enclosed in a blue oval. The signature reads "Jhoana Carolina Sánchez Gualoto".

Jhoana Carolina Sánchez Gualoto

CI: 060469045-3

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL

El Tribunal de trabajo de titulación certifica que: El trabajo de titulación: Tipo: Proyecto Técnico “**DISEÑO DE UNA PLANTA DE COMPOSTAJE A PARTIR DE RESIDUOS ORGÁNICOS GENERADOS EN EL MERCADO MUNICIPAL SANTOS LEOPOLDO CABEZAS VILLALBA DEL CANTÓN GUANO**”, realizado por la señorita: **JHOANA CAROLINA SÁNCHEZ GUALOTO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

FIRMA

FECHA



Firmado electrónicamente por:
**ROBERT ALCIDES
CAZAR RAMIREZ**

Dr. Robert Alcides Cazar Ramírez Ph.D.

31-05-2021

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



Firmado electrónicamente por:
**HANNIBAL
LORENZO BRITO
MOINA**

Ing. Hannibal Lorenzo Brito Moina Ph.D

31-05-2021

DIRECTOR DEL TRABAJO

DE TITULACIÓN



Firmado digitalmente por
**LOURDES
JANNETH JARA
SAMANIEGO**

Dra. Lourdes Janneth Jara Samaniego Ph.D.

31-05-2021

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado para alguien especial, quien de pequeña me tomó de la mano y me enseñó a caminar, a luchar siempre por ser mejor, aunque hoy no se encuentre físicamente en la tierra, en mi corazón lo llevare toda mi vida, mi padre Marco que desde el cielo a través de sueños estuvo dándome fuerzas a seguir adelante en mis peores momentos, a mi madre Daisy que de no ser por su apoyo incondicional no hubiera llegado tan lejos, soportando cada uno de mis arranques y locuras, completando el trabajo que mi padre que por su enfermedad no pudo hacerlo, como no a mi esposo y a mi hija Diego y Eymi, que en mi pequeño hogar fueron una gran inspiración para hacer que este sueño llegara a su realidad, mi hermana y mis sobrinas Jessica, Dayra y mi pequeña Sophie por su amor incondicional, cada uno de ustedes están dentro de mi corazón.

Jhoa.

AGRADECIMIENTO

“El agradecimiento es la memoria del corazón”

Lao Tsé

Por todo lo alcanzado y lo que llegará paulatinamente mi profundo agradecimiento a Dios quien es fuerza y motor de vida, a mi familia por el empuje y ánimo para cada día ser mejor persona, agradezco de manera especial al Dr. Hannibal Brito y a la Dra. Janneth Jara por su guía y conocimiento otorgado en el desarrollado de este trabajo, a mis amigos quienes me dieron su mano cuando más lo necesite a lo largo de la carrera, así como en el desarrollo del trabajo de titulación.

Mi agradecimiento sincero a mi esposo Diego, en el desarrollo de este trabajo fue quien estuvo conmigo en cada momento, ayudándome, animándome y aconsejándome con el único objetivo de culminar con éxito y felicidad esta ardua tarea. A mi madre, hermana sobrinas e hija, mis suegros y cuñados por su apoyo excepcional y en todo momento.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, mi querida POLI y a sus docentes por haber forjado en mí una educación de calidad, la responsabilidad y principalmente por la preparación para ser una gran profesional.

Finalmente agradecer a todas y cada una de las personas que de una u otra forma colocaron su granito de arena tanto en el desarrollo de mi vida estudiantil como en este trabajo, mi gratitud infinita para cada uno de ustedes.

Jhoa.

TABLA DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT.....	xiv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	2
1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA	2
1.1. Identificación del problema	2
1.2. Justificación de la investigación.....	2
1.3. Objetivos.	4
1.3.1. <i>Objetivo General.</i>	4
1.3.2. <i>Objetivos Específicos.</i>	4
CAPITULO II	5
2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	5
2.1. Antecedentes	5
2.2. Marco Conceptual.....	6
2.2.1 <i>Residuo</i>	6
2.2.2. <i>Residuo sólido</i>	6
2.2.3. <i>Residuos sólidos urbanos</i>	7
2.2.4. <i>Residuos sólidos orgánicos.</i>	7
2.2.5. <i>Residuos vegetales</i>	7
2.2.6. <i>Materiales estructurantes</i>	7
2.2.7. <i>Cepillo Rojo.</i>	8
2.2.8. <i>Cepillo blanco</i>	8
2.2.9. <i>Ciprés</i>	8
2.2.10. <i>Reciclaje</i>	9
2.2.11. <i>Recolección de residuos.</i>	9

2.2.12.	Colores específicos para la clasificación de los residuos sólidos	9
2.2.13.	Clasificación de los residuos	10
2.2.13.1.	<i>General</i>	10
2.2.14.	Mercado	11
2.2.15.	Residuos de mercado	11
2.2.16.	Residuos de tallos de banano	11
2.2.17.	Lixiviados	11
2.2.18.	Tamaño de muestra	12
2.2.18.1.	<i>Población conocida</i>	12
2.2.19.	Producción Per Cápita (PPC)	12
2.2.20.	Caracterización de residuos sólidos	13
2.2.21.	Compost	15
2.2.22.	Compostaje	15
2.2.23.	Etapas del compostaje	15
2.2.23.1.	<i>Fase mesófila</i>	15
2.2.23.2.	<i>Fase termófila o de Higienización</i>	16
2.2.23.3.	<i>Fase de enfriamiento o mesofílica</i>	16
2.2.23.4.	<i>Fase de maduración</i>	16
2.2.24.	Condiciones del proceso de compostaje	16
2.2.24.1.	<i>Humedad</i>	17
2.2.24.2.	<i>Porosidad</i>	18
2.2.24.3.	<i>Estructura</i>	18
2.2.24.4.	<i>Temperatura</i>	18
2.2.24.5.	<i>pH</i>	18
2.2.24.6.	<i>Oxígeno</i>	18
2.2.25.	Calidad de abonos orgánicos	19
2.2.26.	Técnica de muestreo por cuarteo	20
2.2.27.	Plantas de compostaje	20
2.2.27.1.	<i>Fundamento</i>	20
2.2.27.2.	<i>Consideraciones</i>	21
2.2.27.3.	<i>Infraestructura de una planta de compostaje</i>	22
2.2.27.4.	<i>Etapas dentro de una planta de compostaje</i>	22
2.1.27.	Marco legal	38
2.1.27.1.	<i>Compostaje</i>	38
2.1.27.2.	<i>Planta de tratamiento</i>	39

CAPÍTULO III.....	46
3. MARCO METODOLÓGICO	46
3.1. Lugar de estudio	46
3.1.1. Datos generales del cantón Guano.....	46
3.1.1.1. <i>Ubicación.</i>	46
3.1.1.2. <i>Límites.</i>	47
3.1.1.3. <i>División Política.....</i>	47
3.1.1.4. <i>Densidad Poblacional.</i>	47
3.1.2. Reconocimiento de la zona.....	47
3.1.2.1. <i>Datos generales Mercado Municipal Santos Leopoldo Cabezas Villalba.....</i>	47
3.1.3. Lugar experimental.....	48
3.1.3.1. <i>Valparaíso.</i>	48
3.1.3.2. <i>Límites</i>	49
3.1.3.3. <i>Especificación climática</i>	49
3.1.4. Celda Emergente Valparaíso	49
3.2. Metodología	50
3.2.1. Tipo de investigación	50
3.2.2. Métodos, materiales y equipos.....	50
3.2.2.1. <i>Método.</i>	50
3.2.3. Levantamiento y Recopilación de la información.	51
3.2.3.1. <i>Encuestas</i>	51
3.2.4. Materiales y equipos.	52
3.2.5. Parte experimental	56
3.2.5.1. <i>Elaboración del compost</i>	56
3.2.5.2. <i>Volúmenes y densidades</i>	60
3.2.6.1. <i>Área de recepción y almacenamiento de residuos.</i>	61
3.2.6.2. <i>Área de preparación, clasificación y mezcla.</i>	61
3.2.6.3. <i>Área de poda.....</i>	61
3.2.6.4. <i>Área de equipos y herramientas.....</i>	62
3.2.6.5. <i>Área de descomposición y maduración.....</i>	62
3.2.6.6. <i>Área de tanques.</i>	63
3.2.6.7. <i>Área de servicios higiénicos.</i>	63

3.2.6.8.	<i>Área de post tratamiento y almacenamiento.</i>	63
3.2.6.9.	<i>Área libre.</i>	64
CAPÍTULO IV		64
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	64
4.1.	Caracterización de muestras iniciales.	64
4.2.	Parámetros Analizados durante el proceso de compostaje	65
4.2.1.	<i>Parámetros de control.</i>	65
4.2.1.1.	<i>Temperatura</i>	65
4.2.1.2.	<i>Potencial hidrógeno (pH)</i>	66
4.2.1.3.	<i>Conductividad Eléctrica (CE)</i>	67
4.2.1.4.	<i>Materia Orgánica (MO)</i>	68
4.2.1.5.	<i>Relación Carbono Nitrógeno (C/N)</i>	69
4.2.2.	<i>Caracterización química de los tratamientos</i>	70
4.2.2.1.	<i>Contenido en micronutrientes</i>	70
4.2.3.	<i>Características biológicas</i>	72
4.2.3.1	<i>Análisis de fitotoxicidad.</i>	72
4.2.4.	<i>Análisis estadístico</i>	73
4.2.5.	<i>Características físicas en los tratamientos</i>	78
4.2.5.1.	<i>Color.</i>	78
4.2.5.2.	<i>Olor.</i>	78
4.2.6.	<i>Tamaño de muestra.</i>	78
4.2.6.1.	<i>Cantón Guano.</i>	78
4.2.6.2.	<i>Mercado municipal.</i>	79
4.2.7.	<i>PPC (Producción per cápita)</i>	80
4.2.7.1.	<i>Cantón Guano.</i>	80
4.2.7.2.	<i>Mercado municipal.</i>	81
4.2.8.	<i>Resultados de PPC.</i>	81
4.2.8.1.	<i>Cantón Guano.</i>	81
4.2.8.2.	<i>Mercado municipal.</i>	82
4.2.9.	<i>Caracterización de residuos.</i>	83
4.2.9.1.	<i>Volumen.</i>	83
4.2.9.2.	<i>Densidad.</i>	85

4.2.9.3. <i>Composición de los residuos.</i>	88
4.2.9.4. <i>Composición física de los residuos sólidos.</i>	93
4.2.9.5. <i>Contenido de los residuos sólidos urbanos.</i>	95
4.2.9.6. <i>Secciones del Mercado Municipal.</i>	97
4.3. Planta de compostaje.....	97
4.4. Presupuesto final de la planta de compostaje.....	101
4.5. Determinación de costo del compost.	104
4.5.1. <i>Costos por tratamiento</i>	104
4.5.2. <i>Rendimiento de los tratamientos.</i>	104
4.5.3. <i>Precio final del compost</i>	105
CONCLUSIONES.....	106
RECOMENDACIONES.....	107
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2:	Lista de materiales compostables.....	25
Tabla 1-3:	Materiales y equipos utilizados para la elaboración del compost.....	53
Tabla 2-3:	Elementos utilizados para la elaboración del compost.....	56
Tabla 3-3:	Fecha de toma de muestras.....	59
Tabla 4-3:	Análisis del compost.....	59
Tabla 5-3:	Datos para el cálculo de número de pilas.....	63
Tabla 1-4:	Caracterización de las materias iniciales.....	65
Tabla 3-4:	Contenido N,P y K del compost.....	71
Tabla 4-4:	Análisis estadístico.....	76
Tabla 5-4:	Cálculo de tamaño de muestra del cantón Guano.....	79
Tabla 6-4:	Cálculo de tamaño de muestra mercado municipal.....	79
Tabla 7-4:	Cálculo de tamaño de muestra comerciantes y compradores.....	80
Tabla 8-4:	Resultados de PPC cantón Guano	82
Tabla 9-4:	Resultados de PPC mercado municipal	83
Tabla 10-4:	Volúmenes cantón Guano.....	88
Tabla 11-4:	Volúmenes mercado municipal.....	88
Tabla 12-4:	Densidades cantón Guano.....	88
Tabla 13-4:	Densidades mercado municipal.....	88
Tabla 14-4:	Peso de los residuos de acuerdo a su composición.....	89
Tabla 15-4:	Caracterización cantón Guano.....	90
Tabla 16-4:	Peso de los residuos de acuerdo a la composición.....	91
Tabla 17-4:	Caracterización mercado municipal.....	92
Tabla 18-4:	Composición física de residuos sólidos cantón Guano	93
Tabla 19-4:	Composición física de residuos sólidos del mercado municipal.....	94
Tabla 20-4:	Contenido de residuos.....	96
Tabla 21-4:	Secciones del mercado municipal.....	97
Tabla 22-4:	Presupuesto planta de compostaje.....	101
Tabla 23-4:	Costo de los tratamientos.....	103
Tabla 24-4:	Rendimiento.....	104
Tabla 25-4:	Precio final del kilogramo de compost.....	105

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-2:	Código de colores para residuos sólidos.....	9
Figura 2-2:	Cálculos de la capacidad de carga dependiendo de la forma de la superficie.....	31
Figura 1-3:	Mapa del cantón Guano.....	46
Figura 2-3:	Mapa de ubicación del centro de acopio del cantón Guano (Valparaíso).....	48

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-4:	Variación de la temperatura.....	66
Gráfico 2-4:	Variación del pH.....	67
Gráfico 3-4:	Variación de la conductividad eléctrica (CE).....	68
Gráfico 4-4:	Degradación de materia orgánica (MO).....	69
Gráfico 5-4:	Relación carbono nitrógeno C/N.....	70
Gráfico 6-4:	Índice de Germinación (IG).....	73
Gráfico 7-4:	Normalidad de parámetros.....	75
Gráfico 8-4:	Composición de residuos.....	90
Gráfico 9-4:	Caracterización cantón Guano.....	91
Gráfico 10-4:	Composición de residuos.....	92
Gráfico 11-4:	Caracterización mercado municipal.....	93
Gráfico 12-4:	Vista planta.....	98
Gráfico 13-4:	Vista longitudinal.....	98
Gráfico 14-4:	Vista transversal.....	99

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** Parámetros analizados en el proceso de compostaje en los dos tratamientos.
- ANEXO B:** Modelo de encuesta PPC habitantes del cantón Guano.
- ANEXO C:** Modelo de encuesta PPC usuarios del mercado municipal del cantón Guano-compradores.
- ANEXO D:** Modelo de encuesta PPC usuarios del mercado municipal del cantón Guano-comerciantes.
- ANEXO E:** Tabulación de datos PPC cantón Guano.
- ANEXO F:** Diagramas de encuestas realizados a los habitantes del cantón Guano.
- ANEXO G:** Tabulación de datos PPC de los usuarios del mercado municipal del cantón Guano-comerciantes.
- ANEXO H:** Diagramas de encuestas realizadas a los comerciantes del mercado municipal del cantón Guano.
- ANEXO I:** Tabulación de datos PPC de los usuarios del mercado municipal del cantón Guano-compradores.
- ANEXO J:** Diagramas de encuestas realizadas a los compradores del mercado municipal del cantón Guano.
- ANEXO K:** Oficio aprobado por el alcalde para accesibilidad en las áreas involucradas y la información del Mercado Municipal.
- ANEXO L:** Guías de laboratorio.
- ANEXO M:** BOLETIN MENSUAL METEOROLÓGICO.
- ANEXO N:** Resultado para análisis relación C/N
- ANEXO Ñ:** Resultados relación C/N
- ANEXO O:** ETAPA EXPERIMENTAL
- ANEXO P:** ETAPA DE LABORATORIO.
- ANEXO Q:** Diseño de la planta en 3D.

RESUMEN

El presente trabajo técnico tuvo como objetivo el diseño de una planta de compostaje para tratar residuos orgánicos generados en el mercado municipal Santos Leopoldo Cabezas Villalba del cantón Guano, en mezcla con residuos de banano y de poda. Con dichos residuos se construyeron dos pilas de compostaje: Pila1: 100 Kg de residuos de poda y 146 Kg de residuos de mercado; Pila2 100 Kg de residuos de poda, 146 Kg de residuos de mercado y 568 Kg de residuos de banano, en cada uno de los tratamientos se añadió microorganismos de montaña. Se controló temperatura, humedad, pH, conductividad eléctrica, materia orgánica, y aireación. Los volteos se realizaron manualmente en base a la temperatura. La toma de muestras se realizó previo a cada volteo. Los parámetros analizados con sus respectivos resultados fueron: pH: Pila1 (7,92) y Pila2 (7,63), conductividad eléctrica (dSm^{-1}): Pila1 (3,16) y Pila2 (4,41), Materia Orgánica: Pila1 (46,8 %) y la Pila2 (42,2 %), Índice de Germinación (IG) el mayor porcentaje obtenido fue de la Pila2 (91,05%) y en la Pila1 (70,32%). Con base a los resultados de cantidad y características de los residuos orgánicos generados, se diseñó los planos de una planta de compostaje de dimensiones: 13,9 m de ancho por 27,74 de largo, consta de 8 áreas para el proceso de compostaje, con lo que se concluye que los compost obtenidos pueden ser utilizados para enriquecer suelos deficientes de materia orgánica y macronutrientes ya que se obtuvo valores establecidos dentro de las normativas internacionales, al ser la planta de compostaje una de las alternativas para tratar residuos orgánicos, se permite recomendar al GADMC- GUANO la construcción de una planta de compostaje de residuos orgánicos para el mercado municipal del cantón Guano para promover el reciclaje de residuos orgánicos y contribuir con el cuidado del ambiente.

Palabras clave: <AMBIENTE>, <RESIDUOS>, <MERCADO>, <COMPOSTAJE>, <COMPOST>, <BIOTECNOLOGÍA >, <GUANO (CANTÓN) >.



1299-DBRA-UPT-2021

2021-07-06

ABSTRACT

The aim of the current technical work is to design of a composting plant to treat organic waste generated in Santos Leopoldo Cabezas Villalba municipal market located in Guano county and mixed with banana and pruning waste. With this waste, 2 compost piles were built: Pile1: 100 Kg of pruning waste and 146 Kg of market waste; Pile 2: 100 Kg of pruning waste, 146 Kg of market waste and 568 Kg of banana, some mountain microorganisms were added in each treatment. In this process, temperature, humidity, pH, electrical conductivity, organic matter, and aeration were controlled. The turning process was performed in a manual form and based on the temperature. The sampling was carried out before each turning process. The parameters analyzed with their corresponding results were: pH: Pile1 (7.92) and Pile 2 (7.63), electrical conductivity (dSm-1): Pile1 (3,16) and Pile2 (4,41), Organic Matter: Pile1 (46,8 %) and Pile 2 (42.2%), Germination Index (GI), the highest percentage obtained was (91.05%) in Pile 2 and (70.32%) in pile 1. Based on the results on the quantity and characteristics of the organic waste generated, the plans for a composting plant were designed with the following dimensions: 13.9 m in width by 27.74 m in length, it also has 8 areas for the composting process. It is concluded that the compost obtained can be used to improve soils with poor organic matter and macronutrients since, established values accepted by the international regulations were obtained. As the composting plant is one of the alternatives to treat organic waste, it is recommended for the municipality of Guano to build an organic waste composting plant for the municipal market of Guano county in order to promote and contribute to the environment care.

Keywords: <ORGANIC SOLID WASTE>, <BIOTECHNOLGY>, <ORGANIC FERTILIZERS>, <CO-COMPOST>, <COMPOST>.

INTRODUCCIÓN

La cantidad generada diariamente de residuos sólidos en el cantón Guano es un problema cada vez más grande; la celda emergente ubicada en Valparaíso recibe al día aproximadamente 7 toneladas de residuos dentro de los cuales son más representativos los residuos orgánicos por su cantidad, que al juntarse con los demás tipos de residuos producto de las diferentes actividades que se desarrollan en el cantón como la actividad productiva, turística, artesanal entre otras, generan un impacto significativo al medio, ya que son colocados de una forma directa al suelo en la celda mencionada sin que esta reciba ningún procedimiento técnico, la situación no ha dado un cambio significativo en los últimos 10 años (GAD GUANO, 2015, p. 76).

Los residuos generados dentro de los mercados municipales en su gran mayoría no poseen un manejo y disposición final adecuado, en el mercado municipal del cantón Guano Santos Leopoldo Cabezas Villalba, se da normalmente la comercialización de productos, de lunes a domingo, siendo el último día con mayor afluencia comercial (GAD GUANO, 2015, p. 180). Al finalizar esta actividad se generan residuos de todo tipo y en su gran mayoría de residuos orgánicos, encontrando aquí restos de frutas y hortalizas principalmente, todos estos residuos son llevados y colocados en la celda emergente de Valparaíso sin recibir ningún tipo de tratamiento.

El diseño e implementación de una planta de compostaje es una de las alternativas para tratar los residuos sólidos orgánicos. Cuando el tratamiento se realiza técnicamente, se obtiene como producto final un abono orgánico conocido como compost, que al ser aplicado al suelo, aumenta la cantidad de materia orgánica y de macro y micronutrientes beneficiando la salud de los suelos y ayudando a que los nutrientes sean más asimilables para las plantas. Adicionalmente, la estructura del suelo se ve mejorada al igual que la retención de humedad, favoreciendo la actividad biológica de los suelos (MAGAP, 2014, pp.5-8).

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

1.1. Identificación del problema

En el último informe realizado por el Banco Mundial en relación a la generación de residuos sólidos se tiene que a nivel mundial la generación de éstos va aumentando cada día más, una de las principales razones es el crecimiento de la población. A nivel mundial, para el año 2050 se estima un incremento de residuos de aproximadamente 70%, en el año 2016 se generaron 2010 millones de toneladas y se proyecta para el 2050 se genere un aproximado de 3.40 mil millones de toneladas de residuos al año. En los países desarrollados, del total de los residuos generados, el 44% son considerados residuos orgánicos, dentro de los cuales se encuentra incluido desperdicio alimentario (Silpa , et al., 2018, pp.xi-xii).

Según datos obtenidos por (AME, 2017.p.14-15), en un estudio realizado en el año 2017, Ecuador genera un aproximado de 12337,26 toneladas diarias de residuos sólidos teniendo al año más de 4 millones de toneladas de residuos, de los cuales el 57,3 % son residuos orgánicos, del porcentaje restante 4,4% es papel, 5,8% cartón el 1,6% es plástico, para desechos sanitarios no peligrosos un 5,1% y finalmente 16,8% otra variedad de basura. La Producción per cápita determinada 0,61 Kg/Hab/Día.

Guano es un cantón de la provincia de Chimborazo en la República del Ecuador conocido como la capital artesanal. Formada por 42,851 habitantes según el último censo del 2010 (Inec, 2010, p. 4), del total de la población, la mayor parte dentro de la cabecera cantonal se dedica a la fabricación de artículos artesanales y una pequeña cantidad a diversas actividades como preparación de platos típicos, elaboración de chompas, negocios propios etc. Existe un mercado municipal en el cantón, llamado Santos Leopoldo Cabezas Villalba, éste funciona de manera normal los 7 días de la semana teniendo una mayor demanda los días domingo. Aquí se genera una gran cantidad de residuos sólidos, la mayor parte de éstos son residuos orgánicos, los mismos son depositados directamente en la celda emergente ubicada en la parroquia de Valparaíso sin recibir ningún tipo de tratamiento.

1.2. Justificación de la investigación.

En la basura se encuentran un sin número de materiales, menciona (Vallejo, 2016, p. 40), éstos son de gran potencial contaminante, como son pilas, lámparas fluorescentes, medicinas caducadas, aceites minerales, residuos orgánicos, esta basura ha causado daños ambientales como: malos olores, proliferación de plagas de roedores e insectos, focos infecciosos, ocupación incontrolada del territorio generando la destrucción del paisaje y de los espacios naturales, contaminación de acuíferos, suelos y aguas superficiales por lixiviados, gases de efecto invernadero fruto de la combustión incontrolada y del mismo proceso de degradación de los materiales vertidos.

Para (García, et.al., 2018, p 3), el utilizar abonos orgánicos en el suelo representa un sin número de beneficios dentro de los cuales se detalla los siguientes como más importantes; mejora las propiedades tanto físicas, químicas y biológicas del suelo donde se aplica los abonos, en las propiedades biológicas beneficia tanto a microorganismos como a la fauna existente en la zona, en las propiedades químicas se tiene que mejora el pH, adquiere mayor cantidad de materia orgánica y mejora los nutrientes, en las propiedades físicas estabiliza la porosidad, agregación y retención de humedad del suelo.

En una investigación realizada por (Alzate & Rubio, 2017, p. 69), se da a conocer que los beneficios obtenidos al utilizar abonos orgánicos en un suelo tienen como resultado, productos frescos, sanos y de calidad; aporta al suelo un gran porcentaje de materia orgánica; se ve incrementada la cantidad de cultivo, al aplicar este nuevo método de fertilización quedan de lado los fertilizantes y muchos productos químicos que perjudican significativamente al suelo.

Este trabajo de investigación se realizó con el único propósito de reutilizar aquellos residuos orgánicos generados en el mercado municipal del cantón Guano y a la vez generar abono orgánico (compost), el mismo que favorece al suelo, proporcionando nutrientes que por la actividad antrópica están desapareciendo. La elaboración de abonos orgánicos contribuye también a la preservación de los recursos como al suelo y el agua, pues al reciclar los residuos se disminuye la generación de lixiviados y la emanación de gases de efecto invernadero. A nivel social ayuda a la participación y concientización ya que al ser un producto orgánico natural no genera daños ambientales mucho menos a la salud humana.

El compost puede ser más barato en comparación con los abonos inorgánicos comunes, generando incluso mejores resultados.

Este trabajo es factible ya que con él se contribuye a la correcta disposición final de los residuos orgánicos de mercado, disminuyendo los daños ambientales y obteniendo un producto utilizado a nivel agrícola generando resultados prometedores tanto para la sociedad como para el ambiente.

1.3. Objetivos.

1.3.1. Objetivo General.

Diseñar una planta de compostaje a partir de los residuos orgánicos generados en el mercado municipal Santos Leopoldo Cabezas Villalba del cantón Guano.

1.3.2. Objetivos Específicos.

- ✓ Realizar la caracterización de los residuos generados en el mercado municipal del cantón Guano.
- ✓ Determinar la producción per cápita (PPC) dentro del mercado municipal.
- ✓ Determinar la calidad del compost obtenido a partir de los residuos orgánicos en el mercado municipal del cantón.

CAPITULO II

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1. Antecedentes

(Jimenez, 2015, p. xiv), realizó el trabajo elaboración de compost a partir de residuos sólidos orgánicos generados en el Mercado Mayorista del cantón Riobamba, en el parque Temático Ambiental Ricpamba del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Ciudad de Riobamba. Los residuos empleados fueron: orgánicos de mercado, residuos de poda de la ESPOCH y los residuos de poda de palma de la ciudad de Riobamba. El producto obtenido cumplió los parámetros físicos, químicos y biológicos y se encontraron dentro del rango de calidad según normas internacionales.

En la bioconversión de residuos sólidos orgánicos con suelos de la región amazónica y alto andina del Ecuador en celdas de combustible microbiano de cámara simple (Logroño, Echeverría, & Recalde, 2015, p. 61), comparó el funcionamiento de dos inóculos uno fue con residuos sólidos orgánicos y suelo de la región amazónica del Ecuador y otro inóculo fue con residuos sólidos orgánicos y suelo de la región alto andina del Ecuador, para bacterias electro génicas en celdas de combustible microbiana de cámara simple. El proceso duro 171 días, los residuos sólidos orgánicos fueron utilizados como sustratos de combustible microbiano utilizando fruta y verdura; como resultado se obtuvo el inóculo con residuos sólidos orgánicos y suelo de la región alto andina del Ecuador, demostrando que la reutilización de los residuos sólidos orgánicos arrojó resultados favorables.

(Arenas, 2017, p. 11), Comparó dos sistemas de compostaje diferentes, que fueron placas digestoras y la otra a cielo abierto, se buscó establecer cuál era el método más eficiente y también la calidad del compost.

La recolección de residuos se lo realizó en un centro educativo rural en Medellín-Colombia, se prepararon las placas digestoras, así como el proceso de compostaje a cielo abierto, para el seguimiento del proceso en ambos casos se controló temperatura, humedad y pH.

Finalmente se determinó la eficiencia de los procesos obteniendo con mejor resultado y el proceso de placas digestoras ya que se obtuvo un pH de entre 7 y 8 en la descomposición anaeróbica, la humedad de igual forma se mantuvo estable en la mayor parte del proceso con valores de 40% y 60% siendo estos óptimos en este tipo de procesos, la temperatura fue bastante eficiente en las diferentes fases del proceso de compostaje.

Cada vez los residuos van en aumento progresivo y generan una gran preocupación por la disposición final que estos reciben, es por este motivo que se van implementando nuevas tecnologías, tratando de que sean totalmente amigables con el ambiente (Ninco & Sánchez 2017, p. 20), con el proyecto denominado “PROPUESTA PARA LA PRODUCCIÓN DE ABONO ORGÁNICO MEDIANTE EL COMPOSTAJE DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DEL MUNICIPIO EL ROSAL, CUNDINAMARCA” realizó la recolección de residuos para poder formar las pilas, fueron en total dos tratamientos el primero tenía; microorganismos eficientes, aserrín y residuos orgánicos el segundo; residuos de poda, residuos orgánicos y microorganismos eficientes, en los dos tratamientos se controló los parámetros básicos como; pH, temperatura, aireación y humedad. Se determinó el resultado final del compostaje, estuvo por debajo de los valores establecidos en la norma establecida por ese país, esto se debió a las difíciles condiciones climáticas y la falta de adecuación del espacio para el desarrollo de este proyecto.

2.2. Marco Conceptual

2.2.1. Residuo

Se define como residuo a todas aquellas sustancias sólidas, líquidas, semisólidas, gaseosas o también materiales compuestos que resultan de diferentes procesos productivos que pueden ser extracción, producción, reciclaje, transformación, o cualquier proceso del cual la eliminación o disposición final no se trabaja de acuerdo con las normas establecidas (G, Municipales, 2017, p. 07).

2.2.2. Residuo sólido

Se conoce como residuo sólido a todos aquellos productos, subproductos o sustancias que se encuentren en estado semisólido o sólido, aquí también se incluye los residuos que son generados en

la naturaleza, son aquellos que ya no son necesarios, pero sin embargo pueden ser reutilizados (MAE PERU, 2016, p. 08).

2.2.3. Residuos sólidos urbanos

Se consideran a todos aquellos residuos que se generan por varias actividades, estas pueden ser domésticas o comerciales las mismas que se dan en el perímetro considerado como urbano en una ciudad, dentro de estos residuos no se encuentran los considerados peligrosos, aunque se produzcan en los mismos lugares, la mayor parte de los residuos sólidos urbanos son los generados en los domicilios y se componen de papel, cartón, materia orgánica, plástico, vidrio y metales (Freire, 2015, p. 12).

2.2.4. Residuos sólidos orgánicos.

Se considera residuos sólidos orgánicos a todos aquellos restos animales o vegetales dentro de los cuales pueden estar huesos, frutas, cáscaras, verduras, etc., restos de comida ya sea en procesos industriales o domésticos también son considerados como residuos orgánicos, todos estos poseen características significativas como olores muy fuertes, el proceso de descomposición se da de manera rápida, en este tipo de residuos se da la proliferación de bacterias, otra característica es que atraen insectos, roedores, así como animales domésticos, los mismos que son fuente de vectores de enfermedades (Arenas, 2017, p. 17).

2.2.5. Residuos vegetales

Los residuos vegetales son el resultado de la limpieza de parques, jardines, también de poda, de cualquier espacio verde, específicamente de todas aquellas actividades que tienen por objetivo la conservación de áreas verdes, traen como consecuencia residuos vegetales (Espinosa, H. 2019, p. 02).

2.2.6. Materiales estructurantes

Los materiales estructurantes son aquellos materiales con capacidad de mantener una buena estructura que permita la circulación de aire sin que se dé una compactación excesiva.

Materiales complementarios que brindan o mejoran la funcionalidad la porosidad o estructura de residuos que se utiliza para el compostaje se denomina estructurante. Suelen ser materiales vegetales con una alta proporción de madera, restos de trozos, astillas, corteza y muchos más (Jaramillo et al., 2007, pp.17-18).

2.2.7. Cepillo Rojo.

El cepillo rojo *Callistemon lanceolatus* es una especie originaria de Australia, su nombre tiene el significado de estambres hermosos, este árbol fue introducido a Ecuador gracias a sus características ornamentales (Ochoa et al., 2016, p. 170).

Este es un arbusto también llamado arbolito verde con flores rojas que mide entre 4 y 10 m de altura, puede tener uno o varios troncos, su corteza es gruesa fibrosa y agrietada posee bastantes ramas colgantes, sus flores son bastante separadas de color rojo brillante similar a un cepillo (Sánchez, L. 2015, pp.5-6).

2.2.8. Cepillo blanco

Callistemon salignus conocido comúnmente como cepillo blanco es un pequeño árbol nativo de la costa de Australia, que fue introducida en nuestro país Ecuador con objetivos decorativos ornamentales, comúnmente se lo encuentra en los parques y calles, posee hermosas y vistosas flores. Pequeño árbol verdoso con flores blancas en forma de cepillo su altura puede llegar de entre 2 y 4 m (Ochoa et al., 2016, p. 171).

2.2.9. Ciprés

Nombre científico de esta especie *Cupressus lusitánica*, es un árbol el cual puede llegar a medir desde 20 hasta 35 m de altura, posee una copa que puede ser grande o pequeña en forma de pirámide estrecha con ramas oscilantes, la parte interna del árbol es de color blanquecina y la corteza externa es de color rojiza, sus hojas son escamosas y de crecimiento rápido (Van Geffen, 2017, p. 1).

2.2.10. Reciclaje

Se define como reciclaje al proceso por el cual los materiales considerados como desecho pueden regresar a un proceso productivo y ser transformado en un nuevo producto o a su vez materia prima para la elaboración de nuevos productos, este tipo de procesos tienen una importancia significativa en el aspecto ambiental, social y económico (Arcoplásticos, 2017, p. 5).

2.2.11. Recolección de residuos.

Esta actividad consiste en recoger todos aquellos residuos dispuestos en diferentes sitios indicados, o a su vez lo realiza el vehículo por cada una de los domicilios dependiendo de la ruta establecida. Se define como aquella acción que permite el manejo de residuos para eliminarlos del entorno del diario, los residuos recolectados del lugar de generación deben ser llevados al sitio de disposición final culminando así el proceso de recolección (JICA, 2017, pp.4-5).

2.2.12. Colores específicos para la clasificación de los residuos sólidos

Basado en la normativa (Inen, 2014, p. 5), se tiene la siguiente tabla la clasificación de colores para residuos sólidos:

TIPO DE RESDUO	COLOR DE RECIPIENTE		DESCRIPCIÓN DEL RESIDUO A DISPONER
Reciclables	Azul		Todo material susceptible a ser reciclado, reutilizado. (vidrio, plástico, papel, cartón, entre otros).
No reciclables, no peligrosos.	Negro		Todo residuo no reciclable.
Orgánicos	Verde		Origen Biológico, restos de comida, cáscaras de fruta, verduras, hojas, pasto, entre otros. Susceptible de ser aprovechado.
Peligrosos	Rojo		Residuos con una o varias características citadas en el código C.R.E.T.I.B
Especiales	Anaranjado		Residuos no peligrosos con características de volumen, cantidad y peso que ameritan un manejo especial.

Figura 1- 2. Código de colores para residuos sólidos.

Fuente: (Inen, 2014, p. 5).

2.2.13. Clasificación de los residuos

Según la normativa (Inen, 2014, p. 5), los residuos se pueden clasificar de dos formas de acuerdo a su manejo: general y específica.

2.2.13.1. General.

Reciclables

Se considera reciclables a todos aquellos materiales que son aptos a ser reciclados, aquí se puede encontrar plástico, cartón, papel, vidrio, etc. Este tipo de residuos se los colocan en un recipiente de color azul.

No reciclables – no peligrosos.

Servilletas de cocina, vasos utilizados, papel calco, etc. El color del recipiente es negro.

Orgánicos.

Son aquellos residuos que tienen un origen biológico entre ellos hay; cáscaras de frutas o verduras, resto de comida, hojas de árboles, poda, etc. Apto para ser aprovechado.

Peligrosos.

El recipiente para este tipo de residuos es rojo, estos residuos tienen una o varias características encontradas en el código C.R.E.T.I.B.

Especiales.

Estos residuos necesitan ser manejados de una manera especial, poseen características de volumen peso y cantidad y se los colocan en recipientes de color anaranjado.

2.2.14. Mercado

Se puede considerar como mercado al lugar donde se da una relación tanto entre demandantes como ofertantes para adquirir o vender un producto, esto puede ser físicamente en los mercados o virtualmente mediante internet, fax etc. Donde es posible el intercambio de un bien o un servicio (Atucha & Gualdoni, 2018, p. 11).

2.2.15. Residuos de mercado

Dentro de los residuos de mercado se puede encontrar tanto residuos orgánicos como inorgánicos, dentro de los residuos orgánicos pueden ser de origen animal como; restos de pollo, carne, mariscos etc., o vegetal como; restos de frutas o legumbres, dentro de los residuos inorgánicos se puede encontrar papel, cartón, plástico, madera, fierros, etc (Freire, 2015, p. 10).

2.2.16. Residuos de tallos de banano

Son residuos de tipo orgánico agrícola, de la planta de banano se utiliza solo el racimo en su mayoría de ocasiones por ser la fruta, y como desperdicio queda gran cantidad de las plantaciones, este tipo de residuo es considerado como una gran fuente de almidón y celulosa, formados principalmente por fibras (carbohidratos) los cuales podrían obtener un gran valor agregado ya que se pueden utilizar como materia prima para la obtención de otros productos de calidad (Haro, 2017, pp.510-512).

2.2.17. Lixiviados

Se conoce como lixiviado a todo aquel líquido que generan tanto los residuos de alta como de baja degradabilidad tras sufrir un proceso de descomposición en las diferentes etapas del proceso de compostaje (ARC, et al, 2016, p. 76), se consideran a los lixiviados con un alto contenido contaminante es decir contienen altamente materia orgánica, nitrógeno, fósforo, las características físico-químicas

dependen de la naturaleza de los residuos, el clima que rodea el lugar de disposición, así como depende de la forma y tiempo de funcionamiento de los vertederos. La composición de los residuos se denota por ser compleja y variable (Reyes, M. 2015, p. 76).

2.2.18. Tamaño de muestra

Para calcular el tamaño en una población existen dos tipos de fórmulas una se utilizará cuando la población total sea conocida y otra para la población desconocida (Sena & Peralta, 2019, pp.3-4).

La ecuación a utilizar en este tipo de proyecto es la de población conocida.

2.2.18.1. Población conocida

Ecuación 1

$$n = \frac{N * Z\alpha^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z\alpha^2 * p * q}$$

Los equivalentes son:

N =Tamaño de la población

Z = Nivel de confianza

q =Probabilidad de fracaso

p =Probabilidad de éxito

d =Error máximo

2.2.19. Producción Per Cápita (PPC)

La PPC es una metodología que se utiliza generalmente para determinar la cantidad de residuos que un ser humano puede generar en un día, se procede a la selección de muestras en una ciudad de diferentes niveles socioeconómicos, y por 8 días diariamente se pesa la cantidad de residuos recolectados, la cantidad resultante se divide para el número total de habitantes de las muestras tomadas, el resultado tiene como unidades Kg/Hab/día (AME, 2016, p. 14).

Ecuación 2

$$PPC = \frac{\text{Cantidad de residuos sólidos recolectados}}{\text{Número de habitantes * día}}$$

$$PPC = \frac{\text{Promedio semanal de residuos sólidos recolectados}}{\text{Promedio de habitantes a la semana * día}} \quad \frac{\text{Kg}}{\text{Hab*día}}$$

2.2.20. Caracterización de residuos sólidos

Se considera a la caracterización de residuos sólidos como una herramienta la cual ayuda a recopilar información a nivel primario en relación a las características de los residuos sólidos.

En este estudio se obtienen varios datos importantes como son: densidades, cantidades, composición y humedad de dichos residuos en un espacio determinado de un lugar específico, estos datos son de ayuda para un adecuado manejo de residuos (MAP, 2018, p. 7).

Dentro de la caracterización de los residuos sólidos urbanos se tiene los siguientes parámetros:

Densidad. - considerado como la cantidad de masa en un volumen determinado, es uno de los parámetros más significativos, el mismo que se encuentra en función a la diversidad de los residuos sólidos (Freire, 2015, p. 14), para los análisis es necesario calcular la densidad suelta y densidad compactada y se obtendrá aplicando las siguientes fórmulas:

Es necesario obtener el volumen para calcular la densidad, siendo este un determinado espacio ocupado por un material establecido (Freire, 2015, p. 27).

Ecuación 3

$$V \text{ suelto (Vs)} = \text{Área} * \text{Altura}$$

$$V_s = \frac{\pi \phi^2}{4} H \quad (\text{Freire, 2015, p. 27})$$

Ecuación 4

$$V \text{ compactado (Vc)} = \text{Área} * \text{Altura}$$

$$V_c = \frac{\pi \phi^2}{4} H \quad (\text{Freire, 2015, p. 27})$$

Dónde:

V_s = volumen suelto

V_c = volumen compactado

H = Altura

\emptyset = Diámetro del envase

π = Constante pi

Para el volumen compactado se debe aplicar una fuerza constante para que se llenen espacios vacíos.

Ecuación 5

$$\text{Densidad Suelta } (\delta_s) = \frac{P}{V_{rs}} \quad \left(\frac{Kg}{m^3}\right) \quad (\text{Freire, 2015, p. 28})$$

Ecuación 6

$$\text{Densidad compactada } (\delta_c) = \frac{P}{V_{rc}} \quad \left(\frac{Kg}{m^3}\right) \quad (\text{Freire, 2015, p. 28})$$

Aquí:

δ_s = Densidad suelta

δ_c = Densidad compactada

P = Peso de los residuos solidos

V_{rs} = Volumen residuos suelto

V_{rc} = Volumen residuos compactados

Composición. - Para determinar la composición física de los residuos sólidos, se debe evitar estrictamente que se mezclen con la tierra o cualquier otro tipo de material, buscando un lugar adecuado para realizar el proceso, todos los residuos recolectados, son homogenizados. Para obtener una muestra representativa se aplica el método del cuarteo, hasta obtener un montón de aproximadamente 50 Kg. Entonces, se clasifican los residuos y se van ubicando en diferentes recipientes para ser pesados (Freire, 2015, p. 27).

La siguiente fórmula se emplea para el cálculo del porcentaje de composición de residuos sólidos.

Ecuación 7

$$\% = \frac{Pc}{Pt} * 100$$

Aquí:

Pc = Peso por componente

Pt = Peso total de RS

2.2.21. Compost

Es el resultado de la descomposición de aquellos residuos de origen tanto animal como vegetal, necesita de un ambiente húmedo y temperatura adecuada, debe existir la presencia de aire y muy importante la presencia de microorganismos. Conocido como un tipo de abono orgánico se puede reforzar a través de varios componentes, los mismos que aportan nutrientes para el mejor rendimiento de dicho abono, los cuales pueden ser; cal agrícola, melaza, roca fosfórica, entre otros (MAGAP, 2014, p. 5).

2.2.22. Compostaje

Conocido como un proceso biológico el cual se desarrolla en presencia de oxígeno (aeróbico), los materiales en este proceso se descomponen. La descomposición se lleva a cabo gracias a la intervención de microorganismos los cuales trabajan en una transformación que es higiénica para el material orgánico convirtiendo el resultado en un producto asimilable tanto para el suelo como para las plantas denominado compost (ACESF, 2018, p. 5).

2.2.23. Etapas del compostaje

Dentro de un proceso de compostaje se evidencian 3 principales etapas o fases, incluyendo una cuarta que se denomina de maduración.

2.2.23.1. Fase mesófila

En esta fase el material inicial empieza a la temperatura ambiente y al cabo de pocos días incluso al cabo de horas, aumenta la temperatura llegando hasta 45°C, el aumento de la temperatura es gracias

a la actividad de los microorganismos pues en esta fase utilizan fuentes de N y C sencillas, y generan calor, en lo referente al pH, este puede bajar posiblemente hasta 4,0 o 4,5, el tiempo que dura esta fase es corta puede ser entre 2 y 8 días (ACESF, 2018, p. 7).

2.2.23.2. Fase termófila o de Higienización.

En esta etapa el proceso llega a temperaturas mayores de 45 °C hasta aproximadamente 60 °C, son sustituidos aquellos microorganismos que trabajan a temperaturas medias, por aquellos que se desarrollan en temperaturas mayores, mayormente son bacterias las mismas que facilitan la degradación de carbono complejas. El tiempo que dura esta fase puede ser de días a meses todo esto depende del material inicial, así como las condiciones climáticas entre otros factores, el calor que produce esta fase elimina bacterias y contaminantes de origen diferente, es por ello que esta fase es conocida también como fase de homogenización (ACESF, 2018, p. 7).

2.2.23.3. Fase de enfriamiento o mesofílica.

La temperatura baja nuevamente en esta fase hasta llegar a 40-45 °C, ya que se encuentra agotadas las fuentes de carbono y nitrógeno, aquí se da la degradación de aquellas formas más complejas; a simple vista pueden aparecer hongos, en forma de manchas blancas, al ocurrir esta baja de temperatura aquellos organismos mesófilos se reactivan y lo más probable es que el pH vuelva a bajar, la fase de enfriamiento necesita de varias semanas y puede ser confundida con la fase de maduración (ACESF, 2018, p. 8).

2.2.23.4. Fase de maduración

Esta etapa final del proceso, toma mucho tiempo a temperatura ambiente, aquí se dan reacciones secundarias que dan un aspecto oscuro y homogéneo al compost (ACESF, 2018, p. 8).

2.2.24. Condiciones del proceso de compostaje

A continuación, se detallan los parámetros a controlar dentro del compostaje los cuales indican si el proceso está avanzando óptimamente.

2.2.24.1. *Humedad*

La humedad es uno de los parámetros más importantes dentro del proceso y unos de los cuales pueden ser manipulados, los niveles óptimos de humedad en una pila de compostaje van entre 45% y 60% para que los microorganismos trabajen correctamente y realicen el proceso de descomposición.

Al no tener el equipo para medir la humedad, se lo puede realizar mediante la prueba denominada “técnica del puño”.

La técnica del puño se caracteriza por determinar la humedad presente en el compost o en suelo, el proceso que se realiza es:

Se agarra una cantidad pequeña del compost en el puño y se procede a apretar.

- Se pueden obtener tres resultados; al apretar el compost, si se forma una bola y lo cual quiere decir que el compostaje está perfecto en humedad; si al apretar gotea agua esto equivale a que el compostaje está demasiado húmedo; finalmente si al apretar y soltar el compost se deshace esto quiere decir que se encuentra demasiado seco.
- Tomando en cuenta los resultados se procede a voltear para airear o a mojar para humedecer (ACESF, 2018, p. 9).

Cuando la pila se encuentra demasiado seca, se debe mojar con agua o también con algún tipo de azúcar aquí se puede utilizar melaza, otra de las opciones es disminuir los volteos y finalmente se puede cubrir la pila con un plástico o algún tipo de material que sea impermeable esto por el tiempo necesario mientras se recupere la humedad deseada.

Caso contrario al encontrarse la pila con mucha humedad se procede con diferentes opciones dentro de las cuales se tiene volteos más frecuentes, extender los materiales que forman la pila de compostaje para que ocupe mayor superficie, si se encuentra tapada retirar la cobertura (ACESF, 2018, p. 11).

2.2.24.2. *Porosidad*

Para (ARC, et al 2016, p. 34), dentro de un proceso de compostaje debe haber la porosidad adecuada para que el aire circule por el interior y retenga agua, al no existir tal porosidad:

- El suministro de oxígeno no es factible, por lo tanto, el proceso aeróbico se ve afectado.
- Controlar la temperatura no es factible (o difícil).

2.2.24.3. *Estructura*

Es necesario que los poros existan en la masa conjunta y se debe mantener durante el proceso de compostaje, deben estar interconectados y tener el tamaño adecuado para permitir que circule el aire y el agua, así como conservar una parte de agua en los poros (ARC, et al, 2016, p. 34).

2.2.24.4. *Temperatura*

Se considera a la temperatura como otro de los parámetros relevantes dentro del proceso de compostaje, este indicador señala el trabajo que están realizando los microorganismos, se determina en el interior de la pila con un procedimiento sencillo utilizando el termómetro digital para suelos al tener este un punzón se lo introduce en la pila de compostaje y posteriormente marca la temperatura equivalente (ACESF, 2018, p.12).

2.2.24.5. *pH*

Este parámetro depende mucho de los materiales con los cuales se haya iniciado el proceso de compostaje y en cada fase va cambiando, dado que los microorganismos presentes en las diferentes fases tiene su medida de pH para sobrevivir y reproducirse, el intervalo más óptimo es de 5,8 a 7,2, este proceso se lo puede llevar a cabo dentro del laboratorio basado en una técnica específica o también a nivel de trabajo de campo esto se lo realiza con equipos específicos (ACESF, 2018, p. 13).

2.2.24.6. *Oxígeno*

Último parámetro, pero no menos importante a considerar en un proceso de compostaje, éste permite la respiración de los microorganismos presentes en el proceso, se lo puede controlar manual o mecánicamente, manual a través de los volteos y de manera mecánica se lo puede realizar implementando sistemas de aireación específicos.

Al existir en una pila de compostaje un exceso de aireación podría detenerse el proceso ya que se daría una evaporación, y en este caso disminuiría la temperatura, al contrario, si existe una baja aireación el proceso se afectaría a la velocidad de descomposición y esto produciría malos olores al convertirse en un proceso anaerobio (ACESF, 2018, p. 14).

2.2.25. Calidad de abonos orgánicos

Al ser el compost considerado como un abono orgánico, éste contiene elementos que son fertilizantes para las plantas, aunque se encuentran en menor cantidad y de forma orgánica en comparación de los fertilizantes minerales, en el compost existe nutrientes que son de lenta liberación además de poseer alto contenido en materia orgánica (Roman, 2013, pp.34-36).

En un compost el contenido de nutrientes es muy variable, éste depende mucho de los materiales con los que se haya iniciado el proceso.

El contenido de nutrientes N, P, K en un compost establecido por (Roman, 2013, p. 36), se detalla a continuación:

- Nitrógeno. – 0,3% - 1,5 % el cual equivale de 3g a 15g por cada Kg de compost.
- Fósforo. – 0,1% - 1,0% el cual equivale de 1g a 10g por cada Kg de compost
- Potasio. – 0,3%- 1,0% el cual equivale de 3g a 10g por cada Kg de compost

Otros parámetros dentro del compost:

- pH. - los rangos óptimos para este parámetro van desde 4,5 a 8,5 unidades de pH, al tener valores menores de 4,5 hay un excedente de ácidos orgánicos, cuando el valor es mayor de 8,5 existe un excedente de nitrógeno el cual alcaliniza el medio (Roman, 2013, p. 29).
- Actividad antrópica ésta puede llegar a una temperatura de 65°C, al final del proceso regresa a la temperatura ambiente. El valor óptimo de temperatura equivale entre 35°C y 70°C, cuando la temperatura es menor de 35°C esto puede ser por falta de humedad, baja cantidad de nitrógeno o muy poco material en la pila. Si la temperatura es mayor a 70°C, esto quiere decir que no existe la adecuada ventilación y humedad dentro del proceso (Roman, 2013, p. 30).
- Relación C/N.- el rango adecuado se encuentra entre 25/1- 35/1 si el valor es menor hay un exceso de carbono y si es mayor un exceso de nitrógeno (Roman, 2013, p. 29).

2.2.26. Técnica de muestreo por cuarteo

La técnica del cuarteo se describe a continuación:

- Inicialmente se debe mezclar completamente el material tratando de homogenizar en su totalidad, al menos 3 veces.
- En cada volteada se debe formar una pila cónica, colocando cada palada una encima de otra, hasta que se forme la pila.
- Posteriormente se aplana la pila lo más cuidadosamente, hasta conseguir un diámetro y espesor homogéneo, dividir en cuatro cuartos, formando una X tratando de que en cada división se encuentre el material original.
- Se retira los dos cuartos opuestos diagonalmente, con este material se repite el proceso cuantas veces sean necesarias hasta llegar a la cantidad de 1 Kg de peso (INVE, 2003, p. 4).

2.2.27. Plantas de compostaje

2.2.27.1. Fundamento

Desde hace mucho tiempo atrás se ha visto la necesidad de ir transformando la materia orgánica en productos más asimilables para el suelo. A medida del paso del tiempo se han ido estudiando y tecnificando los procesos, las plantas de compostaje son uno de los métodos implementados para la mejora del proceso y del producto final.

Para la construcción de éstas se debe tener en cuenta lo siguiente; tratar de minimizar los impactos como; lixiviados, polvo, emisiones sobre el entorno de ubicación de la planta, así como malos olores, ruidos y molestias (ARC, et. al., 2016, p. 13).

2.2.27.2. Consideraciones

Para la instalación de las plantas de tratamiento se debe considerar los siguientes aspectos:

- Se deben ubicar lejos de núcleos poblados, considerando una distancia mínima de 500 m aproximadamente, aquí influye mucho la tipología de los residuos que se vayan a tratar, así como la tecnología manejada.
- Son poco considerado en zonas urbanas o industriales, más bien son proyectos para zonas rurales y semi rurales, por las molestias que pueden causar a los habitantes.
- Situarse alejadas de los cauces de ríos, zonas freáticas superficiales o de zonas que sean inundables.
- El impacto que genera la descomposición de los residuos a nivel de olor es considerable, es por ello que no debe ser construida cerca de núcleos de habitantes, así como se debe considerar una instalación más compleja para tratar de minimizar el impacto odorífero, el tratamiento para gases debe ser más exhaustivo (ARC, et al., 2016, p. 14).

Vías de acceso a una planta de compostaje

Se debe tomar en cuenta el tráfico que pueden causar los vehículos que transportarán los residuos hasta llegar a su destino final, la capacidad que la vía posee para este tipo de vehículos, si esta vía atraviesa sitios habitados y que número de vehículos accederá a la planta al día (ARC, et al., 2016, p. 15).

Emisión de olores

Todas las etapas del proceso son potenciales fuentes de liberación de olores, especialmente la etapa de descomposición, en la cual los riesgos de impacto van de medio a alto.

2.2.27.3. *Infraestructura de una planta de compostaje*

Según (ARC, et al., 2016, p. 17), los principales aspectos a considerar para las instalaciones de una planta de compostaje son los siguientes:

- Área de seguridad periférica.
- La cerca perimetral que define toda la instalación, incluidos almacenamiento de desechos y productos obtenidos.
- Para las dimensiones, debe considerarse al menos los siguientes aspectos
- Residuos a procesar (tipo, almacenamiento, etc.)
- La proporción de materiales estructurales.
- El tiempo necesario de obtención del compost.
- El sistema técnico utilizado.
- La maquinaria disponible.
- Reducir volumen en el proceso.
- Manipulación, almacenamiento.
- Las zonas de procesamiento y almacenamiento deben ser pavimentadas.
- Diferentes áreas entre la entrada de residuos orgánicos y las áreas de almacenamiento y salida de compost.
- Zona de desinfección y limpieza de vehículos.
- En función a la capacidad de la instalación y del tratamiento es necesaria una báscula.
- Zona de almacenamiento donde se generan los residuos.
- Sistema de captación y gestión de lixiviados, aguas sucias y de lluvia: sistema de canalización y sistema balsa o estanques y tanques para la recolección de lixiviados y agua de lluvia limpia.
- Medidas necesarias para la reducción de impactos: olores, polvo, etc.

2.2.27.4. *Etapas dentro de una planta de compostaje*

Las etapas que generalmente se llevan a cabo en una planta de compostaje son: recepción y almacenamiento, proceso de mezcla y hominización, proceso o etapa de descomposición, proceso o etapa de maduración, post tratamiento, almacenamiento y finalmente operaciones complementarias (ARC et al., 2016, p. 17).

RECEPCIÓN Y ALMACENAMIENTO.

Según (ARC, et al., 2016, p. 19), esta fase incluye todas las operaciones que ocurren desde la llegada del material a la planta hasta el inicio del pretratamiento, especialmente:

- Recepción de materiales para compostar.
- Punto de descarga de materiales directamente en un punto de almacenamiento o en un área intermedia para posteriormente pasarla al área de tratamiento, esto puede darse manual o mecánicamente.
- Identificación de datos y su registro de acceso a las instalaciones (hora, día, productor, código CER, cantidad, etc.)
- Lugar para almacenar temporalmente los residuos, cuando estos no sean pretratados. inmediatamente después de la descarga.
- Salida de transporte.

Es común que el tratamiento de los materiales proceda inmediatamente luego de la descarga de los mismos, al darse este proceso no será necesario construir un lugar de almacenamiento temporal.

a. Fases.

Es posible que también se deba hacer las siguientes operaciones:

- Pesar los materiales recibidos.
- Preparar (triturar) materiales utilizados como agentes estructurantes.
- Limpiar el camión y sus cajas.

La etapa de recepción es la etapa donde se reciben los materiales frescos, por lo que es la etapa donde es necesario evaluar más si se necesita confinamiento (ARC, et al., 2016, p. 20).

b. Confinamiento

Aquellos factores que definen si se necesita o no el confinamiento en cualquier etapa y operación complementaria, para configurar las operaciones de recepción y almacenamiento, o al menos necesite ser incorporados al sistema de succión para aire interior de los equipos involucrados al darse este proceso son:

- Características del material requerido para compostar. Si hay mucho residuo con buena degradabilidad, el confinamiento es más apropiado.
- La investigación previa sobre el olor que proviene de la instalación, su entorno circundante y propiedades del material. Se tiene que limitar la recepción si se considera que el riesgo de verse afectado por el olfato es alto.
- La presencia o ausencia de almacenamiento temporal se da, si el material no se puede procesar de inmediato y el almacenamiento temporal es necesario, y se debe evaluar la necesidad de contención en base a los siguientes parámetros, como la distancia al núcleo residencial (ARC, et al., 2016, p. 20).

c. Tipos de materiales

Para definir las fases de recepción y almacenamiento se distinguen dos tipos de materiales:

Residuos de baja degradabilidad (RBD)

Son aquellos residuos orgánicos afectados individualmente por una actividad de descomposición microbiana extremadamente escasa, porque carecen de ciertos componentes esenciales para el desarrollo del proceso microbiano: agua, materia orgánica, nitrógeno u otros elementos esenciales fácilmente degradables, etc., o el proceso puede presentar acidez o alcalinidad extrema. La mayoría son residuos vegetales, de hecho, existen subcategorías dentro de estos residuos incluidos todos aquellos residuos conteniendo un gran componente leñoso, entonces se degrada lentamente: poda de madera, corteza, restos forestales, etc. Dentro de esta fracción vegetal no se ven incluidos los restos vegetales como verduras o con un volumen de césped superior al 30% (ARC, et al., 2016, p. 20).

Residuos de alta degradabilidad (RAD)

Son residuos fácilmente biodegradables, se distinguen dos subcategorías:

- RAD pre estabilizados, estos residuos son aquellos que han sufrido algún tipo de proceso, previo a la llegada a la planta de compostaje.
- RAD no pre estabilizados, estos residuos no se ven afectados por ningún tipo de proceso previo (ARC, et al., 2016, p. 20).

Tabla 1-2. Lista de materiales compostables.

RAD residuos de baja degradabilidad	
Materiales	Ejemplos
Fracción vegetal	Corteza
	Cajas de verduras
	Palés de madera
	Restos forestales
	Madera de poda con menos del 30% en volumen de césped.
Otros	Serrín o copos de madera
	Paja
	Mazorcas
	Escobajo
	Lodo de papelera
	Poso de café
RAD residuos de alta degradabilidad	
Materiales	Ejemplos
Pre estabilizados	Estiércol viejo
	Compost fresco
	Lodos de EDAR de oxidación prolongada
	Digestores resultantes de la digestión anaeróbica de FORM
	Lodos de EDAR de digestión anaeróbica

	Lodos de EDAR de digestión aeróbica
No pre estabilizados	Césped
	FORM
	Restos de verduras
	Gallinaza
	Madera de poda con más de 30% en volumen de césped
	Lodos de matadero
	Estiércol fresco
	Lodos de la industria alimentaria
	Otros lodos no considerados anteriormente.

Fuente: (ARC, et al., 2016, p. 22).

Realizado por: Jhoana Sánchez, 2021.

Posibles alternativas tecnológicas para las zonas de descarga, almacenamiento temporal y para equipos de vaciado en zonas de almacenamiento temporal.

Al diseñar el área de descarga y almacenamiento de los materiales que estarán involucrados, en el proceso de compostaje, así como también para los equipos de vaciado en el almacenamiento temporal se debe evaluar las siguientes características generales:

- Adaptarse a las características de los materiales, así como humedad, tamaño de partícula, etc. a los cuales se pretende tratar o transformar si se recibe diversos materiales
- Capacidad suficiente para manipular y tratar diferentes volúmenes
- Fácil de operar y mantener, se pone especial énfasis en la limpieza
- Resistente a la lluvia, ya que puede afectar negativamente a las características de los materiales, se torna difícil de manejar en el posterior desarrollo del proceso de compostaje porque no hay interés en incrementar la generación de lixiviados.
- Adaptación de sistemas de extracción y tratamiento para el aire al existir el confinamiento de residuos que pueden generar malos olores (ARC, et al., 2016, p. 26).

Zona de descarga

- Tener suficiente capacidad para manejar el volumen de residuos determinado
- Siempre que sea posible, prever espacios donde se coloque los residuos que no se necesite mezclar (ARC, et al., 2016, p. 26).
- Evaluar las diversas posibilidades de almacenamiento temporal
- Costo unitario de materiales dispuestos a almacenar
- Factores limitantes respecto a la capacidad de almacenamiento
- Adecuar los sistemas de vaciado y transporte para pretratamiento (homogeneización / mezcla) (ARC, et al., 2016, p. 26).

Zona de descarga y de almacenamiento de la fracción vegetal

Esta área generalmente también suele contener espacios dispuestos a la preparación / molienda, de este modo, se pueden encontrar tres espacios bien definidos:

- Recepción y almacenamiento de dichos materiales como llegan a la planta
- Su preparación / molienda
- Almacenamiento de materiales triturados (ARC, et al., 2016, p. 27).

Zona de limpieza de los vehículos de transporte de residuos.

- Si se planea compostar los desechos altamente degradables, es necesario una zona pavimentada donde se pueda hacer operaciones de limpieza y desinfección de vehículos
- Si existen subproductos de origen animal en los residuos altamente degradables, es necesario una instalación con área de separación diferenciada
- Las características de la zona de limpieza (aire libre, cubierta, confinamiento, etc.) deben ser iguales a la zona de descarga.
- El agua de lavado debe recolectarse y manejarse junto con los lixiviados en el resto de la planta. Por lo tanto, se recomienda utilizar equipos de limpieza de alta presión, a bajo consumo de agua (ARC, et al., 2016, p. 27).

CLASIFICACIÓN, PRETRATAMIENTO Y MEZCLA DE LOS RESIDUOS

Dado que pocos materiales compostables tienen propiedades compatibles se debe preparar mezclas con algunos materiales que sean complementarios para el proceso, para equilibrar la relación C/N.

Dentro de la etapa de pretratamiento se da el proceso de mezcla de diferentes materiales para obtener una mezcla con las siguientes características:

- Porosidad que permite la circulación del aire y retención interna de agua.
- Mantener esta estructura de porosidad en la pila, durante el proceso de compostaje.
- Humedad y pH adecuados para la actividad microbiana.
- La cantidad de materia orgánica biodegradable debe ser suficiente para iniciar el proceso y que llegue a su fin.
- La relación carbono-nitrógeno procurando que no haya una pérdida de nitrógeno para evitar que el elemento se convierta en un factor limitador de proceso.
- El contenido mínimo de otros elementos esenciales en los microorganismos, para que no sean factores limitantes (ARC, et al., 2016, p. 33).

Fases del pretratamiento

Para (ARC, et al., 2016, p. 35), dentro del pretratamiento se pueden considerar tres fases importantes que son:

- **Clasificación**
Separación de materiales que componen los residuos sólidos tratando en esta fase de que se queden solo los residuos orgánicos que serán utilizados en el proceso de compostaje
- **Pre mezcla**
Generalmente el proceso de pre mezcla procede inmediatamente después de la descarga.
- **Mezclado u homogeneizado**
Se detalla como la agregación más compleja de los materiales de la mezcla, este proceso tiene una alta efectividad al desarrollarse con equipos apropiados

- Almacenamiento

Finalmente se da el almacenamiento de la mezcla obtenida, cuando no se traslada inmediatamente a su posterior etapa

Operaciones complementarias

- Preparación de materiales estructurantes, trituración al tamaño adecuado.
- Humectación, si el material o la mezcla para el compostaje no tiene suficiente humedad, se debe añadir agua
- Se debe dar el proceso de eliminación de materiales gruesos, esto debe ser manual o mecánicamente para que el material a compostar no se vea afectado ni contaminado, es necesario señalar que los materiales gruesos se pueden seguir eliminando en posteriores etapas del proceso. Aunque lo más aconsejable es que se retiren inmediatamente para que el proceso no se vea contaminado (ARC, et al., 2016, p. 36).

ETAPA DE DESCOMPOSICIÓN DE MATERIALES

En la etapa de descomposición se da fácilmente la degradación biológica, la liberación de energía conduce a aumentar la temperatura del material y evaporación del agua contenida, se da la disminución del pH debido a la formación de ácidos orgánicos. Las características de la etapa de descomposición son reducción de peso y volumen, estabilidad parcial y la higienización del material, gracias al mejor ambiente para el crecimiento de microorganismos.

Dado que es la etapa biológicamente más activa, las condiciones de trabajo deben controlarse con más cuidado para evitar:

- Una temperatura demasiado alta: el sistema debe ser aireado, revuelto o regado
- Condiciones anaeróbicas: el oxígeno consumido debe reponerse por completo
- Pérdida innecesaria de nitrógeno en forma de amoníaco: la pérdida debe minimizarse mediante el compostaje de materiales biodegradables que presenten una proporción de nutrientes C / N adecuada.

Dentro de la etapa de descomposición es obligatorio que se deba incluir el período de higienización de todo el material biodegradable en el proceso de compostaje (ARC, et al., 2016, p. 45).

Tiempo de la etapa de descomposición.

Si el proceso de compostaje se da con residuos de baja degradabilidad (RBD) la duración de la etapa de descomposición y madurez pueden ser similares, y no se puede especificar un tiempo ya que depende mucho de las características del material o del grupo de materiales (% de MO degradable, relación C / N, etc.), pero pueden ser establecidas en menos de seis meses.

Si los residuos altamente degradables (RAD) se compostan, la duración mínima de la fase de descomposición debe aumentar en los siguientes casos:

- En caso de que la ventilación dentro del proceso de compostaje no admita controlar la temperatura y el paso del aire caliente no se efectúe con normalidad
- Si está cubierto por geo textil impermeable y transpirable.
- Cuando no se ha incorporado un mezclador u homogeneizador en la fase de pretratamiento, aunque las características de los materiales recomendaban utilizarlo (ARC, et al., 2016, p. 47).

Superficie necesaria para el proceso de descomposición.

Según (ARC, et al., 2016, pp. 48-49), para calcular el área de la zona de descomposición, se deben considerar ciertos factores como la cantidad de residuos que se procesarán cada semana, así como la duración del proceso en esta etapa, los estructurantes y espacio necesario para la pila, espacio que se necesita de maniobra.

En esta área requerida no se ve incluido el espacio necesario para la movilidad de maquinarias o equipos requeridos, en metros cuadrados, el cálculo se da según la siguiente fórmula:

$$Sd = Qd * \left(\frac{Vm}{Mr} \right) \left(\frac{1 \text{ año}}{52 \text{ semanas}} \right) * td * \frac{1}{CCd}$$

Dónde:

Sd = Área necesaria para la fase de descomposición.

Qd = Es la capacidad de residuos que se va a tratar en un año se debe multiplicar este valor por el factor de seguridad que es igual a 1,10

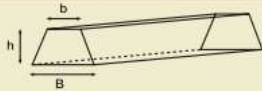
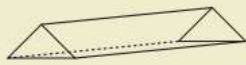
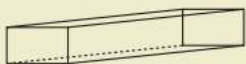
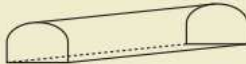
$\frac{Vm}{Mr}$ = Es el volumen total en unidades de metros cúbicos producto de la mezcla de los residuos con los diferentes materiales estructurantes que forman parte del proceso, así como aquellos materiales que lo complementan (Mr representa la mezcla de residuos).

td = Tiempo que dura la etapa de descomposición en semanas.

CCd = Referente a la capacidad de carga o también el volumen en metros cúbicos del material o mezcla para compostar que será apto acumular en cada metro cuadrado del área, acorde a la tecnología elegida para esta fase.

Para el cálculo de la capacidad de carga (CCd) se tiene los siguientes ejemplos:

Ejemplos de cálculo de la capacidad de carga (CCd).

SECCIÓN	FORMA DEL APILAMIENTO	SUPERFICIE DE LA SECCIÓN
Trapezoidal		$S = (B + b)/2 \cdot h$
Triangular		$S = (B \cdot h)/2$
Rectangular		$S = (B \cdot h)$
Semicircular		$S = \lambda \cdot (B/2)^2/2$

$CCd = S/B^3$

Figura 2- 2. Cálculos de la capacidad de carga dependiendo la forma de la superficie.

Fuente: (ARC, et al., 2016, p. 49).

Donde se da la **Ecuación**:

$$CCd = \frac{S}{B^3}$$

Teniendo así:

S = Superficie

B = base

Para cada forma del apilamiento se tiene diferentes fórmulas para obtener S (superficie) y se las puede identificar en la figura anterior.

Si la fase de descomposición se da sin protección contra la lluvia, sin cobertura tradicional o geo textil en el cálculo de S_d (Área necesaria), debe aumentarse en un 15%. El motivo del requisito se da ya que es necesario una superficie de seguridad lo cual servirá para poder prolongar la duración de esa fase ya que la circulación de aire se interrumpe temporalmente y como consecuencia a ello el proceso se detenga.

Parte de la superficie no es apta porque debe quedar libre para recibir nuevos materiales para compostaje o estará ocupado por otros materiales que han sido precompostados. Y ser trasladado al destino para su maduración.

Incorporación de líquidos.

Según (ARC, et al., 2016, pp.50-51), dentro de la etapa de descomposición la incorporación de líquidos se da cuando:

- La biomasa de compostaje posee niveles de humedad por debajo de lo necesario, ya que eso impedirá que se desarrolle el proceso con normalidad
- En caso de que en la etapa de descomposición se dé una actividad microbiana energética y la generación de calor sea excesivamente elevada lo cual produce que la masa se caliente y seque y por ende el proceso se detiene.

Para contrarrestar estas dos situaciones las instalaciones deben contar con equipos que permitan el aporte de agua al proceso, ser los mismos lixiviados o algún otro tipo de líquido. Dichos líquidos producidos por el mismo proceso solo pueden ser incorporados previos a la etapa de higienización.

puede

Al ser muy necesario el uso de líquido en el proceso de compostaje, a continuación, se detalla el tipo de líquido que se puede utilizar, así como su procedencia y a que fase del proceso sería incorporado:

- Lixiviados que se generan en la propia instalación pueden proceder de aquellas zonas que se encuentran habilitadas para descargar residuos, así como de la fase de descomposición del proceso de compostaje, estos líquidos pueden ser incorporados en las fases de mezcla de residuos al formar la pila, y en la etapa de descomposición.
- Las aguas limpias provenientes de canalizaciones o tejados o fuentes privadas de suministro, deben ser colocadas en las zonas de descomposición, maduración y postratamiento
- Las aguas sucias pueden producirse de vías cercanas al sitio, también en la zona de maduración del mismo proceso y también en la zona de almacenamiento del producto final aplicables en las fases de descomposición y maduración
- Los residuos líquidos con materia orgánica que proceden de industrias agroalimentaria y también en la zona donde se encuentra almacenado el producto final del proceso de compostaje para ser utilizado en la fase de descomposición
- Por último, los líquidos inorgánicos que en su contenido se encuentran macro-fitonutrientes o a su vez micronutrientes los cuales son usados para la fabricación de fertilizantes como por ejemplo derivados amoniacales, sales, sulfatos, potásicos, etc. aplicables en las fases en ocasiones de descomposición, normalmente en la etapa de maduración, o en postratamiento.

ETAPA DE MADURACIÓN DEL PROCESO.

En esta etapa que es la final del proceso de compostaje, mayoritariamente se genera un compost estable que posee características semejantes a las sustancias húmicas. En esta fase la descomposición de la materia orgánica tiene poca importancia, ya que en esta etapa no se da un consumo alto de oxígeno ni tampoco se libera energía, debido a esto la temperatura del material en proceso debería ir disminuyendo continuamente hasta llegar a una temperatura ambiente. En esta etapa del proceso no se requiere un control estricto en las condiciones, ya que es una fase menos crítica.

Aireación forzada en la fase de maduración del proceso

Un proceso adecuado de compostaje, deberá garantizar que en la etapa final o de maduración no sea requerido el proceso de aireación forzada, al ser el material de compostaje de tamaño representativo con alturas elevadas donde no exista la porosidad adecuada, se necesitará un sistema que favorezca

la oxigenación, así como la evacuación de calor del compostaje en etapa de maduración, el sistema adecuado será de aireación forzada.

Esta fase se puede dividir en dos sub fases una con aireación forzada y la otra sin ello, en estos dos casos el principal objetivo es que el compost final llegue a su nivel de madurez adecuado (ARC, et al., 2016, p. 56).

Tiempo de la etapa de maduración en el proceso.

- Si se trata de residuos de baja degradabilidad se considera junto con la fase de descomposición un tiempo de 6 meses, todo depende de las características del material que se encuentre compostando.
- Si se compostan residuos con alta degradabilidad, en este caso el tiempo de maduración es de 6 semanas al igual que en el anterior todo en dependencia del material usado (ARC, et al., 2016, p. 56).

Superficie necesaria para la etapa de maduración

En este cálculo es necesario que se considere la cantidad/volumen de aquellos residuos provenientes de la etapa de descomposición, dentro de esto se consideran varios factores como la reagrupación de los materiales que provienen de la etapa de descomposición, así como los demás espacios necesarios.

Dentro de este cálculo no se incluirá, la superficie necesaria para el movimiento de maquinaria o equipos complementarios en caso de requerirse.

Para el cálculo total de la superficie se utilizará la siguiente fórmula:

$$Sm = Qd * \left(\frac{Vpc}{Mr}\right) * \left(\frac{1 \text{ año}}{52 \text{ semanas}}\right) * tm * (1 +) * \left(\frac{1}{CCm}\right)$$

Dónde:

Sm = Superficie mínima requerida, tomada en m^2 en la etapa de maduración.

Qd = Toneladas totales de residuos que se dispone a tratar al año, multiplicado por 1,10 que es el factor de seguridad.

$\frac{V_{pc}}{Mr}$ = Volumen en unidad de m^3 del material proveniente del precompostaje cuando pasa por el cribado e ingresa a la fase de maduración, refiriéndose así a las toneladas de residuos tratados.

tm = El tiempo o duración determinado en semanas que se necesita para que se dé la maduración.

CCm = Definido como el volumen total de materiales en m^3 (ARC, et al., 2016, pp. 57-58).

La incorporación de líquidos en la etapa de maduración

En esta etapa final del proceso el riego de líquidos es necesario siempre y cuando se presenten las siguientes situaciones:

- Presente características de sequedad intensa desde el inicio del proceso y no permita una actividad microbiana adecuada
- Se seque demasiado rápido resultado de la actividad microbiana misma del proceso

Para contrarrestar este tipo de fenómenos se tiene las siguientes recomendaciones:

- Se debe proveer a la instalación de equipos que aporten agua, tomando en cuenta que se recomienda el uso de agua limpia
- En esta etapa del proceso no es recomendable añadir lixiviados o residuos líquidos
- Se permite que se usen aguas pluviales sucias siempre y cuando no se mezcle con los lixiviados.

En el caso de existir maquinaria o equipo de volteo para el proceso, es muy adecuado y seguro, mientras se da el volteo la aplicación de los líquidos (ARC, et al., 2016, p. 59).

Sistemas tecnológicos en la etapa de maduración.

Al ser esta la etapa final no requiere de un control tan estricto de las condiciones de proceso, se suele utilizar equipos similares a los que se utiliza en la fase de descomposición, se acostumbra a utilizar alternativas más simples como pilas o pilas extendidas también conocidos como silos.

Dentro de la etapa de maduración debe de asegurarse que se dé una oxigenación en forma espontánea, debido a casos ya comentados anteriormente ya sea por el apilamiento del material en un lugar o por la baja porosidad del material se tendría que recurrir al proceso de aireación forzada para de esta manera otorgar el oxígeno suficiente y, por ende, evitar niveles elevados de temperatura (ARC, et al., 2016, p. 60).

Criterios de diseño para la etapa de maduración

Se debe tener en cuenta la gestión que recibe el material al atravesar esta etapa, cribados intermedios, ubicación, reagrupación, etc.

Alternativas tecnológicas utilizadas:

- Movimiento del material o no
- Equipo de aireación forzada o sin aire forzado
- Cubierta fija o sin ella
- Tiempo o duración de esta etapa
- La superficie que será utilizada para la etapa incluida el espacio para movimiento de maquinaria y el material
- Necesidad de instalar un equipo de dispersión de agua.
- Los diferentes criterios para la creación de un manual sobre el plan de prevención de riesgos con respecto a esta fase
- Durante la etapa de maduración debe ser ejecutada siempre sobre una solera de hormigón o algún material parecido a este (ARC, et al., 2016, pp. 60-61).

Operaciones complementarias y almacenamiento de compost.

a. Cribado

Es bastante necesario que durante el proceso de compostaje se deba realizar un proceso de cribado en las diferentes etapas del proceso ya sea en la de maduración o en la de descomposición, o al final de las etapas mencionadas anteriormente, este proceso es fundamental para retirar improprios de gran tamaño que se encuentren en el proceso de compostaje o como actividad de recuperación de material estructurante del proceso que está compostándose (ARC, et al., 2016, p. 66).

b. Almacenamiento de compost

Es conocida como aquella etapa donde permanece el compost al finalizar su etapa productiva y la salida de la planta. La capacidad que debe tener esta etapa tiene que ser suficiente para almacenar lo que se produzca en un tiempo aproximado de dos meses, al no ser necesario un postratamiento el almacenamiento se puede dar en la misma superficie donde se realiza la etapa de maduración, es muy importante considerar, que cuando el pre compost ya se encuentra cribado debe ser apilado en la zona de maduración, esta zona o superficie debe obligatoriamente disponer de un sistema de ventilación forzada esto es necesaria tanto para eliminar el calor generado como también para que la masa se oxigene, al llegar al momento de que la ventilación ya no sea necesaria se podría determinar cómo finalizada la etapa de maduración.

El lugar o solera donde se da el almacenamiento, puede ser tierra compactada siempre y cuando esto no afecte de alguna manera la calidad del producto que se encuentra almacenado.

Para que la cubierta del lugar de almacenamiento exista o no, es necesario considerar, si al darse episodios de lluvia, afectará o no el material almacenado, si el producto final se encuentra envasado o no.

Una de las consideraciones en el lugar de almacenamiento es la implementación de barreras físicas, esta medida es necesaria ya que el producto que se suele almacenar es netamente fino y seco, si este no se encuentra envasado será arrastrado por el viento fácilmente.

Adicionalmente se debe considerar una zona cercana a la de almacenamiento la cual será destinada netamente a la carga del producto donde ingresaran los camiones a realizar dicha actividad ARC, et al., 2016, p. 70-71)

c. Equipos e instalaciones complementarias.

Dependiendo de la capacidad de la planta se debe tener total o parcialmente los siguientes equipos e instalaciones complementarias:

- Edificios
- Básculas
- Depósitos o bolsas de recogida de los lixiviados generados, de aguas limpias y aguas pluviales sucias
- Sistema de tratamiento de aire
- Sistema para la eliminación de polvos
- Zona de seguridad perimetral
- Un depósito para los combustibles
- Instalación, maquinaria y equipos de limpieza para transporte (camiones)
- Instalación y equipos contra incendios
- Estación automática meteorológica (ARC, et al., 2016, p. 74).

2.1.27. Marco legal

2.1.27.1. Compostaje

Dentro de nuestro país no se ha establecido aún una normativa específica para determinar la calidad de los abonos orgánicos en este caso para compost, dentro del país se utiliza la “Normativa General para promover y regular la Producción Orgánica–Ecológica–Biológica en el Ecuador.” para cualquier tipo de actividad relacionada con el tema (Vizcaíno,et, al., 2013).

Para este trabajo de investigación como base se utilizaron tres tipos de normativas detalladas a continuación:

- (Roman, 2013). - “Manual de compostaje del agricultor-Experiencias en América Latina”
- (COTEMARNAT, 2018). - “Que establece los métodos y procedimientos para el tratamiento aerobio de la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, así como la información comercial y de sus parámetros de calidad de los productos finales.
- (DNINN, 2003). - Normativa chilena “Compost- Clasificación y requisitos”

2.1.27.2. *Planta de tratamiento*

Constitución de la República del Ecuador.

En el Título II, Capítulo segundo, derechos del buen vivir, corresponde a la sección Ambiente sano, en el artículo 14 y 15 se refiere a:

“**Art 14.-** Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológico, equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genérico del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados” (Asamblea Nacional Constituyente del Ecuador, 2008, p. 13).

“**Art 15.-** El estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectar al derecho de agua” Asamblea Nacional Constituyente del Ecuador, 2008, p. 13).

En el Título V, Capítulo cuarto, derechos del buen vivir, corresponde a la sección Ambiente sano, en el artículo 264 se refiere a:

“**Art 264.-** Los gobiernos municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas sin perjuicio de otros que determinan la ley:

Planificar el desarrollo cantonal y formular los correspondientes planes de ordenamiento territorial, de manera articulada con la planificación nacional, regional, provincial y parroquial, con el fin de regular el uso y ocupación del suelo urbano y rural. Ejercer el control sobre el uso y ocupación del uso en el cantón.

(...) y gestionar la cooperación internacional para el cumplimiento de sus competencias” (Asamblea Nacional Constituyente del Ecuador, 2008, pp. 86-87).

En el Título VII, Capítulo segundo, Régimen del buen vivir, corresponde a la Biodiversidad y recursos naturales, sección siete corresponde a Biosfera, ecológica urbana y energías alternativas, en el artículo 264 se refiere a:

“Art 415.- El estado central y gobiernos autónomos descentralizados adoptarán políticos integrales y participativos de ordenamiento territorial urbano y uso del suelo, que permitan regular el crecimiento urbano, el manejo de la fauna urbana e incentiven el establecimiento de zonas verdes.

Los gobiernos descentralizados desarrollarán programas de uso racional del agua, y de reducción, reciclaje y tratamiento adecuado de desechos sólidos y líquidos. Se incentivará y facilitará el transporte terrestre no motorizado, en especial mediante el establecimiento de ciclos vías” (Asamblea Nacional Constituyente del Ecuador, 2008, p. 124).

Políticas Nacionales de Residuos Sólidos

En el Título II, Políticas nacionales de Residuos Sólidos, corresponde a la sección Ambiente sano, en el artículo 31 y 32 se refiere a:

“Art. 31.- ÁMBITO DE SALUD Y AMBIENTE. - Se establece como políticas de la gestión de residuos sólidos en el ámbito de salud y ambiente las siguientes: a. Prevención y minimización de los impactos de la gestión integral de residuos sólidos al ambiente y a la salud, con énfasis en la adecuada disposición final.

(...) y d. Desarrollo de sistemas de vigilancia epidemiológica en poblaciones y grupos de riesgo relacionados con la gestión integral de los desechos sólidos. (...)” (Ministerio del Ambiente, 2003, p. 1).

“Art. 32.- ÁMBITO SOCIAL. - Se establece como políticas de la gestión de residuos sólidos en el ámbito social las siguientes: a. Construcción de una cultura de manejo de los residuos sólidos a través del apoyo a la educación y toma de conciencia de los ciudadanos.

(...) y b. Promoción de la participación ciudadana en el control social de la prestación de los servicios, mediante el ejercicio de sus derechos y de sistemas regulatorios que garanticen su efectiva representación. (...)” (Ministerio del Ambiente, 2003, p. 1).

Ley Orgánica de Salud

En el Título Preliminar, capítulo primero, corresponde a la sección del agua para consumo humano, en el artículo 97, 98 y 100 se refiere a:

“Art. 97.- La autoridad sanitaria nacional dictará las normas para el manejo de todo tipo de desechos y residuos que afecten la salud humana; normas que serán de cumplimiento obligatorio para las personas naturales y jurídicas” (Asamblea Nacional del Ecuador, 2015, p. 19).

“Art. 98.- La autoridad sanitaria nacional, en coordinación con las entidades públicas o privadas, promoverá programas y campañas de información y educación para el manejo de desechos y residuos” (Asamblea Nacional del Ecuador, 2015, p. 19).

“Art. 100.- La recolección, transporte, tratamiento y disposición final de desechos es responsabilidad de los municipios que la realizarán de acuerdo con las leyes, reglamentos y ordenanzas que se dicten para el efecto, con observancia de las normas de bioseguridad y control determinadas por la autoridad sanitaria nacional. El Estado entregará los recursos necesarios para el cumplimiento de lo dispuesto en este artículo” (Asamblea Nacional del Ecuador, 2015, p. 19).

Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental

Capítulo primero, corresponde a la sección de la Prevención y Control de la Contaminación del aire, artículo 1 se refiere a:

“Art. 1.- Queda prohibido expeler hacia la atmósfera o descargar en ella, sin sujetarse a las correspondientes normas técnicas y regulaciones, contaminantes que, a juicio de los Ministerios de Salud y del Ambiente, en sus respectivas áreas de competencia, puedan perjudicar la salud y vida humana, la flora, la fauna y los recursos o bienes del estado o de particulares o constituir una molestia” (Congreso Nacional, 2004, p. 1).

Capítulo segundo, corresponde a la sección de la Prevención y Control de la Contaminación de las aguas, el artículo 6 se refiere a:

“Art. 6.- Queda prohibido descargar, sin sujetarse a las correspondientes normas técnicas y regulaciones, a las redes de alcantarillado, o en las quebradas, acequias, ríos, lagos naturales o artificiales, o en las aguas marítimas, así como infiltrar en terrenos, las aguas residuales que contengan contaminantes que sean nocivos a la salud humana, a la fauna, a la flora y a las propiedades” (Congreso Nacional, 2004, p. 2).

Capítulo tercero, corresponde a la sección de la Prevención y Control de la Contaminación de los suelos, artículo 10 se refiere a:

“Art. 10.- Queda prohibido descargar, sin sujetarse a las correspondientes normas técnicas y regulaciones, cualquier tipo de contaminantes que puedan alterar la calidad del suelo y afectar a la salud humana, la flora, la fauna, los recursos naturales y otros bienes” (Congreso Nacional, 2004, p. 3).

“Art. 11.- Para los efectos de esta Ley, serán consideradas como fuentes potenciales de contaminación, las sustancias radioactivas y los desechos sólidos, líquidos o gaseosos de procedencia industrial, agropecuaria, municipal o doméstica” (Congreso Nacional, 2004, p. 3).

Título I, corresponde al ámbito y principios de la gestión ambiental, el artículo 1 se refiere a:

“Art. 1.- La presente Ley establece los principios y directrices de política ambiental; determina las obligaciones, responsabilidades, niveles de participación de los sectores público y privado en la gestión ambiental y señala los límites permisibles, controles y sanciones en esta materia” (Vlaykova & Sivrev, 1998, p. 1).

“Art. 2.- La gestión ambiental se sujeta a los principios de solidaridad, corresponsabilidad, cooperación, coordinación, reciclaje y reutilización de desechos, utilización de tecnologías alternativas ambientalmente sustentables y respecto a las culturas y prácticas tradicionales” (Vlaykova & Sivrev, 1998, p. 1).

“Art. 5.- Se establece el Sistema Descentralizado de Gestión Ambiental como un mecanismo de coordinación transectorial, interacción y cooperación entre los distintos ámbitos, sistemas y subsistemas de manejo ambiental y de gestión de recursos naturales. En el sistema participará la sociedad civil de conformidad con esta Ley” (Vlaykova & Sivrev, 1998, p. 1).

Título III, Capítulo segundo, corresponde de la evaluación de impacto ambiental y del control ambiental, artículo 19, 20 y 21 se refiere a:

“Art. 19.- Las obras públicas, privadas o mixtas, y los proyectos de inversión públicos o privados que puedan causar impactos ambientales, serán calificados previamente a su ejecución, por los organismos descentralizados de control, conforme el Sistema Único de Manejo Ambiental, cuyo principio rector será el precautelatorio (Vlaykova & Sivrev, 1998, p. 4).

Art. 20.- Para el inicio de toda actividad que suponga riesgo ambiental se deberá contar con la licencia respectiva, otorgada por el Ministerio del ramo (Vlaykova & Sivrev, 1998, p. 1).

Art. 21.- Los sistemas de manejo ambiental incluirán estudios de línea base; evaluación del impacto ambiental; evaluación de riesgos; planes de manejo; planes de manejo de riesgo; sistemas de monitoreo; planes de contingencia y mitigación; auditorías ambientales y planes de abandono. Una vez cumplidos estos requisitos y de conformidad con la calificación de los mismos, el Ministerio del ramo podrá otorgar o negar la licencia correspondiente” (Vlaykova & Sivrev, 1998, p. 5).

Título I, Capítulo tercero, corresponde de la Organización territorial Autonomía Descentralización, artículo 53, 54 y 55 se refiere a:

“Art. 53.- Naturaleza jurídica. - Los gobiernos autónomos descentralizados municipales son personas jurídicas de derecho público, con autonomía política, administrativa y financiera. Estarán integrados por las funciones de participación ciudadana; legislación y fiscalización; y, ejecutivas previstas en este Código, para el ejercicio de las funciones y competencias que le corresponden. La sede del gobierno autónomo descentralizado municipal será la cabecera cantonal prevista en la ley de creación del cantón” (COOTAD, 2010, p. 27).

Art. 54.- Funciones. - Son funciones del gobierno autónomo descentralizado municipal las siguientes:
a) Promover el desarrollo sustentable de su circunscripción territorial cantonal, para garantizar la realización del buen vivir a través de la implementación de políticas públicas cantonales, en el marco de sus competencias constitucionales y legales;

(...) y b) Diseñar e implementar políticas de promoción y construcción de equidad e inclusión en su territorio, en el marco de sus competencias constitucionales y legales (...)”(COOTAD, 2010, pp.27-28).

Art. 55.- Competencias exclusivas del gobierno autónomo descentralizado municipal. - Los gobiernos autónomos descentralizados municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas sin perjuicio de otras que determine la ley; a) Planificar, junto con otras instituciones del sector público y actores de la sociedad, el desarrollo cantonal y formular los correspondientes planes de ordenamiento territorial.

(...) y b) Ejercer el control sobre el uso y ocupación del suelo en el cantón; c) Planificar, construir y mantener la vialidad urbana (...)” (COOTAD, 2010, pp.27-28).

Título I, Capítulo tercero, corresponde al reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo, artículo 46 y 48 se refiere a:

“Art. 46. SERVICIOS DE PRIMEROS AUXILIOS. - Todos los centros de trabajo dispondrán de un botiquín de emergencia para la prestación de primeros auxilios a los trabajadores durante la jornada de trabajo. El empleador garantizará el buen funcionamiento de estos servicios, debiendo proveer de entrenamiento necesario a fin de que por lo menos un trabajador de cada turno tenga conocimientos de primeros auxilios” (IESS, 1986, p. 24).

“Art. 48. TRASLADO DE ACCIDENTADOS Y ENFERMOS. - Prestados los primeros auxilios se procederán, en los casos necesarios, al rápido y correcto traslado del accidentado o enfermo al centro asistencial, en que deba proseguirse el tratamiento.

(...) y) Además, se colocará en lugar visible, sea en las oficinas o en el local del botiquín de urgencia del centro, una relación detallada de las direcciones y teléfonos de la unidad asistencial del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (...)” (IESS, 1986, p. 24).

Título VI, Capítulo tercero, corresponde a la protección personal, artículo 175 se refiere a:

“Art 175.- 1. La utilización de los medios de protección personal tendrá carácter obligatorio en los siguientes casos: a) Cuando no sea viable o posible el empleo de medios de protección colectiva. b) Simultáneamente con éstos cuando no garanticen una total protección frente a los riesgos profesionales.

(...) y) El trabajador está obligado a: a) Utilizar en su trabajo los medios de protección personal, conforme a las instrucciones dictadas por la empresa. b) Hacer uso correcto de los mismos, no introduciendo en ellos ningún tipo de reforma o modificación (...)”(IESS, 1986, pp.78-79).

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Lugar de estudio

3.1.1. Datos generales del cantón Guano

3.1.1.1. Ubicación.



Figura 1-3: Mapa del Cantón Guano

Realizado por: Jhoana Sánchez, 2021.

El cantón Guano conocido como la capital artesanal, está ubicado en la República del Ecuador, al norte de la provincia de Chimborazo, fue creado el 20 de diciembre de 1845, posee una extensión de $459,72 \text{ Km}^2$, con un rango altitudinal que va desde 2.280 m.s.n.m cota alta, hasta 6.310 m.s.n.m cota baja, siendo este fenómeno el que permite que en el cantón exista temperaturas desde 0°C hasta $28,3^\circ \text{C}$ (GAD GUANO, 2015, p. 2).

3.1.1.2. Límites.

Guano se encuentra limitado por:

- Norte: se encuentra la provincia de Tungurahua.
- Sur: el cantón Riobamba.
- Este: el río Chambo y cantón Penipe.
- Oeste: la provincia de Bolívar y el cantón Riobamba (GAD GUANO, 2015, p. 27).

3.1.1.3. División Política

El cantón Guano posee 3 parroquias urbanas y 9 parroquias rurales.

- Urbanas: La Matriz, El Rosario y Santa Teresita.
- Rurales: San Andrés, San José de Chazo, Ilapo, La Providencia, Valparaíso, Guanando, San Gerardo de Pacaicagan, Santa Fe de Galán y San Isidro de Patulú (GAD GUANO, 2015, p. 357).

3.1.1.4. Densidad Poblacional.

En todo el cantón Guano tomando en cuenta las parroquias urbanas y rurales se tiene una densidad poblacional de 42851 Hab, posee una extensión de 459,70 Km² lo que equivale a 93,21 Hab/Km², y este representa el 7% del total del territorio de la provincia de Chimborazo.

Basado en el último censo (GAD GUANO, 2015, p. 305).

3.1.2. Reconocimiento de la zona

3.1.2.1. Datos generales Mercado Municipal Santos Leopoldo Cabezas Villalba.

Existe en el cantón un mercado municipal ubicado en la parroquia La Matriz en las calles Agustín Dávalos y Thomas Ramírez a 400 m del parque central, este mercado posee 2127,99 m² de área, su infraestructura posee una capacidad reducida, su funcionamiento se da normalmente de lunes a domingo, existiendo una mayor demanda comercial los días domingos, en este mercado se comercializan productos de la zona y los comerciantes son personas del mismo cantón.

Este mercado posee 8 secciones con un total de 85 comerciantes (GAD GUANO, 2015, p. 180).

3.1.3. Lugar experimental

Este proyecto de tesis se llevó a cabo en la Celda Emergente Valparaíso del cantón Guano.



Figura 2-3: Mapa de ubicación del centro de acopio del cantón Guano (Valparaíso).

Realizado por: Jhoana Sánchez, 2021.

3.1.3.1. Valparaíso.

La parroquia Valparaíso del cantón Guano posee una extensión de 2144,3 ha. con una altitud que va desde 2810 m.s.n.m hasta 4160 m.s.n.m, esta parroquia posee clima variante esto se debe a los cambios climáticos en los diferentes meses del año (GAD VALPARAISO, 2015, p. 12).

3.1.3.2. *Límites*

Esta parroquia se encuentra limitada por:

- ✓ Norte: Ilapo y Santa Fe de Galán.
- ✓ Sur: La parroquia La Matriz.
- ✓ Este: Ilapo.
- ✓ Oeste: San Isidro y La Matriz (GAD VALPARAISO, 2015, p. 13).

3.1.3.3. *Especificación climática*

La parroquia de Valparaíso posee dos tipos de climas que son:

- Ecuatorial de Alta Montaña. - este clima presenta precipitaciones entre 750 y 1000 promedio al año, la temperatura promedio va desde 4 hasta 10 °C, este clima cubre una extensión de 28127 ha (GAD VALPARAISO, 2015, pp.15-16).
- Ecuatorial Mesotérmico Semi-Húmedo. - clima característico en la zona interandina, con excepción de los valles y de los lugares que se encuentra a 3200 m.s.n.m este clima prevalece en la mayor extensión, sus temperaturas medias al año van desde 12 hasta 20°C con probabilidades de llegar hasta 0°C y hasta 30°C, posee una humedad entre 65 y 85% (GAD VALPARAISO, 2015, pp.15-16).

3.1.4. *Celda Emergente Valparaíso*

Esta celda utiliza principios de un relleno sanitario, el objetivo es que se realice la eliminación final de los residuos sólidos tratando de que este proceso no perjudique al medio ambiente así como precautelando la seguridad y salud pública ni durante ni después del proceso, estas técnicas utilizan principios de ingeniería tratando de encerrar los residuos en una área determinada que sea lo más

pequeña posible, diariamente se realiza el proceso de compactación y cobertura con capas de tierra esto para tratar de reducir su volumen, la celda emergente fue prevista por el GADM del cantón Guano en la parroquia de Valparaíso, su operación inicio en Agosto del 2014, esta celda sirve para la eliminación de los desechos sólidos generados en distintas parroquias del cantón como son; La Matriz, San Isidro, San Andrés y San Gerardo abarca un 33% del total de la población equivalente a 14985 habitantes (GAD GUANO, 2015, p. 81).

3.2. Metodología

3.2.1. Tipo de investigación

El trabajo de titulación denominado DISEÑO DE UNA PLANTA DE COMPOSTAJE A PARTIR DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS GENERADOS EN EL MERCADO MUNICIPAL SANTOS LEOPOLDO CABEZAS VILLALBA DEL CANTÓN GUANO, de acuerdo al método de investigación se clasifica como mixta ya que se usará el método tanto cualitativo como cuantitativo, el primero será al momento de la caracterización de los residuos ya que ésta se desarrollará por observación y posterior separación, mientras que en el método cuantitativo se utilizarán pesos para diferentes actividades como en la determinación de la producción per cápita, caracterización etc.

Según el objetivó de estudio se clasifica como aplicada al ser un trabajo que desarrollará la parte experimental piloto para verificación de resultados, finalmente por la temporalidad del trabajo se define como longitudinal pues se van a obtener medidas y datos diferentes en un tiempo determinado para posteriormente ser analizado y comprobar la evolución y efectividad de las técnicas empleadas.

3.2.2. Métodos, materiales y equipos.

3.2.2.1. Método.

- **Tamaño de muestra.**

El tamaño de muestra se determinó mediante la aplicación de la **Ecuación 1**, a los usuarios del mercado municipal y también a los habitantes del cantón Guano tomando aquí en cuenta la recolección de basura a que número población abastece.

- **Recolección de las muestras**

Muestras de los tratamientos

Para la recolección de la muestra de los dos tratamientos aplicados, se utilizó el método del cuarteo basado en (INVE, 2003, pag. 4), tomando una muestra representativa previa a cada volteo, en total se recolectaron 7 muestras de cada tratamiento.

Muestras poblacionales

Las muestras para este proyecto se tomaron de tres diferentes poblaciones, la primera de la cabecera cantonal tomando en cuenta como base la calle principal García Moreno, las otras dos muestras fueron tomadas del mercado municipal, aquí se muestreo tanto a compradores como a vendedores, previo a esto, se realizó el levantamiento de datos para calcular un promedio de usuarios del mercado municipal y con ese dato poder considerar como una población conocida.

3.2.3. Levantamiento y Recopilación de la información.

Para el levantamiento de información se utilizó la siguiente técnica:

3.2.3.1. Encuestas

Las encuestas fueron aplicadas principalmente para conocer y obtener información con respecto al manejo de los residuos sólidos, se aplicó a los comerciantes, compradores del mercado municipal del cantón y habitantes de Guano, la encuesta se utilizó para determinar la PPC tanto en el mercado como en el cantón.

- Encuestas para los comerciantes.

Las encuestas fueron realizadas en las diferentes secciones del mercado municipal un total de 29 encuestados principalmente se preguntó si conocen el manejo y disposición final de los residuos generados dentro del mercado.

- Encuestas para compradores

Se encuestó a un total de 63 compradores, obteniendo información del manejo y la disposición que le dan a los residuos tanto en sus hogares como en el mercado municipal que eventualmente visitan.

- Encuesta a los habitantes del cantón Guano

Para los tres tipos de encuestas se basaron en las muestras poblacionales obtenidas, se encuestó a 164 personas a lo largo de la calle principal juntamente con la recolección de basura que se fue realizando; esta encuesta también ayudó a determinar la PPC de los habitantes y al igual que las demás se conoció si la población estaba dispuesta a pagar alguna cantidad de dinero para el manejo de residuos sólidos en el cantón.

En la etapa de recopilación se realizó reuniones con la presidenta de comerciantes del mercado municipal Santos Leopoldo Cabezas Villalba del cantón Guano, para socializar los pasos a seguir en este proceso, se contó con un gran apoyo por parte de la representante Sra. Fanny Villa.

Se socializó con el Ing. Raúl Cabrera alcalde del GADMC Guano y la Ing. Genny López en ese entonces encargada del departamento de Gestión Ambiental del GADMC Guano, de quien se recibió indicaciones para la iniciación del proyecto técnico.

3.2.4. *Materiales y equipos.*

En esta sección se detallan los materiales y equipos utilizados para el desarrollo del proyecto en la parte experimental o de campo.

Tabla 1.2: Materiales y equipos utilizados para la elaboración del compost.

ACTIVIDAD	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN		
		<i>Material</i>	<i>Equipo</i>	<i>Maquinaria</i>
Construcción de techado	10 unidades	Hojas de zinc.		
	2 libras	Clavos		
	2 libras	Alambre de amarre.		
	10 unidades	Tablas		
	40 unidades	Palos		
	2 unidades	Martillos		
	1 unidad	Sierra		
	Varios	Plásticos negros		
	1 unidad	Combo		
	1 unidad	Barra		
	1 unidad	Cavadora manual		
	1 unidad	Pico		
	2 unidades	Palas		
	1 unidad	Hacha de mano		
	1 unidad			Vehículo tipo camioneta
	Recolección y pesaje de residuos sólidos del mercado municipal	20 unidades	Fundas plásticas	
50 unidades		Sacos		
2 unidades		Escobas		
2 unidades		Palas		
1 unidad		Rastrillo		
2 unidades		Mascarillas de seguridad		
2 unidades		Guantes de caucho		
1 unidad		Cuaderno de apuntes.		

	1 unidad		Calculadora	
	1 unidad		Balanza mecánica	
	1 unidad	Mandil		
	1 unidad	Botas de caucho		
	1 unidad			Vehículo tipo Camioneta
Recolección y pesaje de poda	2 unidades	Palas		
	1 unidad	Rastrillo		
	1 unidad		Calculadora	
	1 unidad		Balanza mecánica	
	1 unidad			Vehículo tipo Camioneta
Caracterización y densidades de los residuos solidos	1 unidad	Cuaderno de apuntes.		
	Varias unidades	Sacos		
	1 unidad	Tanque de 220 L		
	1 unidad	Balde de 20 L		
	1 unidad	Tabla 50x50 cm		
	1 unidad	Botas de caucho		
	1 unidad	Mandil		
	2 unidades	Mascarillas de seguridad		
	2 unidades	Guantes de caucho		
	1 unidad		Calculadora	
	1 unidad		Balanza mecánica	
		1 unidad	Botas de caucho	
	1 unidad	Mandil		

Acopio y picado manual de los residuos sólidos	2 unidades	Mascarillas de seguridad		
	2 unidades	Guantes de caucho		
	2 unidades	Machetes		
	Varios	Plásticos negros		
Armado de pilas	1 unidad	Botas de caucho		
	1 unidad	Mandil		
	2 unidades	Mascarillas de seguridad		
	2 unidades	Guantes de caucho		
	1 unidad	Balde de 20 L		
	2 unidades	Palas		
	1 unidad		Termómetro digital para suelos.	
	1 unidad		Higrómetro	
Control del proceso	1 unidad	Botas de caucho		
	1 unidad	Mandil		
	2 unidades	Mascarillas de seguridad		
	2 unidades	Guantes de caucho		
	1 unidad	Manguera		
	2 unidad	Palas		
	1 unidad		Termómetro digital para suelos.	
	1 unidad		Higrómetro	
Verificación de rendimiento del proceso.	Varios	Sacos		
	2 unidades	Palas		
	2 unidades	Escobas		
	1 unidad		Balanza mecánica	

Realizado por: Jhoana Sánchez, 2021.

3.2.5. *Parte experimental*

Este proyecto investigativo denominado “DISEÑO DE UNA PLANTA DE COMPOSTAJE A PARTIR DE RESIDUOS ORGÁNICOS GENERADOS EN EL MERCADO MUNICIPAL SANTOS LEOPOLDO CABEZAS VILLALBA DEL CANTÓN GUANO”, se desarrolló con dos unidades (dos pilas), se llevó un control permanente para garantizar un adecuado manejo y así establecer las condiciones adecuadas para obtener un producto de excelente calidad.

Este proyecto se llevó a cabo entre los meses septiembre 2019- junio 2020, para la construcción de las pilas se tomó en cuenta la metodología de (ACESF, 2018, pp.17-19), apropiándolo a los materiales disponibles para el proceso como también a la cantidad de los residuos obtenidos tanto en el mercado municipal como en los parques y áreas verdes del cantón.

Tabla 2-3: Elementos utilizados para la elaboración del compost

TRATAMIENTO	MATERIAL	ESTADO	CANTIDAD	UNIDAD
PILA 1	Residuos de poda	Seco	100	Kg
	Residuos sólidos orgánicos	Seco	146	Kg
	Microorganismos de montaña	Líquido	5	L
PILA 2	Residuos de poda	Seco	100	Kg
	Residuos sólidos orgánicos	Seco	146	Kg
	Microorganismos de montaña	Líquido	5	L
	Residuos de banano	Seco	568	Kg

Realizado por: Jhoana Sánchez, 2021.

3.2.5.1. *Elaboración del compost*

Residuos empleados en el proceso de compostaje.

Los materiales requeridos para el proceso de compostaje en su mayoría fueron de forma gratuita y se detallan a continuación:

- Los residuos orgánicos y los tallos de banano fueron obtenidos en el mercado municipal Santos Leopoldo Cabezas Villalba del cantón Guano, estos fueron llevados al lugar de acopio construido en la Celda Emergente Valparaíso para ser caracterizados durante 8 semanas consecutivas, dentro de los residuos se encontraron papel, plástico, madera, cartón, materia orgánica en su mayoría, etc.
- La poda fue recolectada en el parque María Inmaculada del cantón Guano, y en las áreas verdes ubicadas a lo largo de la Av. 20 de diciembre del mismo cantón, para ser posteriormente trasladadas al lugar de acopio.
- Los microorganismos fueron facilitados por la Facultad de Ciencias-ESPOCH.
- Los demás materiales tanto para la construcción como para el desarrollo del compost se compraron en las diferentes casas comerciales.

Montaje de pilas de compostaje.

Los residuos de mercado fueron picados manualmente con la ayuda de un machete hasta un diámetro de 2 a 5 cm, estos residuos se los esparció y secó bajo techo por un tiempo de 8 semanas, los tallos de banano fueron primero secados y posteriormente triturados bajo máquina, hasta obtener un diámetro de 2 a 5 cm, la poda no se trituró ya que se encontraba dentro del diámetro apropiado entre 2 a 3 cm. Los microorganismos al encontrarse en estado líquido se diluyeron en una relación 1:1 con agua lluvia.

Pila 1: la poda junto con los residuos orgánicos se ordenó por capas de forma trapezoidal hasta llegar a formar pila de altura aproximada de 1,20 m, posterior se realizó volteos en los cuales se homogenizaron los materiales. Para la pila 2 se llevó el mismo proceso, pero añadiendo también el tallo de banano. Durante la construcción de las pilas se añadió agua hasta llegar a una humedad óptima para el inicio del proceso.

Control de temperatura y humedad

Una vez construida las pilas, se dejaron reposar durante 24 horas para que se dé el inicio del proceso, transcurrido este tiempo se inició el control de la temperatura y la humedad, para ello se fijaron 5 puntos referenciales para la medición, la pila 1 tuvo una temperatura promedio de 53,4 °C y la pila 2 de 36,6°C, el primer volteo se realizó transcurrido 13 días de proceso. Durante la primera semana se midió 3 veces, de ahí hasta llegar al día 122 se midió dos veces por semana, y posteriormente una vez por semana hasta el día 192, este proceso se lo realizó con un termómetro digital para compost, la humedad fue controlada al mismo tiempo que la temperatura con un higrómetro digital de suelo.

Los volteos o aireación en las pilas se los realizaron manualmente cuando la temperatura de las pilas se encontraba por debajo de los 26,0°C, en los días 13, 30, 63, 84 y 124 del proceso, una vez que la temperatura llegó a ser similar a la temperatura ambiente promedio se dio por terminado el proceso de compostaje, y entró en una fase de maduración, para esto se bajó la pila a una altura aproximada de 50 cm.

Toma de muestras y tiempo de elaboración del compost.

Las pilas fueron montadas el día 05 de diciembre del año 2019 y el proceso terminó el día 15 de junio del 2020, dándose el proceso dentro de 192 días en un aproximado de 6 meses y medio, la muestra inicial fue tomada el día que se armaron las pilas y de ahí los días 13, 30, 63, 84, 124 y 171 después de iniciado el proceso de compostaje, para la toma de la muestra previo al volteo se tomó de varios puntos de la pila aplicando el método del cuarteo hasta obtener una cantidad aproximada de 1 Kg de cada pila. En total fueron tomadas 7 muestras de cada pila para su posterior análisis en el laboratorio.

Tabla 3-3: Fecha de toma de muestra

N.-	FECHA	DÍAS DE COMPOSTAJE	TOMA DE MUESTRA
1	05/12/2019	0	Muestra inicial
2	18/12/2019	13	Primer volteo
3	05/01/2020	30	Segundo volteo
4	07/02/2020	63	Tercer volteo
5	28/02/2020	84	Cuarto volteo
6	08/04/2020	124	Quinto volteo

7	25/05/2020	171	Muestra final
---	------------	-----	---------------

Realizado por: Jhoana Sánchez, 2021.

Análisis físicos, fisicoquímicos y biológicos.

Los análisis se realizaron en los laboratorios de la Facultad de Ciencias ESPOCH, y fueron: pH, conductividad eléctrica, materia orgánica, carbono, nitrógeno, fósforo, potasio e índice de germinación (I.G), para estos análisis se utilizaron diferentes técnicas, las cuales se encuentran en el ANEXO L.

Tabla 4-3: Análisis del compost

ANÁLISIS	EQUIPO	LABORATORIO
I.G	-Incubadora Memmert	Biotecnología
M.O	-Mufla HYSC	Protección Ambiental
C.E	-Thermo Scientifici Medidor de conductividad Orion Star A112	Protección Ambiental
pH	-Fisher Scientific accument AB150 pH Meters	Protección Ambiental
N.P.K	-NPK SOIL KIT (3-5880) -Espectofotómetro Thermo Scientific Evolution 220 -Cabina de Extracción de Gases BIOBASE -ph metro Fisher Scientific.	Investigación

C.E. conductividad eléctrica; pH. - potencial hidrogeno; M.O.- materia orgánica; I.G.- índice de germinación; N.- nitrógeno; P.- fosforo; K.- potasio.

Realizado por: Jhoana Sánchez, 2021.

Recolección de datos, para PPC.

• Usuarios Mercado Municipal

Para la determinación de la PPC de los usuarios del mercado municipal Santos Leopoldo Cabezas Villalba, se realizó la recolección de datos durante 8 días domingos, el conteo de los usuarios y el peso de los residuos generados los mismos días.

- **Habitantes cantón Guano.**

Para determinar la PPC de los habitantes del cantón Guano se tomó los datos de peso de residuos y número de habitantes por vivienda de la calle García Moreno, calle principal de la cabecera cantonal Guano.

Caracterización de residuos.

- **Mercado municipal**

La recolección de los residuos de la feria del domingo se realizó cada día lunes durante 8 semanas consecutivas. Los residuos fueron pesados en el lugar de acopio y luego clasificados y pesados por tipo de residuos. Posteriormente se calculó los volúmenes de forma general, así como por tipo de residuos, para poder establecer la densidad suelta y compactada. Para estas operaciones se utilizó la técnica del cuarteo hasta contar con 50 Kg de muestra.

En la cabecera cantonal se recogieron los residuos de la calle principal García Moreno y se trasladaron al lugar de acopio en donde se realizó el mismo proceso que con los residuos de mercado, obteniendo valores tanto de pesos volúmenes y densidades totales y por tipo de residuo.

3.2.5.2. Volúmenes y densidades

a. Volumen suelto

Para este proceso se utilizó un recipiente grande con volumen conocido equivalente a 220L con dimensiones iguales a 0,88 m de alto y 0,58 m de diámetro. Los residuos fueron colocados en el

recipiente sin la necesidad de compactarlo, removiéndolo con el objetivo de que los espacios vacíos se llenen y así poder obtener el volumen. Finalmente, para obtener el volumen suelto requerido se aplica la **Ecuación 3**.

b. Volumen compactado

De igual manera se utilizó un recipiente grande con volumen conocido equivalente a 220L con dimensiones iguales a 0,88 m de alto y 0,58 m de diámetro. Los residuos fueron compactados aplicando un peso constante y se midió la altura. Se pesó el recipiente con los residuos para obtener su peso; se aplicó la **Ecuación 4** para obtener el volumen compactado.

c. Densidad

Se determinó tanto densidad suelta como densidad compactada, pero lo cual se emplearon las **Ecuación 5** y **6** respectivamente.

3.2.6. Metodología para la planta de compostaje

3.2.6.1. Área de recepción y almacenamiento de residuos.

Dentro de esta área se llevará a cabo diferentes actividades, una de ellas es la recepción de los residuos recolectados y se procederá a pesar con la ayuda de una balanza eléctrica capacidad 150 Kg, seguido de eso se la reserva en un lugar mientras es trasladado a la siguiente área.

3.2.6.2. Área de preparación, clasificación y mezcla.

Aquí en esta área se desarrollará el proceso de preparación que consiste en el vaciado de los costales o los recipientes que contenga los residuos, y colocarlos directo al suelo, para proceder con la clasificación donde se separa los plásticos, papel, cartón, residuos orgánicos y otros (alambres, madera, textil, vidrio, material de construcción, aluminio)

3.2.6.3. Área de poda

Lugar donde será ubicado el material estructurante en este caso poda hasta ser colocado ya en el proceso de descomposición.

3.2.6.4. Área de equipos y herramientas.

Este espacio será destinado para ubicar y guardar diferentes equipos y herramientas que serán utilizados a lo largo del proceso de compostaje teniendo así los siguientes:

- Trituradoras de Residuos Orgánicos -TR 500G
- Palas
- Escobas
- Zaranda
- Rastrillo de jardín

3.2.6.5. Área de descomposición y maduración.

En este preciso lugar se llevará a cabo la mayor parte del proceso, aquí se colocarán las pilas de compostaje, y dispondrá de un espacio necesario alrededor para que se dé sin dificultad los volteos necesarios en el proceso, aquí mismo se dará el proceso de maduración hasta cuando el proceso tome las condiciones necesarias para convertirse en un compost maduro listo para realizar procesos complementarios en las siguientes áreas.

Para el cálculo del número de pilas dentro de la planta de compostaje se toma en cuenta el número de días empleados en obtener el compost maduro, y el número de semanas que se llevó a cabo la recolección de residuos.

Tabla 5-3: Datos para el cálculo de número de pilas.

DATOS PARA CÁLCULO DE NÚMEROS DE PILAS.	
Días de tratamiento	192
Número de semanas de recolección de residuos sólidos	8

Realizado por: Jhoana Sánchez, 2021.

3.2.6.6. Área de tanques.

Dentro de esta área se encuentra dos diferentes tanques de líquido que se utilizarán en las diferentes etapas del proceso de compostaje así:

- **Tanque de agua.**

Tanque de agua que servirá para el riego de las pilas según estas lo ameriten y dependiendo de la etapa en la que se encuentren.

- **Tanque de lixiviados.**

Este tanque recolectará los lixiviados producidos en el área de descomposición en las fases iniciales del proceso de compostaje.

3.2.6.7. Área de servicios higiénicos.

Aquí habrá dos tipos de servicios tanto para damas como para caballeros, así como también un servicio de ducha-vestidor de igual forma tanto para damas como para caballeros que será de uso exclusivo del personal que labore en la planta.

3.2.6.8. Área de post tratamiento y almacenamiento.

Esta área está dispuesta para procesos post operacionales donde se ejecutarán distintas acciones como:

- Cribado
- Eliminación de impropios.
- Envasado

El almacenamiento del producto se dará una vez terminado el post tratamiento hasta la salida del producto de la instalación.

3.2.6.9. Área libre

Finamente se dispone un área libre donde ingresara el vehículo que transportara el producto envasado hacia diferentes destinos para su comercialización.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Caracterización de muestras iniciales.

Las muestras fueron tomadas en su estado inicial al momento de ser armadas las pilas considerado como el día 0, luego de haber mezclado debidamente los componentes de cada pila, los análisis arrojaron resultados claros se puede observar que los macronutrientes son bajos, los valores de materia orgánica se calcularon utilizando el % de carbono por 1,84. (Iglesias & Pérez, 2002).

Tabla 1-4: Caracterización de las materias iniciales.

PARÁMETROS	*MATERIA ORGÁNICA (%)	CARBONO (%)	NITRÓGENO (%)	HUMEDAD
Residuos de mercado	24,31	13,21	0,85	15

Poda	63,19	34,34	1.03	10
Residuos de banano	82,80	45,00	0,91	0

*Dato calculado a partir del porcentaje de carbono.

Realizado por: Jhoana Sánchez, 2021.

4.2. Parámetros Analizados durante el proceso de compostaje

4.2.1. Parámetros de control.

4.2.1.1. Temperatura

En el Gráfico 1-4, se observa la variación de la temperatura en los dos tratamientos. Una vez armadas las pilas, en un lapso aproximado de 24 horas, subió la temperatura por encima de los 50° C, al ser la temperatura uno de los indicadores más importantes dentro de este tipo de proceso (ACESF, 2018, p. 12), se da por entendido que inició la etapa de descomposición biológica de aquellas moléculas mayormente degradables y esto genera liberación de energía, la misma que conlleva a que la temperatura aumente (ARC, et al., 2016, p. 45).

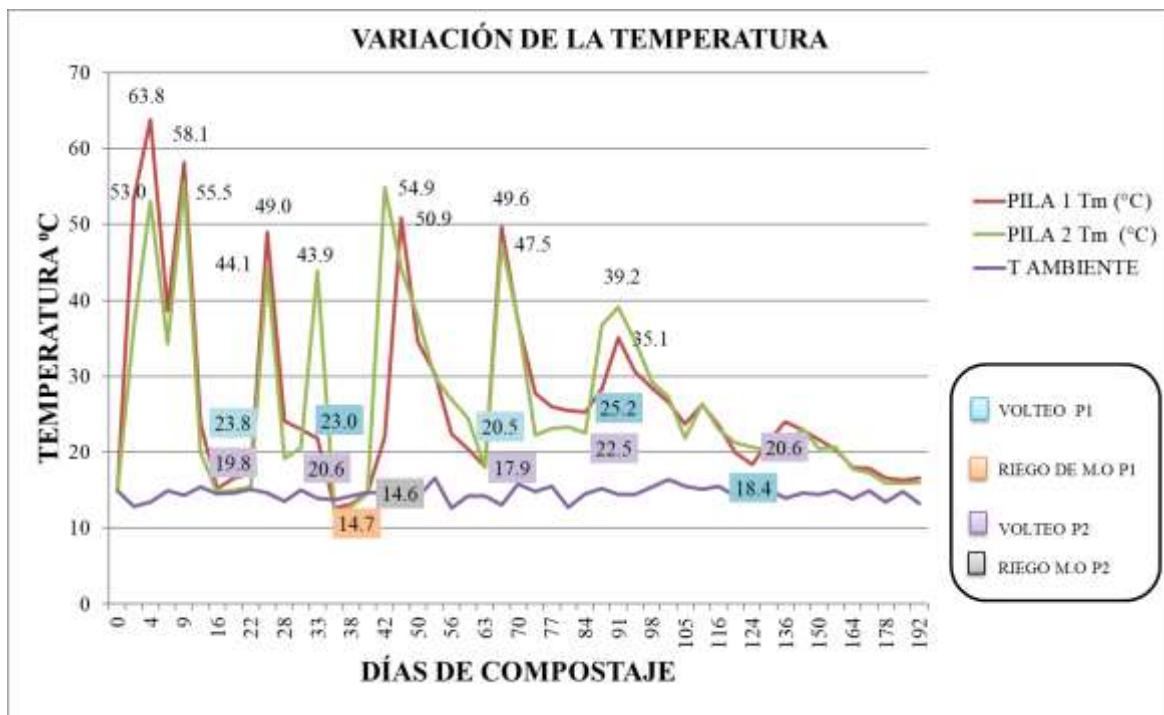


Gráfico 1-4: Variación de la temperatura.

Realizado por: Jhoana Sánchez, 2021.

En este proceso las temperaturas máximas alcanzadas fueron 63,8° C en la pila 1, y 55,5° C en la pila 2, esto es normal en un proceso de compostaje donde los componentes de la pila conocida como sustrato empiezan a degradarse, las temperaturas máximas se encuentran entre 50° y 65° C y empieza el proceso de higienización del tratamiento ya que se eliminan microorganismos patógenos, según (ARC, et al., 2016, p. 9), cuando los microorganismos inician la descomposición de la materia orgánica, así como el carbono (C) y el nitrógeno (N), se desprende calor y, a medida de la variación de las temperaturas se da el reconocimiento de las diferentes fases que atraviesa el compostaje, es por ellos que según la temperatura se va dando un seguimiento a las diferentes fases del compostaje (ACESF, 2018, p. 7). Similares resultados se obtuvieron en un trabajo realizado por (Pullopaxi, 2019, p. 36), en el tratamiento de compostaje de residuos orgánicos en mezcla con agentes estructurantes.

En la evolución de la temperatura, se pueden reconocer las fases termófila, mesófila y de maduración y se encuentran dentro de los valores óptimos para procesos de compostaje establecidos por (Roman, 2013, p. 28), por la normativa chilena (DNINN, 2003, p. 10), así como por la (COTEMARNAT, 2018, pp.22-23), normativa mexicana para obtención de compost.

4.2.1.2. Potencial hidrógeno (pH)

Para (ACESF, 2018, p. 13), el pH en un proceso de compostaje depende mucho de los materiales con los que se inicie y va cambiando de acuerdo a la fase en la se encuentre el compostaje. Este parámetro define la sobrevivencia de los microorganismos presentes en el proceso.

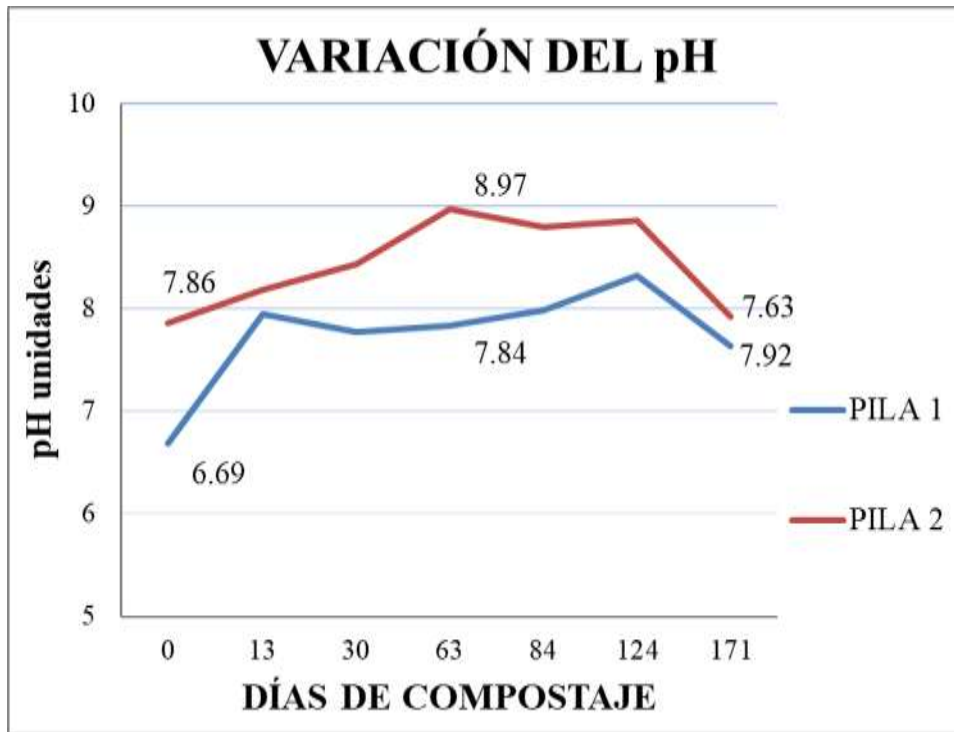


Gráfico 2-4: Variación del pH

Realizado por: Jhoana Sánchez, 2021.

En las dos pilas los valores iniciales de pH se encuentran de acuerdo al material de partida. La pila 1 inicia con un pH igual a 6,69 ya que en los residuos de mercado colocados se encontró gran cantidad de naranja, limón y cáscaras de piña, lo que hace que el pH inicial sea ligeramente ácido. Conforme avanza el proceso, el pH de ambas pilas sube pero al final los valores son ligeramente básicos y tendiendo a la neutralidad, tal como lo manifiesta (ACESF, 2018, p. 29), (Roman, 2013, p. 28), (DNINN, 2003, p. 10), (COTEMARNAT, 2018, pp.22-23). Es muy claro que siempre la evolución de los parámetros dependerá de los materiales con los cuales se esté trabajando y los valores finales generalmente tienden a ser ligeramente básicos.

4.2.1.3. Conductividad Eléctrica (CE)

La CE es un parámetro que indica la presencia de sales solubles en el medio orgánico (Chávez, 2015, p. 65). Según la normativa mexicana (COTEMARNAT, 2018, p. 25), un compost listo debe tener un valor

de conductividad eléctrica entre 0,5 dS/m y 12 dS/m para poder definir al compost como de alta calidad.

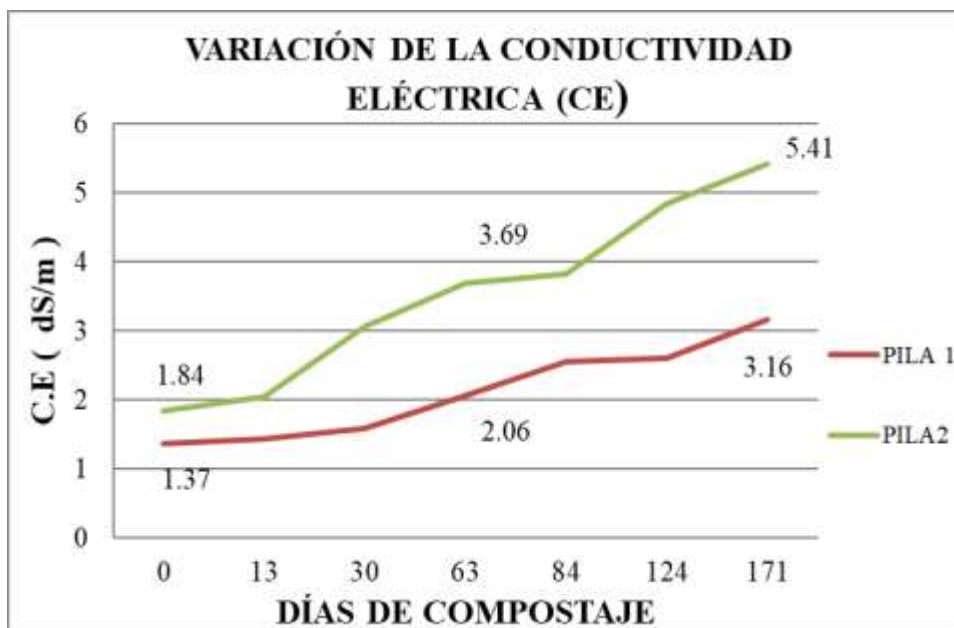


Gráfico 3-4: Variación de la conductividad eléctrica (CE)

Realizado por: Jhoana Sánchez, 2021.

Como se puede observar en el Gráfico 3-4 los valores de la CE van ascendiendo lo que significa que existe una mineralización de la materia orgánica y va aumentando la concentración de nutrientes, (Ninco & Sánchez 2017, p. 34), (Chávez, 2015, p. 66).

4.2.1.4. Materia Orgánica (MO)

En el proceso de compostaje la materia orgánica es fundamental para definir la calidad del compost. A lo largo del proceso este parámetro disminuye ya que la MO se mineraliza y se pierde el carbono en forma de CO₂ (Ninco & Sánchez, 2017).

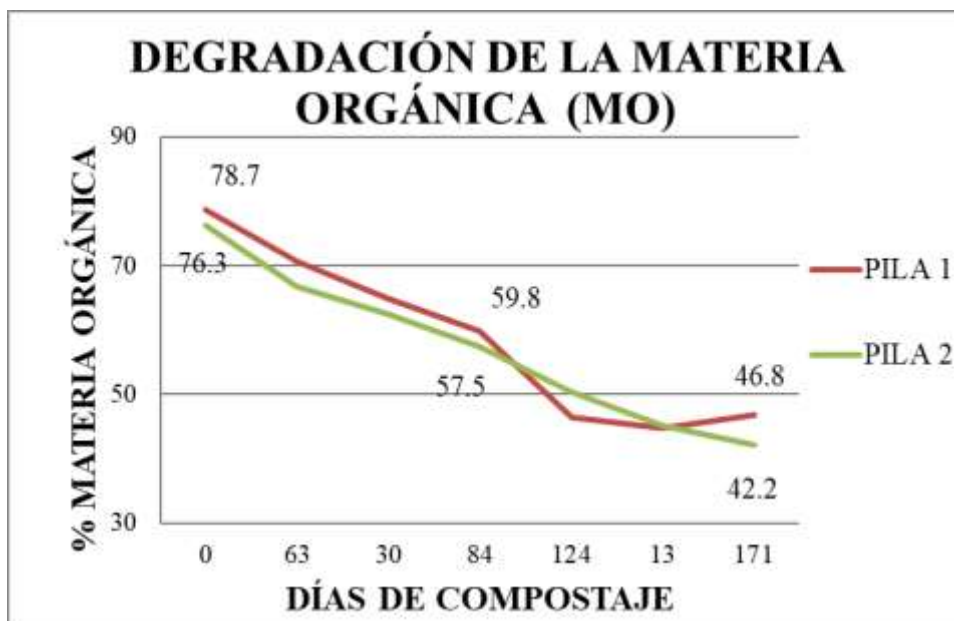


Gráfico 4-4: Degradación de la materia orgánica (MO)

Realizado por: Jhoana Sánchez, 2021.

Se inició con 78,7 % y 76,3 % de materia orgánica para la pila 1 y pila 2 respectivamente y el proceso de compostaje finalizó con 46,8% y 42,2%. Al partir de residuos ricos en MO es lógico obtener compost ricos en este componente, lo que beneficiará tanto a los cultivos como a los suelos. Se evidencia una mayor degradación de la materia orgánica en la fase termófila lo que indica un trabajo efectivo de los microorganismos, asegurando la higienización del proceso. La misma tendencia se presentó en los trabajos realizados por (Chávez, 2015, p. 50) y (Pullopaxi, 2019, p. 39).

4.2.1.5. Relación Carbono Nitrógeno (C/N)

Sabiendo que este parámetro representa la cantidad que existe de carbono respecto a la cantidad de nitrógeno en un material (Roman, 2013, p. 12), se puede decir que es uno de los parámetros que pueden indicar una afectación en la evolución del proceso si no se encuentra dentro de los valores adecuados (Roman, 2013, p. 25).

Al igual que los demás parámetros la relación C/N depende mucho de los materiales de partida del proceso y es resultado de dividir el %C total sobre el contenido de N% total de los materiales que ingresaran al proceso de compostaje (Roman, 2013, p. 29).

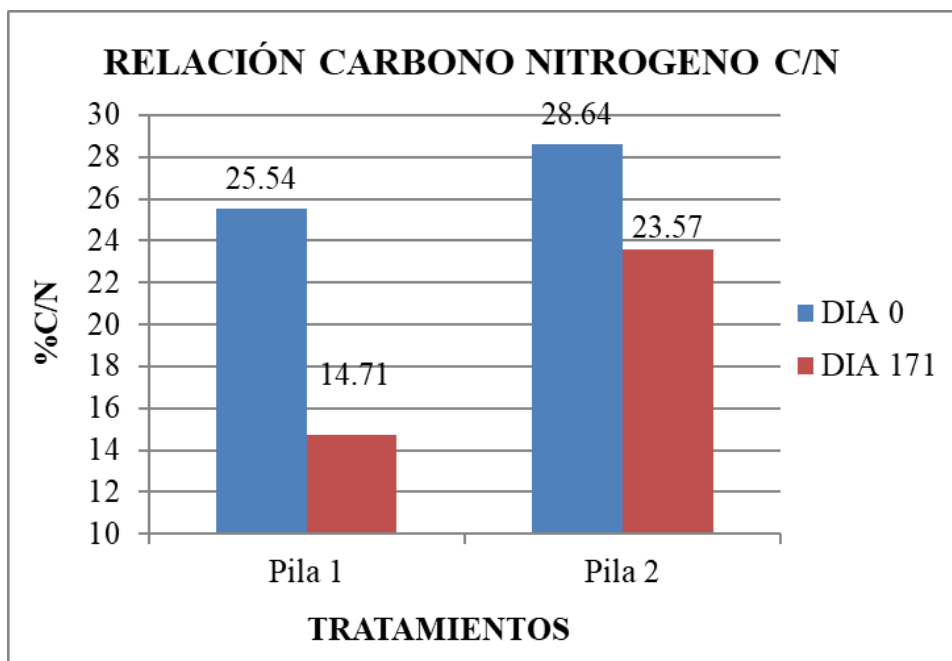


Gráfico 5-4: Relación carbono nitrógeno C/N.

Realizado por: Jhoana Sánchez, 2021.

En la normativa mexicana (COTEMARNAT, 2018), el rango para los valores iniciales de la relación C/N están entre 20-40% siendo el mejor de 20-30%. En esta investigación se inició con los valores ideales y como producto de la degradación de la materia orgánica esta relación bajó al final del proceso.

El %C se calculó dividiendo la MO/1,84 (Iglesias & Pérez, 2002). Comparando entre los dos tratamientos, se puede observar que la pila 2 presentó valores más altos tanto al inicio como al final del proceso. Esto se debió a que en esta pila se añadió residuos de banano que contiene una alta cantidad de fibra.

4.2.2. Caracterización química de los tratamientos

4.2.2.1. Contenido en micronutrientes

En un estudio realizado por la (Roman, 2013, p. 35), se menciona que el compost posee algunos elementos que sirven como fertilizantes para las plantas, sin embargo, estos se encuentran en menor proporción y en forma orgánica en comparación con los fertilizantes minerales, se considera como ventaja especial en el compost que posee tanto nutrientes de lenta liberación como disponibles muy importantes para la nutrición de las plantas.

Los resultados de macronutrientes en el compost varían significativamente de acuerdo al material con el que se dé inicio el proceso (Roman, 2013, p. 36).

Tabla 1-4: Contenido N, P y K del compost.

TRATAMIENTO	PARÁMETRO ANALIZADO	UNIDAD	RESULTADO	
				DIA 171
PILA 1	NT	%		1,37
	PT	%		1,73
	KT	%		1,00
PILA 2	NT	%		1,22
	PT	%		1,76
	KT	%		0,90

--	--	--	--	--

NT. - nitrógeno total; **PT.**- fosforo total; **KT.** - potasio total.

Realizado por: Jhoana Sánchez, 2021.

Se analizó el contenido de macronutrientes esenciales como son N, P, K de las muestras al inicio y al final del proceso. La tabla 2-4 muestra los resultados de macronutrientes asimilables por las plantas, Los macronutrientes NPK al inicio del proceso son bajos pero al final el porcentaje aumenta y se ubican dentro de los valores establecidos por (Roman, 2013, p. 36), y por la normativa mexicana (COTEMARNAT, 2018, p. 26).

Estos porcentajes indican que se partieron de mezclas equilibradas lo que permitió obtener compost con contenidos aceptables de macronutrientes.

4.2.3. Características biológicas

4.2.3.1 Análisis de fitotoxicidad.

- **Índice de germinación**

El índice de germinación es considerado como un indicador biológico, el mismo que se encarga de analizar a través de un cálculo, el tóxico efecto germinativo de una muestra de compost (Paccini, 2019, p. 76).

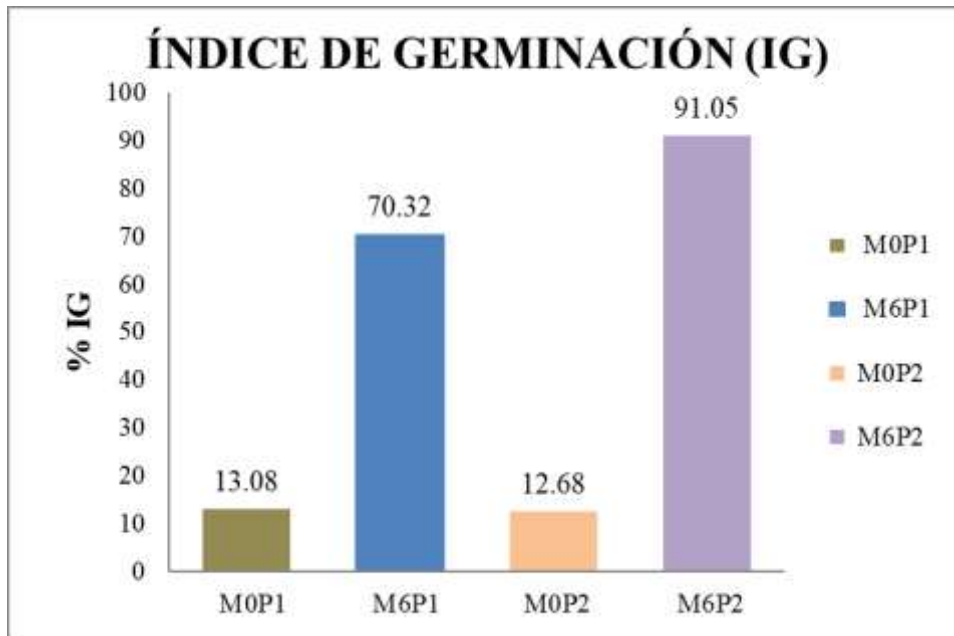


Gráfico 6-4: Índice de Germinación (IG)

Realizado por: Jhoana Sánchez, 2021.

La normativa mexicana (COTEMARNAT, 2018, p. 25), indica que para que un compost se considere de calidad, el IG debe ser mayor o igual al 80%, mientras que la normativa chilena (DNINN, 2003, p. 14), es más estricta y considera que el IG debe ser igual o mayor al 90%.

El gráfico 6-4 indica que los valores iniciales son bajos por lo que se necesita tratarlos para disminuir su fitotoxicidad antes de su aplicación al suelo para evitar que se inhiba el crecimiento de las plantas (DNINN, 2003, p. 14). Los valores obtenidos en las muestras finales (compost) son de 70,32% y 91,05% para las pilas 1 y pila 2 respectivamente, mostrando la efectividad del proceso de compostaje. En este sentido, el compost de la pila 2 se puede usar inclusive para cultivos hortícolas.

4.2.4. *Análisis estadístico*

Para el respectivo análisis estadístico se procede a analizar si los datos provienen de una distribución normal en cada uno de los parámetros establecidos.

Planteamiento de hipótesis

H₀: Los datos provienen de una distribución normal.

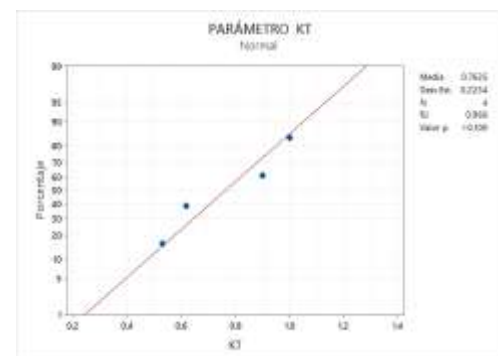
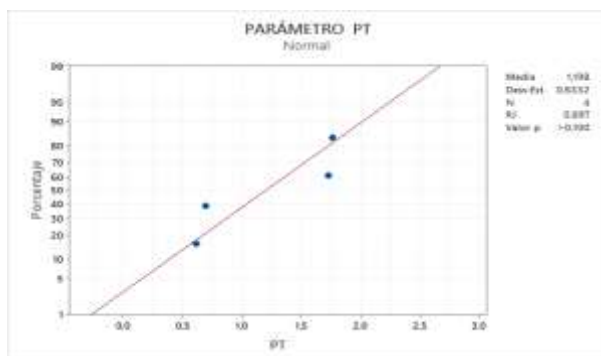
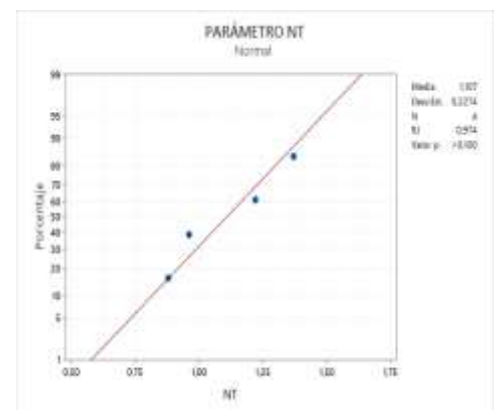
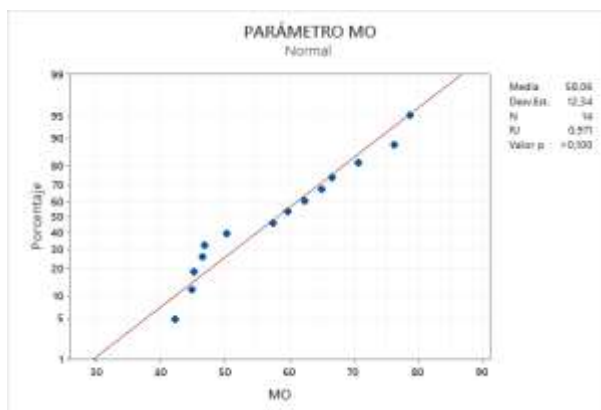
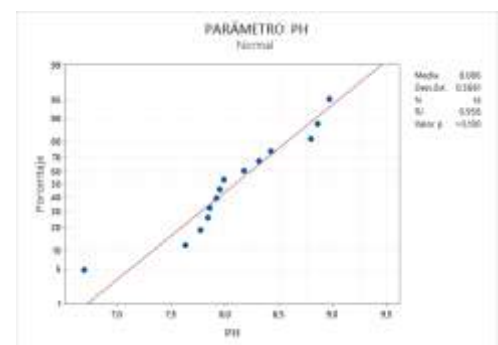
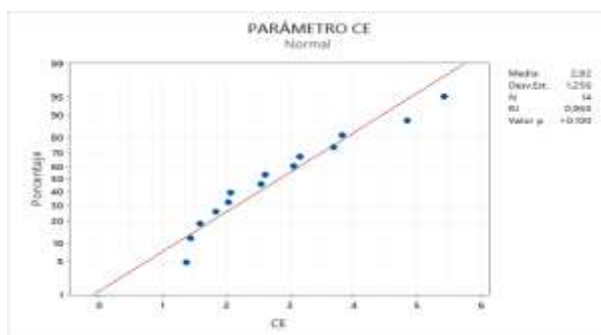
H₁: Los datos no provienen de una distribución normal.

Nivel de significancia

$\alpha = 0,05$

Estadístico de Prueba

Se aplica el test de Shapiro-Wilk



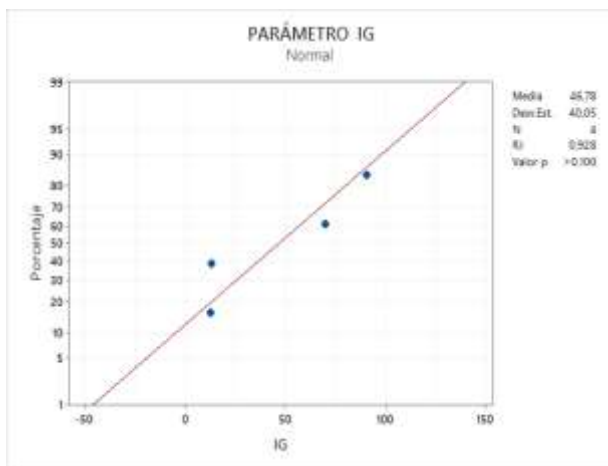
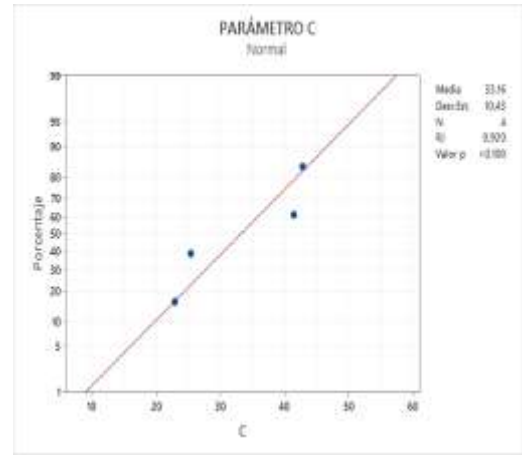
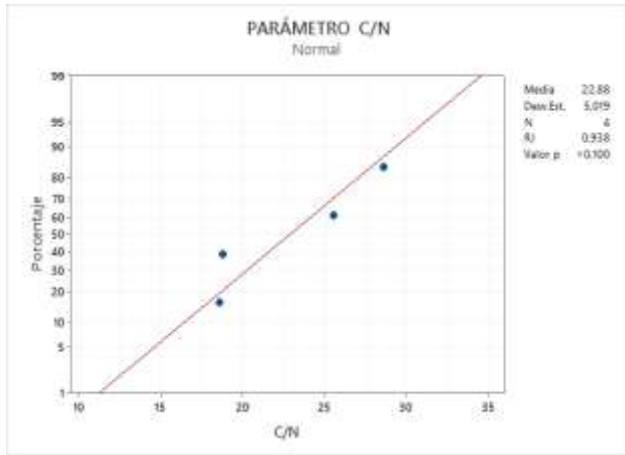


Gráfico 7-4: Normalidad de parámetros.

Realizado por: Jhoana Sánchez, 2021.

Regla de decisión:

$p \leq 0,05$ rechazo H_0

Toma decisión:

Existe evidencia suficiente para decir que los datos de cada uno de los parámetros (CE, PH, MO, NO3, PT, KT, C/N, C, IG) provienen de una distribución normal, ya que el valor $p > 0,05$.

Una vez que se ha comprobado que los datos provienen de una distribución normal se procede aplicar la prueba t-student para 2 muestras pequeñas, debido que el tamaño muestral es de $n = 7$ para los parámetros (CE, PH Y MO) y con $n = 2$ (NT, PT, KT, C/N, C, IG). El respectivo análisis se realizó con un nivel de significancia del 0,05.

Planteamiento de hipótesis

Hipótesis Teórica

H₀: No existe diferencia significativa entre la Pila 1 y la Pila 2 de acuerdo al parámetro.

H₁: Existe diferencia significativa entre la Pila 1 y la Pila 2 de acuerdo al parámetro.

Hipótesis Estadística

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$$

Nivel de Significancia

$$\alpha = 0,05$$

Estadístico de Prueba

Se aplica el test t-student para dos muestras pequeñas.

Tabla 2-4: Análisis estadístico.

PARÁMETROS	DÍAS	PILA 1	PILA 2	P-VALOR
CE	0	1,37	1,84	0,037
	13	1,44	2,04	
	30	1,59	3,06	
	63	2,06	3,69	
	84	2,55	3,82	
	124	2,61	4,84	
	171	3,16	5,41	
pH	0	6,69	7,86	0,022
	13	7,95	8,18	
	30	7,77	8,43	
	63	7,84	8,97	
	84	7,99	8,80	
	124	8,32	8,86	

	171	7,63	7,92	
MO	0	78,73	76,33	0,81
	13	70,71	66,67	
	30	64,95	62,41	
	63	59,77	57,45	
	84	46,53	50,31	
	124	44,83	45,16	
	171	46,81	42,18	
NT	0	0,96	0,88	0,74
	171	1,37	1,22	
PT	0	0,69	0,61	0,979
	171	1,73	1,76	
KT	0	0,62	0,53	0,781
	171	1,00	0,90	
C/N	0	25,54	28,64	0,829
	171	18,57	18,79	
C	0	42,79	41,48	0,905
	171	25,44	22,93	
IG	0	13,08	12,68	0,869
	171	70,32	91,05	

C.E.- conductividad eléctrica; **pH.** - potencial hidrogeno; **M.O.**- materia orgánica; **I.G.**- índice de germinación; **NT.** - nitrógeno total; **PT.**- fosforo total; **KT.** - potasio total; **C/N.**- relación carbono-nitrógeno.

Realizado por: Jhoana Sánchez, 2021.

Regla de decisión

$p \leq 0,05$ rechazo H_0

Toma de decisión:

De acuerdo a la regla de decisión establecida se procede a la toma de decisión de dichos parámetros.

- Para el caso del parámetro CE y pH se puede decir que existe evidencia suficiente para rechazar H_0 , es decir que existe diferencia significativa entre las pilas 1 y 2.

- Para MO, NT, PT, KT, C, relación C/N e IG se procede a no rechazar Ho, es decir que no existen diferencias significativas entre las pilas1 y 2.

4.2.5. Características físicas en los tratamientos

4.2.5.1. Color

Los dos compost se presentaron un color entre marrón y café oscuro, siendo esta una de las principales características de un abono maduro y listo para ser utilizado (Silbert, 2018, p. 30), cuando el compost llega a la fase de maduración se producen un sin número de reacciones secundarias las mismas que tienen como resultado el humus o compost de color oscuro (ACESF, 2018, p. 8).

4.2.5.2. Olor

Los compost presentaron un olor a tierra mojada característico de un compost maduro y de calidad (Silbert, 2018, p. 30), el olor se dio debido a escasez de ácidos orgánicos (Moreno, 2019, p. 44).

4.2.6. Tamaño de muestra.

4.2.6.1. Cantón Guano

Se obtuvo el siguiente resultado aplicando la **Ecuación 1**:

Tabla 3-4: Cálculo de tamaño de muestra del cantón Guano.

Tamaño de muestra								
N	Z	P	q	e	N-1	Z ²	d ²	n
14985	2,58	0,5	0,5	0,1	14984	6,6564	0,01	165

N.- tamaño de muestra; Z.- nivel de confianza; q.- probabilidad de fracaso; p.- probabilidad de éxito; d.- error máximo; n.- tamaño de muestra.

Realizado por: Jhoana Sánchez, 2021.

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q}$$

$$n = \frac{14985 * 2,58^2 * 0,5 * 0,5}{0,1^2 * (37181 - 1) + 2,58^2 * 0,5 * 0,5}$$

$$n = 164,59$$

$$n = 165$$

Con un total de población de 14985 Hab que abarca la Celda Emergentes Valparaíso según (GAD GUANO, 2015, p. 82), se calculó un tamaño de muestra bajo la fórmula de (Sena & Peralta, 2019, pp.3-4), se obtuvo un valor de 165 lo que equivale al total de personas a ser encuestadas para la determinación de la PPC del cantón.

4.2.6.2. Mercado municipal.

Tabla 4-4: Cálculo de tamaño de muestra mercado municipal.

Tamaño de muestra								
N	Z	p	q	e	N-1	Z ²	e ²	n
205	2,58	0,5	0,5	0,1	204	6,6564	0,01	92

N.- tamaño de muestra; Z.- nivel de confianza; q.- probabilidad de fracaso; p.- probabilidad de éxito; d.- error máximo.

Realizado por: Jhoana Sánchez, 2021.

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q}$$

$$n = \frac{205 * 2,58^2 * 0,5 * 0,5}{0,1^2 * (205 - 1) + 2,58^2 * 0,5 * 0,5}$$

$$n = 92,09$$

$$n = 92$$

Bajo el principio anterior tomando un promedio de 205 personas como la población total del mercado municipal, de los cuales 120 son compradores, de ellos fueron encuestados 70 y 85 son comerciantes y se encuestaron a 22, se obtiene un tamaño de muestra total de 92 lo que equivale al total de personas que fueron encuestadas, con el objetivo de obtener información respecto a la disposición final de los residuos, aquí se incluyeron tanto comerciantes como compradores (Sena & Peralta, 2019, pp.3-4).

- **Comerciantes y compradores**

Tabla 5-4: Cálculo de tamaño de muestra comerciantes y compradores.

Tamaño de muestra								
N	Z	p	q	e	N-1	Z ²	e ²	N
120	2,58	0,5	0,5	0,1	119	6,6564	0,01	70

N.- tamaño de muestra; Z.- nivel de confianza; q.- probabilidad de fracaso; p.- probabilidad de éxito; d.- error máximo.

Realizado por: Jhoana Sánchez, 2021.

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q}$$

$$n = \frac{120 * 2,58^2 * 0,5 * 0,5}{0,1^2 * (205 - 1) + 2,58^2 * 0,5 * 0,5}$$

$$n = 69,96$$

$$n = 70$$

Comerciantes = 92-70

Comerciantes = 22

Para obtener el número de personas totales a encuestar para compradores y comerciantes, se tomó el mayor valor de personas como referencia, de una población total la cual es 120 y pertenece al grupo de los compradores, se obtuvo un valor de muestra de 70, la diferencia de 92 se tomó en cuenta para las encuestas a los comerciantes equivaliendo así a 22 encuestados (Sena & Peralta, 2019, pp.3-4).

4.2.7. PPC (Producción per cápita)

Para calcular la PPC tanto para los habitantes del cantón Guano como para los usuarios del mercado municipal se utilizó la **Ecuación 2**.

4.2.7.1. Cantón Guano

Datos:

Cantidad de residuos= 518,5Kg

Número de habitantes= 1015 Hab*día.

Población flotante= 300 Hab*día.

$$PPC = \frac{\text{Cantidad de residuos solidos recolectados}}{\text{Número de habitantes * día}}$$

$$PPC = \frac{518.5 \text{ Kg}}{(1015+300) \text{ Hab*día}}$$

$$PPC = 0,39 \frac{\text{Kg}}{\text{Hab*día}}$$

4.2.7.2. Mercado municipal.

Datos:

Cantidad de residuos= 124 Kg

Número de habitantes= 205 Hab*día.

Promedio de personas por hogar= 4

$$PPC = \frac{\text{Cantidad de residuos solidos recolectados}}{\text{Número de habitantes*día}}$$

$$PPC = \frac{124 \text{ Kg}}{(205 \text{ Hab*día})*4}$$

$$PPC = 0,15 \frac{\text{Kg}}{\text{Hab*día}}$$

4.2.8. Resultados de PPC.

En las tablas 8-4 se muestra los resultados que se obtuvo de PPC para los habitantes del cantón Guano y de los usuarios de mercado municipal.

4.2.8.1. Cantón Guano.

Tabla 6-4: Resultados de PPC cantón Guano.

DETERMINACIÓN DE PPC HABITANTES CANTÓN GUANO		UNIDAD
PESO TOTAL DE RESIDUOS SÓLIDOS	518,5	Kg
TOTAL DE PERSONAS	1015	Hab/día
TURISTAS (Población Flotante)	300	Hab/día
PPC	0,39	Kg/Hab/día

Realizado por: Jhoana Sánchez, 2021.

4.2.8.2. Mercado municipal.

Tabla 7-4: Resultados de PPC mercado municipal.

DETERMINACIÓN DE PPC DE LOS USUARIOS DEL MERCADO MUNICIPAL					
FECHA	CANTIDAD TOTAL DE RESIDUOS	UNIDAD	PERSONAS AL DÍA (Hab/día)	PPC	UNIDAD
01/09/2019	120	Kg	200	0,60	Kg/Hab/día
08/09/2019	98	Kg	195	0,50	Kg/Hab/día
15/09/2019	91	Kg	180	0,51	Kg/Hab/día
29/09/2019	127	Kg	190	0,67	Kg/Hab/día
06/10/2019	107	Kg	183	0,58	Kg/Hab/día
20/10/2019	134	Kg	244	0,55	Kg/Hab/día
27/10/2019	104	Kg	198	0,53	Kg/Hab/día
03/11/2019	210	Kg	250	0,84	Kg/Hab/día

TOTAL	991	Kg	205	0,60	Kg/Hab/día
PROMEDIO	124	Población	205	PPC	0,15
Promedio de personas por hogar	4				

Realizado por: Jhoana Sánchez, 2021.

Análisis: se obtuvo un valor promedio para la PPC tanto de los habitantes del cantón Guano como de los usuarios del mercado municipal, para el primer caso se obtuvo un valor de 0,39 Kg/Hab/día, mientras que para el segundo caso se obtuvo un valor de 0,15 Kg/Hab/día, en un estudio realizado por (GUANO, 2015, p. 270), se tiene una PPC total de 0,40 Kg/Hab/día, y se estipula un crecimiento anual de este factor en un 10%, teniendo un estimado para el año 2021 de PPC igual 0,51 Kg/Hab/día, para considerar un valor total de PPC se toma en cuenta tanto el valor del mercado como el valor de la población teniendo un total de 0,54 Kg/Hab/día con una diferencia al valor proyectado de 0,03 Kg/Hab/día este valor se encuentra dentro del margen de seguridad que equivale al 0.4% este valor está indicado en (GUANO, 2015, p. 270).

4.2.9. Caracterización de residuos.

4.2.9.1. Volumen

- **Cantón Guano.**

Volumen suelto.

Para calcular el volumen suelto se utilizó **Ecuación 3:**

Datos:

$\emptyset = 0,58\text{m}$

$H = 0,48\text{m}$

$$V \text{ suelto } (V_s) = \text{Área} * \text{Altura}$$

$$V_s = \frac{\pi \phi^2}{4} H$$

$$V_s = \frac{3,1416 * (0,58m)^2}{4} * 0,48 m$$

$$V_s = 0,13 m^3$$

Volumen compactado

Para el cálculo del volumen compactado se utilizó la **Ecuación 4**.

Datos:

$$\phi = 0,58m$$

$$H = 0,22m$$

V compactado (V_c) = Área*Altura

$$V_c = \frac{\pi \phi^2}{4} H$$

$$V_c = \frac{3,1416 * (0,58m)^2}{4} * 0,22m$$

$$V_c = 0,058 m^3$$

- **Mercado municipal.**

Volumen suelto.

Al aplicar la **Ecuación 3** se obtuvo lo siguiente:

Datos:

$$\phi = 0,58m$$

$$H = 0,88m$$

$$V \text{ suelto } (V_s) = \text{Área} * \text{Altura}$$

$$V_s = \frac{\pi \phi^2}{4} H$$

$$V_s = \frac{3,1416 * (0,58m)^2}{4} * 0,88 m$$

$$V_s = 0,23 m^3$$

Volumen compactado

Para el cálculo del volumen compactado se utilizó la **Ecuación 4**.

Datos:

$$\phi = 0,58m$$

$$H = 0,70m$$

$$V \text{ compactado } (V_c) = \text{Área} * \text{Altura}$$

$$V_c = \frac{\pi \phi^2}{4} H$$

$$V_c = \frac{3,1416 * (0,58m)^2}{4} * 0,70m$$

$$V_c = 0,18 m^3$$

4.2.9.2. *Densidad.*

- **Cantón Guano.**

Densidad Suelta.

Para este cálculo se utilizó la **Ecuación 5**.

Datos:

Peso de los residuos = 12,35 Kg

$V_{rs} = 0,13 \text{ m}^3$

$$\text{Densidad Suelta } (\delta_s) = \frac{P}{V_{rs}} \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \right)$$

$$(\delta_s) = \frac{12,35 \text{ Kg}}{0,13 \text{ m}^3}$$

$$(\delta_s) = 95 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \right)$$

Densidad compactada.

Para este cálculo se utilizó la **Ecuación 6**.

Peso de los residuos = 12,35 Kg

$V_{rc} = 0,058 \text{ m}^3$

$$\text{Densidad Compactada } (\delta_c) = \frac{P}{V_{rc}} \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \right)$$

$$(\delta_c) = \frac{12,35 \text{ Kg}}{0,058 \text{ m}^3}$$

$$(\delta_c) = 212,93 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \right)$$

- **Mercado municipal.**

Densidad Suelta.

Para este cálculo se utilizó la **Ecuación 5**.

Datos:

Peso de los residuos = 123,88 Kg

$$V_{rs} = 0,23 \text{ m}^3$$

$$\text{Densidad Suelta } (\delta_s) = \frac{P}{V_{rs}} \left(\frac{Kg}{m^3} \right)$$

$$(\delta_s) = \frac{123,88 \text{ Kg}}{0,23 \text{ m}^3}$$

$$(\delta_s) = 528,61 \left(\frac{Kg}{m^3} \right)$$

Densidad compactada.

Para este cálculo se utilizó la **Ecuación 6**.

Peso de los residuos = 123,88 Kg

$$V_{rc} = 0,18 \text{ m}^3$$

$$\text{Densidad Compactada } (\delta_c) = \frac{P}{V_{rc}} \left(\frac{Kg}{m^3} \right)$$

$$(\delta_c) = \frac{123,88 \text{ Kg}}{0,18 \text{ m}^3}$$

$$(\delta_c) = 688,22 \left(\frac{Kg}{m^3} \right)$$

Resultado de los volúmenes y densidades.

- **Volumen**

Cantón Guano.

Tabla 8-4: Volúmenes cantón Guano.

N.-	Residuos solidos	Volumen	Unidad
1	Suelto	0,13	m^3
2	Compactado	0,058	m^3

Realizado por: Jhoana Sánchez, 2021.

Mercado Municipal.

Tabla 9-4: Volúmenes mercado municipal

N.-	Residuos solidos	Volumen	Unidad
1	Suelto	0,23	m^3
2	Compactado	0,18	m^3

Realizado por: Jhoana Sánchez, 2021.

- **Densidades**

Cantón Guano.

Tabla 10-4: Densidades cantón Guano.

N.-	Residuos solidos	Densidad	Unidad
1	Suelto	95	$\left(\frac{Kg}{m^3}\right)$
2	Compactado	212,93	$\left(\frac{Kg}{m^3}\right)$

Realizado por: Jhoana Sánchez, 2021.

Mercado Municipal.

Tabla 11-4: Densidad mercado municipal.

N.-	Residuos solidos	Densidad	Unidad
1	Suelto	528,61	$\left(\frac{Kg}{m^3}\right)$
2	Compactado	688,22	$\left(\frac{Kg}{m^3}\right)$

Realizado por: Jhoana Sánchez, 2021.

4.2.9.3. Composición de los residuos.

En la tabla 13-4 y 14-4 se evidencia los resultados obtenidos con respecto al peso de los residuos de acuerdo a la caracterización realizada durante 8 días, tanto de los residuos del cantón Guano como de los usuarios del mercado municipal. Para este cálculo se utilizó la **Ecuación 7**.

- **Cantón Guano.**

Datos:

$$Pc = 345,9 \text{ kg}$$

$$Pt = 518,5 \text{ kg}$$

$$\% = \frac{Pc}{Pt} * 100$$

$$\% = \frac{345,9}{518,5} * 100$$

$$\% = 66,71$$

Tabla 12-4: Peso de los residuos de acuerdo a su composición.

COMPOSICIÓN CABECERRA GUANO			
TIPO	PESO	UNIDAD	%
ORGÁNICO	345,9	Kg	66,71
PAPEL	33,6	Kg	6,48
CARTÓN	18,8	Kg	3,63
PLÁSTICO	84,5	Kg	16,30
OTROS	35,7	Kg	6,89
TOTAL	518,5	Kg	100

Realizado por: Jhoana Sánchez, 2021.

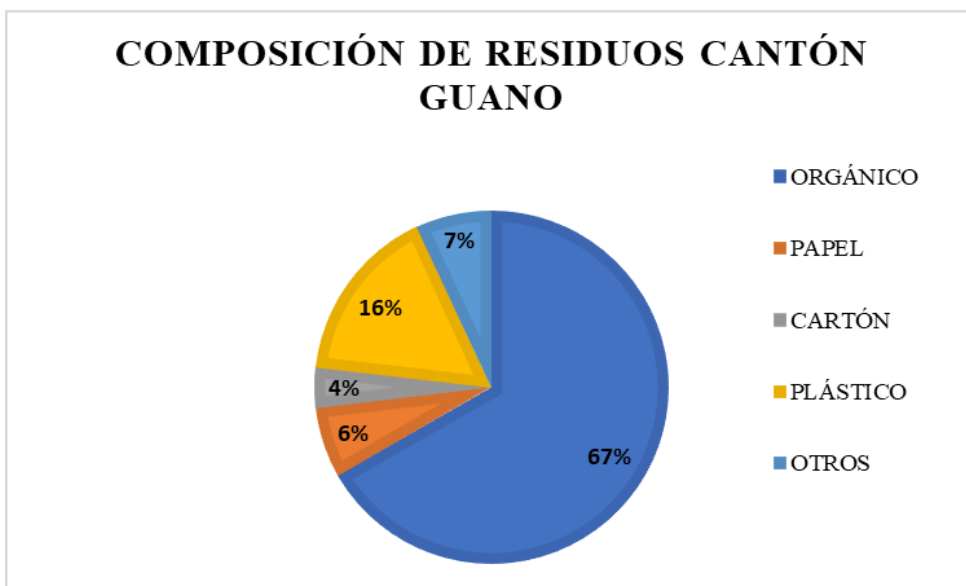


Gráfico 8-4: Composición de residuos.

Realizado por: Jhoana Sánchez, 2021.

Tabla 13-4: Caracterización cantón Guano.

CARACTERIZACIÓN				
	Tipo de residuo	Peso	Total	%
HÚMEDOS	Orgánico	345,9	345,9	66,71
SECOS	Papel	33,6	172,6	33,29
	Cartón	18,8		
	Plástico	84,5		
	Otros	35,7		
TOTAL			518,5	100

Realizado por: Jhoana Sánchez, 2021.

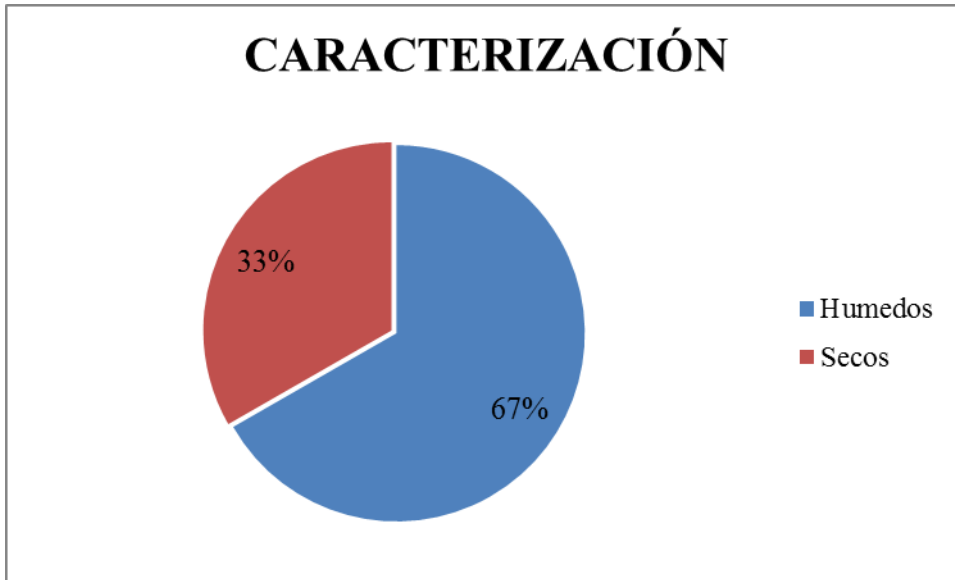


Gráfico 9-4: Caracterización cantón Guano.

Realizado por: Jhoana Sánchez, 2021.

- **Mercado municipal.**

Datos:

$$Pc = 859,25 \text{ kg}$$

$$Pt = 991 \text{ kg}$$

$$\% = \frac{Pc}{Pt} * 100$$

$$\% = \frac{859,25}{991} * 100$$

$$\% = 86,71$$

Tabla 14-4: Peso de los residuos de acuerdo a la composición.

N.-	Peso de los residuos de acuerdo a la caracterización			
	Tipo de residuo	Peso	Unidad	%
1	Orgánico	859,25	Kg	86,71
2	Papel	33,00	Kg	3,33

3	Cartón	23,00	Kg	2,32
4	Plástico	54,25	Kg	5,47
5	Otros	21,50	Kg	2,17
Total		991	Kg	100

Realizado por: Jhoana Sánchez, 2021.

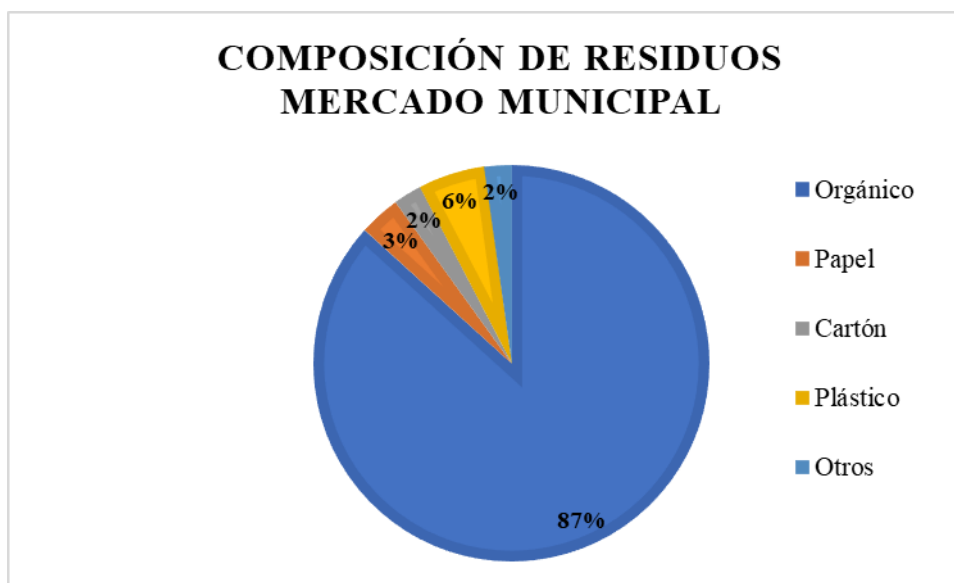


Gráfico 10-4: Composición de residuos.

Realizado por: Jhoana Sánchez, 2021.

Tabla 15-4: Caracterización mercado municipal.

Caracterización				
	Tipo de residuo	Peso	Total	%
Húmedos	Orgánico	859,25	859,25	86,71
Secos	Papel	33,00	131,75	13,29
	Cartón	23,00		
	Plástico	54,25		
	Otros	21,50		
Total			991	100

Realizado por: Jhoana Sánchez, 2021.

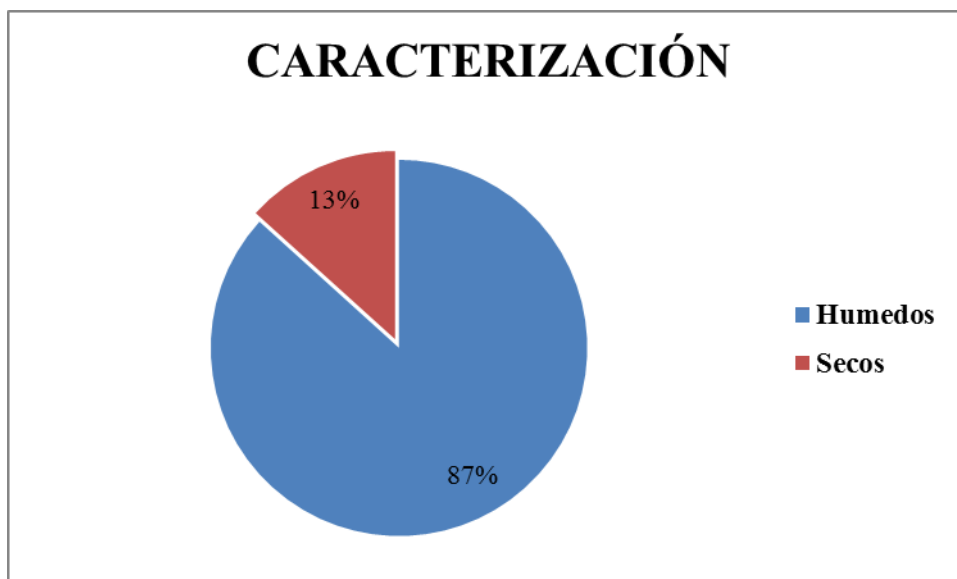


Gráfico 11-4: Caracterización mercado municipal.

Realizado por: Jhoana Sánchez, 2021.

4.2.9.4. Composición física de los residuos sólidos.

- **Cantón Guano.**

Tabla 16-4: Composición física de residuos sólidos cantón Guano.

COMPOSICIÓN FÍSICA RESIDUOS DE LA CABECERRA GUANO		
TIPO	PESO	UNIDAD
ORGÁNICO	345,9	Kg
PAPEL	33,6	Kg
CARTÓN	18,8	Kg
PLÁSTICO	84,5	Kg
OTROS	35,7	Kg
TOTAL	518,5	Kg

Realizado por: Jhoana Sánchez, 2021.

- **Mercado municipal.**

Tabla 17-4: Composición física de los residuos sólidos del mercado municipal.

COMPOSICIÓN FÍSICA DE RESIDUOS MERCADO MUNICIPAL				
N.-	FECHA	TIPO	PESO	UNIDAD
1	2/9/2019	ORGÁNICO	112	Kg
		PAPEL	2	Kg
		CARTÓN	1	Kg
		PLÁSTICO	4	Kg
		OTROS	1	Kg
TOTAL			120	Kg
N.-	FECHA	TIPO	PESO	UNIDAD
2	9/9/2019	ORGÁNICO	88,5	Kg
		PAPEL	1,5	Kg
		CARTÓN	2	Kg
		PLÁSTICO	4	Kg
		OTROS	2	Kg
TOTAL			98	Kg
N.-	FECHA	TIPO	PESO	UNIDAD
3	16/9/2019	ORGÁNICO	77,5	Kg
		PAPEL	3	Kg
		CARTÓN	3	Kg
		PLÁSTICO	6	Kg
		OTROS	1,5	Kg
TOTAL			91	Kg
N.-	FECHA	TIPO	PESO	UNIDAD
4	30/9/2019	ORGÁNICO	110	Kg
		PAPEL	4	Kg
		CARTÓN	2	Kg
		PLÁSTICO	9	Kg
		OTROS	2	Kg
TOTAL			127	Kg
N.-	FECHA	TIPO	PESO	UNIDAD
5	7/10/2019	ORGÁNICO	88	Kg

		PAPEL	5	Kg
		CARTÓN	4	Kg
		PLÁSTICO	7	Kg
		OTROS	3	Kg
TOTAL			107	Kg
N.-	FECHA	TIPO	PESO	UNIDAD
6	21/10/2019	ORGÁNICO	104,75	Kg
		PAPEL	8	Kg
		CARTÓN	6	Kg
		PLÁSTICO	8,25	Kg
		OTROS	7	Kg
TOTAL			134	Kg
N.-	FECHA	TIPO	PESO	UNIDAD
7	28/10/2019	ORGÁNICO	88,5	Kg
		PAPEL	4,5	Kg
		CARTÓN	3	Kg
		PLÁSTICO	5	Kg
		OTROS	3	Kg
TOTAL			104	Kg
N.-	FECHA	TIPO	PESO	UNIDAD
8	4/11/2019	ORGÁNICO	190	Kg
		PAPEL	5	Kg
		CARTÓN	2	Kg
		PLÁSTICO	11	Kg
		OTROS	2	Kg
TOTAL			210	Kg
TOTAL RESIDUOS GENERADOS			991	Kg

Realizado por: Jhoana Sánchez, 2021.

4.2.9.5. Contenido de los residuos sólidos urbanos.

Tanto en el mercado municipal Santos Leopoldo Cabezas Villalba como de los residuos recogidos de los habitantes del cantón Guano se encontró los residuos detallados a continuación:

Tabla 18-4: Contenido de residuos.

N.-	Tipo de residuo	Subproducto.
1	Orgánico.	Cascaras de frutas y verduras.
		Restos de frutas y verduras.
		Frutas y verduras en descomposición.
		Restos de comida preparada.
		Restos cárnicos.
		Residuos de banano.
2	Papel	Servilletas.
		Periódico.
		Papel craft.
		Etiquetas.
3	Cartón.	Cubetas.
		Cajas.
4	Plástico.	Fundas.
		Cucharas.
		Platos.
		Piolas.
		Sacos.
		Botellas.
		Vasos.
		Tarrinas.
		Sorbetes.
5	Otros	Alambres.
		Madera.
		Textil.
		Vidrio.
		Piedras.
		Aluminio.

Realizado por: Jhoana Sánchez, 2021,

Análisis: Para la determinación del parámetro establecido caracterización de residuos, se lo realizó tanto para la cabecera cantonal como para el mercado municipal del cantón, para ello se tomó en cuenta principalmente dos tipos de residuos secos y húmedos dentro de los cuales se tiene valores en la cabecera cantonal, 33% para residuos secos y 77% para residuos húmedos en el caso del mercado municipal se obtuvo 87% de residuos húmedos y 13% de residuos secos, obteniendo gran cantidad de residuos húmedos los mismos que equivalen a residuos orgánicos, siendo estos aptos para la obtención de abonos orgánicos.

4.2.9.6. Secciones del Mercado Municipal.

En la tabla 20-3 se muestra las diferentes secciones del mercado municipal Santos Leopoldo Cabezas Villalba de cantón Guano y también el número de comerciantes por cada sección.

Tabla 19-4: Secciones del mercado municipal.

SECCIONES DEL MERCADO MUNICIPAL SANTOS LEOPOLDO CABEZAS VILLALBA		
N.-	SECCIÓN	# COMERCIANTES
1	CARNES	4
2	COMIDA	8
3	LEGUMBRES Y FRUTAS	35
4	FRUTAS	10
5	ABAROTES	3
6	PAPAS	4
7	CAMIONETAS	15
8	OTRO	6
TOTAL		85

Realizado por: Jhoana Sánchez, 2021.

4.3. Planta de compostaje

- Se muestran las vistas del plano diseñado para la planta de compostaje:

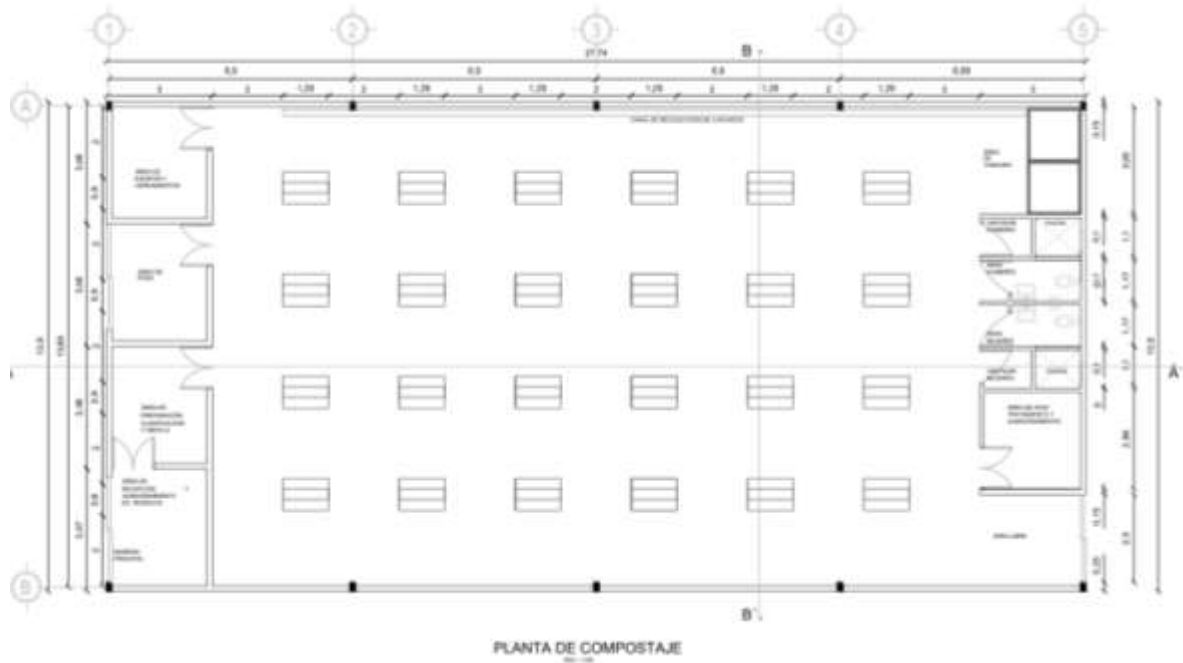


Gráfico 12-4: Vista planta.

Realizado por: Jhoana Sánchez, 2021.

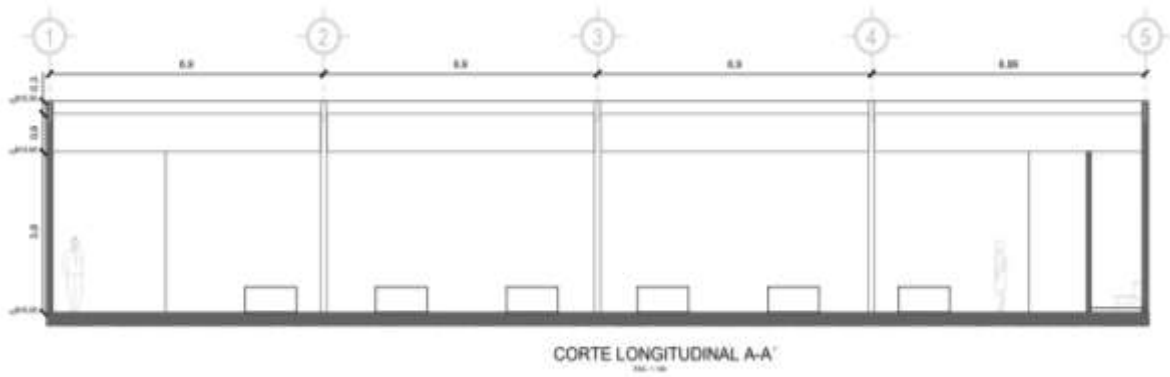


Gráfico 13-4: Vista longitudinal.

Realizado por: Jhoana Sánchez, 2021.

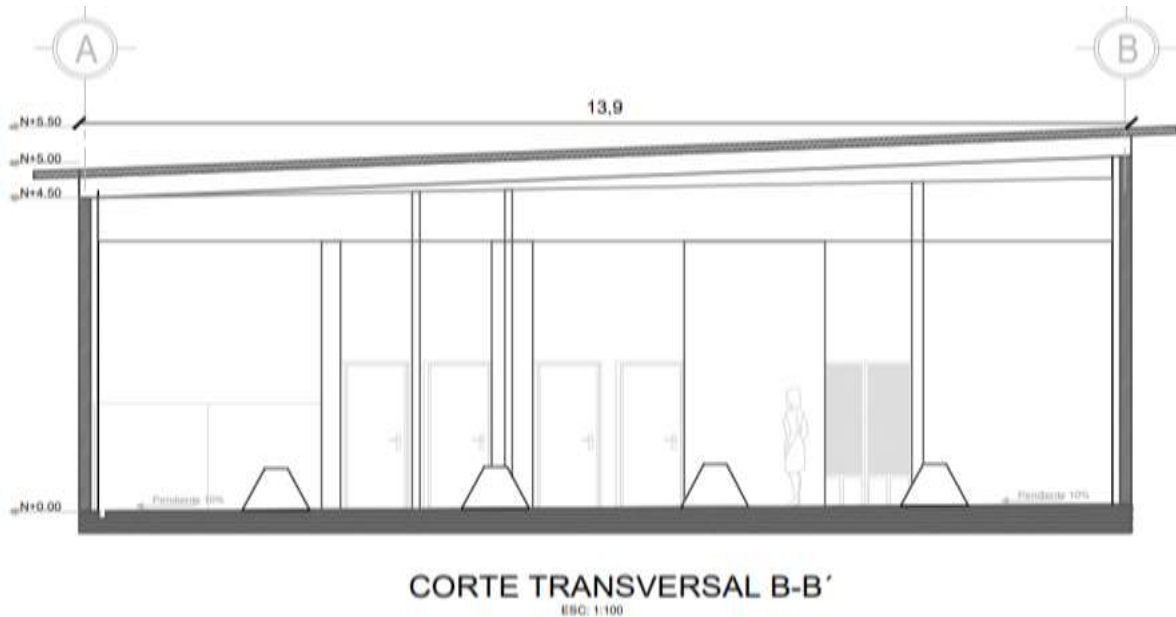


Gráfico 14-4: Vista transversal.

Realizado por: Jhoana Sánchez, 2021.

La planta de compostaje posee 24 pilas que una vez terminado su proceso en un aproximado de 28 semanas se irán obteniendo una cantidad determinada de abono por semana, se diseñó con una pendiente del 10% para la facilidad de la recolección de los lixiviados, la planta posee 8 áreas con diferentes funciones teniendo así:

Estas 4 áreas están ubicadas en el lado izquierdo de la planta a continuación de la entrada principal.

- **Área de recepción y almacenamiento de residuos.**

Esta área esta dimensionada de la siguiente manera 3,47m de ancho por 3m de largo, aquí se encuentra ubicada la entrada principal para el descargue de los residuos, y existe una puerta que conecta a la siguiente área.

- **Área de preparación clasificación y mezcla.**

Las dimensiones de esta área son 3,48m de ancho por 3m de largo, en esta área existe una puerta que conecta directo al área de descomposición y maduración.

- **Área de poda.**

Para esta área se ha considerado un dimensionamiento de 3,48m de ancho por 3m de largo, el área posee dos puertas una que será para el ingreso del vehículo destinado a transporte y descargar la poda, y la otra puerta que es la conexión directa al área de descomposición.

- **Área de equipos y herramientas.**

En esta área hay una sola puerta que conecta al área de descomposición y maduración, y las dimensiones de la misma son 3,48m de ancho por 3m de largo.

- **Área de descomposición y maduración.**

Las dimensiones del área de descomposición y maduración son 21,74m de largo y 13,9m de ancho, dentro existe 24 pilas de compostaje cada pila de 0,9 m de ancho, 0,6 de alto y 1,29m de largo, la mayoría de áreas tiene acceso directo a esta área que es considerada como el área principal.

Se ubica un canal en el parte inferior destinado para la recolección de lixiviados

Las siguientes 4 áreas se ubican en el lado derecho de la planta.

- **Área de tanques.**

En esta área se encuentra el tanque de agua dimensionado de la siguiente manera 1,5m de largo por 1,5m de ancho y 1,5m de profundidad, junto tenemos el tanque de recolección de lixiviados con las siguientes dimensiones 1,5m de largo por 1,5m de ancho y 1,5m. La dimensión total del área es 3m de largo por 3,05 de ancho.

- **Área de servicios higiénicos.**

Esta área mide 5,50m de ancho por 3m de largo, se tiene dentro un baño para hombres y uno para mujeres que miden 1,19m de ancho por 3m de largo y dos ducha-vestidor uno de hombres y uno de mujeres que miden 1,3m de ancho por 3m de largo, cada uno con sus respectivos servicios y comodidades.

- **Área de post tratamiento y almacenamiento.**

Área de 2,76m de ancho por 3m de largo con una puerta de conexión hacia el área de descomposición y maduración.

- **Área libre.**

Finalmente está el área libre, aquí podrá ingresar el vehículo que se encarga del transporte y la comercialización, las dimensiones son 2,5m de ancho por 3 de largo, y tiene conexión directa al área central que es de descomposición y maduración.

4.4. Presupuesto final de la planta de compostaje.

En la tabla 22-4 se tiene el presupuesto total para la construcción de la planta de compostaje, incluido el valor de mano de obra, este presupuesto está proyectado con los precios actuales y generales del mercado nacional.

Tabla 22-4: Presupuesto planta de compostaje.

PRESUPUESTO ESTRUCTURA
<p>“DISEÑO DE UNA PLANTA DE COMPOSTAJE A PARTIR DE RESIDUOS ORGÁNICOS GENERADOS EN EL MERCADO MUNICIPAL SANTOS LEOPOLDO CABEZAS VILLALBA DEL CANTÓN GUANO”</p>

Área Construcción: 296,00m ²					
ÍTEM	Rubros	Unidad	Cantidad	Precio. Unit. (\$)	Precio. Total (\$)
1	TRABAJOS PRELIMINARES:				
1,1	Desbroce y Limpieza del terreno (manual)	m ²	385,59	5,58	2.151,59
1,2	Replanteo y nivelación manual	m ²	385,59	1,14	439,57
1,4	Excavación manual de cimientos y plintos	m ³	15,12	6,6	99,79
1,5	Hormigón ciclópeo (50% H.S.f ['] c=180 Kg/cm ² - 50%P)cimientos	m ³	11,65	85,79	999,45
2	HORMIGONES ESTRUCTURA				
2,1	Acero de refuerzo en barras fy=4200 kg/cm ²	Kg.	576,94	1,31	755,79
2,2	H. Simple en replantillo 1 saco espesor= 0.05 m	m ³	1,26	6,35	8
2,3	H. Simple en plintos f ['] c=210 kg/cm ²	m ³	3,78	122,33	462,41
2,4	H. Simple en Columnas f ['] c=210 kg/cm ²	m ²	1,84	12,23	22,5
2,5	H. Simple en Vigas f ['] c=210 kg/cm ²	m ³	15,53	12,31	191,17
2,6	Contrapiso de Hormigón simple f ['] c 210kg/cm ²	m ²	385,59	3	1.156,77
3	ESTRUCTURA CUBIERTA				
3,1	Perfil en C de 200x50x2	ml	193,48	2,46	475,96
3,3	Eternit, con estructura	m ²	150	9,3	1.395,00
4	MAMPOSTERÍA Y REVESTIMIENTOS:				
4,1	Mampostería de bloque vibro- prensado de 0,15	m ²	455,63	11,29	5.144,06

4,2	Enlucido vertical mortero 1:3 incluye filos de puertas y ventanas	m2	878,5	5,37	4.717,55
4,3	Masillado de piso	m2	385,59	9,05	3.489,59
5	INSTALACIONES SANITARIAS:				
5,1	Canalización Tubería Pvc 160mm	ml	22,6	13,35	301,71
5,2	Canalización Tubería Pvc 50mm	ml	8,22	2,68	22,03
5,3	Punto de Desagüe de 50 mm	pto	2	11,65	23,3
5,4	Caja de revisión (0.60x0.60x0.60m)	u	1	72,41	72,41
6	INTALACIONES DE APARATOS SANITARIOS:				
6,1	Lavamanos blanco FV	u	2	25	50
6,2	Inodoro blanco FV	u	2	40	80
6,3	Ducha mezcladora FV	u	2	40	80
7	INSTALACIONES ELÉCTRICAS:				
7,1	Acometida manguera negra 1/2" y 3/4"	pto	1	13,11	13,11
7,2	Puntos de iluminación: boquilla, plafón y foco	pto	15	15,64	234,6
7,3	Punto de tomacorriente doble	pto	22	2	44
7,4	Tablero y breakers 8 puntos (Incluye Instalación)	u	1	118,82	118,82
8	PISOS:				
8,1	Cerámica antideslizante. Piso baños primera calidad	m2	13,49	16,97	228,93
8,2	Porcelanato tanques	m2	5,4	26,15	141,21
9	PUERTAS:				
9,1	P. madera laurel tríplex decorativa baños incluye. cerradura	u	4	90	360
9,2	P. madera laurel tríplex oficinas, ingresos + cerradura	u	5	80	400

9,3	Puerta principal vehicular de hierro y tol	u	3	250	750
10	VENTANAS DE ALUMINIO Y VIDRIO:				
10,1	Ventanas de aluminio, vidrio 6mm (Instalación y provisión)	m2	8	53,86	430,88
TOTAL					24.860,21\$

Realizado por: Jhoana Sánchez, 2021.

4.5. Determinación de costo del compost.

4.5.1. Costos por tratamiento

Como se trata de residuos en su gran mayoría se los adquirieron gratuitamente, pero se toma en cuenta el valor de transporte y compra de algunos materiales.

Tabla 23-4: Costo de los tratamientos.

Tratamiento	Valor (\$)
Pila 1	75
Pila 2	115
Transporte	200
Total	390\$

Realizado por: Jhoana Sánchez, 2021.

4.5.2. Rendimiento de los tratamientos.

En la Tabla 24-4, se detalla el rendimiento de los dos tratamientos, y de las pérdidas a lo largo del proceso y el producto final obtenido en kilogramos, lo cual sirve para calcular el valor por kilogramo del abono obtenido (compost).

Tabla 24-4: Rendimiento

Rendimiento	Total (Kg)	%
Peso Inicial.	1060,00	-
Producto final (Compost)	462,26	43,60
Perdida de material por descomposición y volteo.	560,74	52,90
Perdida de material por refinación	15,68	1,48
Perdida de material por muestreo	21,32	2,02
Total	1060	100

Realizado por: Jhoana Sánchez, 2021.

4.5.3. Precio final del compost

Se detalla en la Tabla 25-4, el costo final que tendrá cada kilogramo de abono orgánico (compost), el cual equivale a 0,84 \$, lo cual representa un producto bastante rentable dentro del mercado.

Tabla 25-4: Precio final del kilogramo de compost.

Costo de los tratamientos	390\$
Rendimiento	462,26 Kg
Total	0,84 \$

Realizado por: Jhoana Sánchez, 2021.

CONCLUSIONES

- Se diseñó los planos de una planta de compostaje para los residuos sólidos orgánicos que se generan dentro del mercado municipal Santos Leopoldo Cabezas Villalba del cantón Guano, la cual consta de 8 áreas, dentro de esta planta se procesarán 24 pilas de compostaje, bajo los parámetros establecido por la normativa vigente, la planta fue proyectada para ser construida junto a la celda emergente de Valparaíso que pertenece al cantón Guano y se obtuvo un presupuesto total de 24.860,21\$ los precios colocados fueron en referencia a los precios actuales del mercado.
- Se obtuvo 0,54 Kg/Hab/día, de Producción Per cápita, considerando los valores de PPC domiciliaria y PPC asociada dentro de los cual abarca al mercado municipal, destacando en este trabajo como valor principal, para los habitantes del cantón Guano se tiene una PPC domiciliaria de 0.39 Kg/Hab/día, mientras que para los usuarios del mercado municipal se tiene un valor de PPC de 0.15 Kg/Hab/día, generados en la actualidad.
- Se realizó la caracterización de los residuos sólidos generados tanto en la cabecera cantonal como en el mercado municipal obteniendo para el mercado, una densidad suelta de 528,61 Kg/m³ y una densidad compactada de 688,22 Kg/m³. La composición principal de estos residuos es: residuos orgánicos aprovechables 86,71%, papel 3,33 %, cartón 2,32 %, plástico 5,47% y finalmente en otros residuos (construcción, madera, textil, vidrio etc.) 2,17%.
- Se realizaron análisis fisicoquímicos, químicos y biológicos de los compost obtenidos en las dos pilas procesadas, teniendo como resultado valores establecidos dentro de las diferentes normativas internacionales, lo que fue un indicativo que el proceso se realizó de forma técnica. Los compost obtenidos pueden ser utilizados para enriquecer suelos deficientes de materia orgánica y macronutrientes.

RECOMENDACIONES

- Implementar programas de concientización ciudadana donde participen los habitantes del cantón Guano y principalmente los usuarios del mercado municipal, con el fin de fomentar el reciclaje y la separación en la fuente de los Residuos Sólidos Urbanos.
- El lugar donde se va a compostar debe ser en lo posible cubierto para que no se vea afectado por la lluvia y el piso de cemento para evitar el contacto directo con el suelo.
- Los residuos que se van a utilizar en el proceso, deben procurarse se encuentren en un tamaño estimado de 1 a 5 cm para así reducir el tiempo de compostaje.
- Para la construcción de la planta se debe disponer en un lugar donde exista agua ya que es un requisito indispensable para el desarrollo del proceso de compostaje.
- Al GADM-GUANO brindar el apoyo necesario a proyectos e ideas nuevas de jóvenes, que buscan el beneficio y desarrollo del cantón.

ABREVIATURAS

AME	Asociación de Municipalidades Ecuador.
CE	Conductividad Eléctrica.
dS	DeciSiemens
C/N	Relación Carbono Nitrógeno.
C	Carbono
O	Oxigeno.
CO2	Dióxido de carbono
ESPOCH	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
g	Gramo.
ha	Hectárea.
Hab	Habitante.
IG	Índice de Germinación.
Kg	Kilogramo.
Kg/Hab/día	Kilogramo por habitante al día.
Kg/m³	Kilogramo por metro cúbico.
K	Potasio.
KT	Potasio Total.
L	Litros.
m	Metros.
m²	Metros Cuadrados.
cm	Centímetros.
cm²	Centímetros cuadrados.

msnm	Metros sobre el nivel del mar.
M0P1	Muestra inicial / Pila 1.
M0P2	Muestra inicial / Pila 2.
m³	Metros cúbicos.
M6P1	Muestra final / Pila 1.
M6P2	Muestra final / Pila 2.
MAE	Ministerio de Ambiente Ecuador.
N	Nitrógeno.
NT	Nitrógeno total.
°C	Grados Celsius.
H	Hidrógeno.
pH	Potencial Hidrógeno.
PPC	Producción Per Cápita.
P	Fósforo
PT	Fósforo Total.
RS	Residuos Sólidos.
RSU	Residuos Sólidos Urbanos.
RAD	Residuos de alta degradabilidad.
RBD	Residuos de baja degradabilidad.
RSO	Residuos Sólidos Orgánicos
MO	Materia orgánica
%	Porcentaje

BIBLIOGRAFÍA

ACESF. *Manual de producción de compost* [en línea]. 2018 [Consulta: 14 de diciembre 2020]. Disponible en: <https://esf-cat.org/wp-content/uploads/d2018/12/Manual-produccion-de-compost-ESF.pdf>

ACOPLÁSTICOS. *Directorio Colombiano de reciclaje de residuos plásticos* [en línea]. No.8. Bogota-Colombia. Taller Dos Gráficos. 2017 [Consulta: 15 de diciembre 2020]. Disponible en: <https://www.acoplasticos.org/AFshjuraaF47lfjbOSTNKYs4831gepsfiq57DRCFws38164LXIE MF14h2nkr/dcr17/files/assets/common/downloads/publication.pdf>

ALZATE, Erika & RUBIO, Yuri. Proyecto aplicado aprovechamiento de los residuos orgánicos en la vereda de Claras – Falan Tolima. (Trabajo de titulación). [en línea]. Universidad Nacional Abierta y a Distancia “UNAD”. Tolima-Colombia. 2017. pp. 69-71. [Consulta: 15 de diciembre 2020]. Disponible en: <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/13444/1105614354.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

AME. *Estadística de información ambiental económica en Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales Gestión de Residuos Sólidos.* [en línea]. 2016 [Consulta: 15 de diciembre 2020]. Disponible en: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Gestion_Integral_de_Residuos_Solidos/2016/Presentacion%20Residuos%20Solidos%202016%20F.pdf

ARC, et al. *Guía Práctica para el diseño y la explotación de plantas de compostaje.* [en línea]. 2016 [Consulta: 13 de diciembre 2020]. Disponible en: http://residus.gencat.cat/web/.content/home/lagencia/publicacions/form/GuiaPC_web_ES.pdf

ARENAS, Cristian. Implementación de un sistema integral de compostaje para el tratamiento de los residuos orgánicos en el centro educativo rural Josefa Romero, Municipio de Dabeiba. [en línea] (Trabajo de titulación) (Maestría) Universidad Pontificia Bolivariana, Dabeiba-Colombia. 2017. pp. 11-17. [Consulta: 13 de diciembre 2020]. Disponible en: <https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/3303/Implementaci%C3%B3n%20de%20un%20sistema%20integral%20de%20compostaje%20para%20el%20tratamiento.pdf?sequence=1>

ASAMBLEA NACIONAL CONSTITUYENTE DE ECUADOR. *Código Orgánico Organización Territorial Autonomía Descentralización.* [en línea] 2008. [Consulta: 13 de diciembre 2020]. Disponible en: http://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_org.pdf

ASAMBLEA NACIONAL CONSTITUYENTE DE ECUADOR. *Constitución de la República del Ecuador.* [en línea] 2008. [Consulta: 13 de diciembre 2020]. Disponible en: https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf

ASAMBLEA NACIONAL DEL ECUADOR. *Ley organica de salud.* [en línea] 2015. [Consulta: 14 de diciembre 2020]. Disponible en: <https://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/2017/03/LEY-ORGÁNICA-DE-SALUD4.pdf>

ATUCHA, Ana. & GUALDONI, Patricia. *El Funcionamiento de los Mercados.* [en línea] 2018. [Consulta: 14 de diciembre 2020]. Disponible en: <http://nulan.mdp.edu.ar/2879/1/atucha-et-al-2018.pdf>

CONGRESO NACIONAL. *Ley De Prevención y Control de la Contaminación Ambiental.* [en línea] 2014. [Consulta: 13 de diciembre 2020]. Disponible en: <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/LEY-DE-PREVENCION-Y-CONTROL-DE-LA-CONTAMINACION-AMBIENTAL.pdf>

COOTAD. *Código Orgánico Organización Territorial Autonomía Descentralizada.* [en línea] 2010. [Consulta: 11 de noviembre 2020]. Disponible en: http://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_org.pdf

COTEMARNAT. *Dirección General de Normas.* [en línea] 2018. [Consulta: 21 de noviembre 2020]. Disponible en: <https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/PPD1/NMX-AA-180-SCFI-2018.pdf>

CHÁVEZ, Patricia. (2015). Caracterización fisicoquímica y madurez del compost de las ciudades de Tingo Maria y Aucayacu mediante test de autocalentamiento. [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad Nacional Agraria de la Selva. Facultad de Recursos Naturales Renovables. Tingo María-Peru. 2015 pp. 50-66. [Consulta: 14 de diciembre 2020]. Disponible en: https://www.unas.edu.pe/web/sites/default/files/web/archivos/actividades_academicas/INFORME%20FINAL%20PPP%20-%20CD.pdf

DNINN. *Compost - Clasificación y requisitos.* [en línea] 2003. [Consulta: 18 de noviembre 2020].

Disponible en:: <http://www.ingeachile.cl/descargas/normativa/agricola/NCH2880.pdf>

ESPINOSA, Ayto. *Tema 6 : Mantenimiento de jardines. Compostaje.* [en línea] 2019. [Consulta: 18 de noviembre 2020]. Disponible en:: <https://teleoposiciones.es/wp-content/uploads/2018/08/TEMA-6-JARDINES-Y-COMPOSTAJE.pdf>

FREIRE, Patricia. Diseño de un Sistema de Gestión Integral para el Manejo de Residuos Sólidos en el Mercado "La Merced".[en línea] (Trabajo de titulación), Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias. Riobamba-Ecuador. 2015. pp. 10-28. [Consulta: 18 de octubre 2020]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/4877>

GUANO, Gad. *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Guano.* [en línea]. 2015 [Consulta: 18 de octubre 2020]. Disponible en: <http://www.municipiodeguano.gob.ec/jdownloads/transparencia/anexos/PDYOT.pdf>

GARCIA, Alejandra; et al. Estudio de viabilidad para la producción y comercialización de abono orgánico. (Trabajo de titulación). [en línea]. Universidad Católica de Colombia. Facultad de ciencias económicas y administrativas. Bogotá-Colombia. 2018. pp. 03-05. [Consulta: 15 de diciembre 2020]. Disponible en: <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/16009/1/ESTUDIO%20DE%20VIABILIDAD%20PARA%20LA%20PRODUCCION%20Y%20COMERCIALIZACION%20DE%20ABONO%20ORGANICO.pdf>

HARO, Ana. *Ciencias Administrativas.* [en línea]. 2017 [Consulta: 15 de diciembre 2020]. Disponible en: <file:///C:/Users/FABRICIO/Downloads/Dialnet-AnalysisSobreElAprovechamientoDeLosResiduosDelPlat-6325873.pdf>

IESS. *Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores del Medio Ambiente de Trabajo.* [en línea]. 1986 [Consulta: 15 de enero 2020]. Disponible en: <http://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/12/Reglamento-de-Seguridad-y-Salud-de-los-Trabajadores-y-Mejoramiento-del-Medio-Ambiente-de-Trabajo-Decreto-Ejecutivo-2393.pdf>

INEC. *Pirámide de Población.* [en línea]. 2010 [Consulta: 15 de diciembre 2020]. Disponible en: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Manu-lateral/Resultados-provinciales/chimborazo.pdf>

INEN. *Gestión Ambiental. Estandarización de colores para recipientes de depósito y almacenamiento temporal de residuos sólidos. Requisitos.* [en línea]. 2014 [Consulta: 10 de noviembre 2020]. Disponible en:

https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_2841.pdf

INVE. *Procedimientos para la Preparación de Muestras de Suelos por Cuarteo.* [en línea]. 2003 [Consulta: 15 de noviembre 2020]. Disponible en: https://www.academia.edu/39737666/PROCEDIMIENTOS_PARA_LA_PREPARACION_DE_MUESTRAS_DE_SUELOS_POR_CUARTEO

JARAMILLO, Jorge, et al. *Buenas prácticas agrícolas (BPA) en la Producción de tomate bajo condiciones protegidas.* [en línea]. 2007 [Consulta: 03 de noviembre 2020]. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a1374s/a1374s00.pdf>

JICA. *Manual de Tratamientos Intermedio y Reciclaje.* [en línea]. 2017 [Consulta: 03 de noviembre 2020]. Disponible en: https://openjicareport.jica.go.jp/pdf/12290516_02.pdf

JIMÉNEZ, Silvio. Elaboración de compost a partir de residuos sólidos orgánicos generados en el Mercado Mayorista del Cantón Riobamba. [en línea] (Trabajo de titulación), Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias. Riobamba- Ecuador. 2015. pp. xiv [Consulta: 03 de noviembre 2020]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/4867>

LOGROÑO, Washington, et al. "Bioconversión de Residuos Sólidos Orgánicos con Suelos de la región Amazónica y Alto Andina del Ecuador en Celdas de Combustible Microbiano de Cámara Simple". *Scientific Electronic Library Online*, vol.26, no.2, (2015), (Ecuador) pp. 61-68.

MAGAP. *Elaboración , uso y manejo de abonos orgánicos.* [en línea]. 2014 [Consulta: 03 de noviembre 2020]. Disponible en: <https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2017/12/Manual-de-elaboracion-de-abonos-organicos.pdf>

MAP . *Guía para la caracterización de residuos sólidos municipales.* [en línea]. 2018 [Consulta: 03 de Diciembre 2020]. Disponible en: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/per186738anx.pdf>

MINISTERIO DEL AMBIENTE. *Libro VI de la Calidad Ambiental.* [en línea]. 2003 [Consulta: 03 de noviembre 2020]. Disponible en: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu112074.pdf>

MORENO, Bryan. (2019). Elaboración de un abono (bocashi) a partir de residuos orgánicos del bioterio de la Facultad de Ciencias – ESPOCH. [en línea] (Trabajo de titulación), Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias. Riobamba Ecuador. 2019. pp. 44-45 Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/13275>

MUNICIPALES, Gad. *Gestión de Residuos Sólidos.* [en línea]. 2017 [Consulta: 03 de enero 2020]. Disponible en: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web->

inec/Encuestas_Ambientales/Municipios_2017/Residuos_solidos_2017/PRESENTACION_RESIDUOS_2017.pdf

OCHOA, Danilo. & M., NAVAS, Adolfo. Árboles y arbustos de los ríos de Cuenca. [en línea] (Trabajo de titulación), Universidad del Azuay. Cuenca-Ecuador. 2016. pp. 170-171. [Consulta: 10 de noviembre 2020]. Disponible en: <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/8784>

PACCINI, Alberto. Determinación de la fitotoxicidad del compost de la planta de tratamiento de residuos sólidos municipales de Carhuaz, utilizando el cultivo de trigo como indicador, Carhuaz - Ancash. [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo. Huaraz- Perú. 2019. pp. 76 Disponible en: <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/3426>

PERU, Mae. *Residuos y areas verdes.* [en línea]. 2016 [Consulta: 12 de noviembre 2020]. Disponible en: <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/aprende-prevenir-efectos-mercurio-modulo-2-residuos-areas-verdes>

PULLOPAXI, Antony. Tratamiento de residuos orgánicos generados en el Bioterio de la Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo mediante compostaje. [en línea]. (Trabajo de titulación). Escuela Superior Politécnica De Chimborazo. Facultad de Ciencias. Riobamba-Ecuador. 2019. pp. 36-39. [Consulta: 15 de noviembre 2020]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/13202>

REYES, Manuel. Lixiviados en plantas de residuos. [en línea]. (Trabajo de titulación). (Mestría) Universidad Politécnica de València. España. 2015. pp. 76. [Consulta: 15 de noviembre 2020]. Disponible en: [https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/56763/REYES - Lixiviados en plantas de residuos. Una contribución para la selección del proceso de trat....pdf?sequence=1](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/56763/REYES%20-%20Lixiviados%20en%20plantas%20de%20residuos.%20Una%20contribuci%C3%B3n%20para%20la%20selecci%C3%B3n%20del%20proceso%20de%20trat....pdf?sequence=1)

ROMAN, Pilar, et al. . *Manual de compostaje del agricultor.* [en línea]. 2013 [Consulta: 18 de octubre 2020]. Disponible en: <http://www.fao.org/3/i3388s/i3388s.pdf>

SÁNCHEZ, Jennifer. & NINCO, Cristhian. Propuesta para la producción de abono orgánico mediante el compostaje de los residuos sólidos del municipio el rosal, cundinamarca. [en línea]. (Trabajo de titulación). Fundación Universidad de América. Facultad de Ingenierías. Bogotá-Colombia. 2017. pp. 20-34. [Consulta: 18 de octubre 2020]. Disponible en: <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/6036/1/6121848-2017-1-IQ.pdf>

SÁNCHEZ, José. *Callistemon viminalis.* [en línea]. 2015. [Consulta: 18 de agosto 2020]. Disponible

en: <https://www.arbolesornamentales.es/Callistemon%20viminalis.pdf>

SENA. *Caracterización de usuarios grupos de valor y de interés del Sena.* [en línea]. 2019 [Consulta: 25 de agosto 2020]. Disponible en : https://www.sena.edu.co/es-co/ciudadano/Documents/CARACTERIZACION_USUARIO_SENA_2019.pdf

SILBERT, Violeta. *Manual de buenas prácticas para producir compost hogareño.* [en línea]. 2018 [Consulta: 30 de agosto 2020]. Disponible en: <https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar>

SILPA, Kaza, et al. *WHAT A WASTE 2.0.* [en línea]. 2018 [Consulta: 30 de agosto 2020]. Disponible en: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/30317>

VALPARAISO, Gad. *Actualización del plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la parroquia Valparaíso.* [en línea]. 2015 [Consulta: 26 de agosto 2020]. Disponible en: http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/0660821130001_ACTUALIZACION%20PDyOT%20GADPR%20VALPARAISO_30-10-2015_15-56-14.pdf

VALLEJO OCAMPO, Uver Andersy. Análisis del impacto social y ambiental de la gestión integral de los residuos sólidos en el municipio de Aguadas, Caldas [en línea] (Trabajo de titulación) (Maestría) Universidad de Manizales. Facultad de ciencias contables económicas y administrativas. Manizales-Colombia. 2016. pp. 03-05. [Consulta: 15 de diciembre 2020]. Disponible en: <https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/handle/20.500.12746/2863>

VAN GEFFEN R. *Ciprés común Cupressus lusitanica Miller.* [en línea]. 2017 [Consulta: 16 de agosto 2020]. Disponible en: itto.int/files/itto_project_db_input/2802/Technical/CIPRES.pdf

VIZCAÍNO, Diego. *Instructivo de la normativa general para promover y regular la producción orgánica-ecológica-biológica en el Ecuador.* [en línea]. 2013 [Consulta: 26 de agosto 2020]. Disponible en: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu140344anx.pdf>

VLAYKOVA, Tomas, & SIVREV, David. *Ley De Gestion Ambiental, Codificacion* [en línea]. 1998 [Consulta: 26 de agosto 2020]. Disponible en: <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/LEY-DE-GESTION-AMBIENTAL.pdf>

ANEXOS

ANEXO A.- Parámetros analizados en el proceso de compostaje en los dos tratamientos

TRATAMIENTO	PARÁMETRO	MUESTRAS							UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO - ANÁLISIS
		1	2	3	4	5	6	7		
PILA 1	Días de compostaje	0	13	30	63	84	124	171	días	-
	C.E	1,37	1,44	1,59	2,06	2,55	2,61	3,16	dS/m	Conductimetría
	pH	6,69	7,95	7,77	7,84	7,99	8,32	7,63	Unidades	Potenciométrico
	M.O	78,73	70,71	64,95	59,77	46,53	44,83	46,81	%	Gravimétrico
	PT	0,69	-	-	-	-	-	1,73	%	Cálculo
	KT	0,62	-	-	-	-	-	1,00	%	Cálculo
	NO3	0,96	-	-	-	-	-	1,37	%	Cálculo
	C/N	25,54	-	-	-	-	-	14,71	%	Cálculo
	Color	Pardo claro	-	-	-	-	-	Marrón oscuro	-	Sensorial
	Olor	Amoniaco	-	-	-	-	-	Tierra mojada	-	Sensorial
IG	13,08	-	-	-	-	-	70,32	%	Germinación/elongación	
PILA 2	Días de compostaje	0	13	30	63	84	124	171	días	-
	C.E	1,84	2,04	3,06	3,69	3,82	4,84	5,41	dS/m	Conductimetría

	pH	7,86	8,18	8,43	8,97	8,80	8,86	7,92	Unidades	Potenciométrico
	M.O	76,33	66,67	62,41	57,45	50,31	45,16	42,18	%	Gravimétrico
	PT	0,61	-	-	-	-	-	1,76	%	
	KT	0,53	-	-	-	-	-	0,90	%	
	NO3	0,88	-	-	-	-	-	1,22	%	
	C/N	28,64	-	-	-	-	-	23,57	%	Cálculo
	Color	Pardo claro	-	-	-	-	-	Marrón oscuro	-	Sensorial
	Olor	Amo niaca l	-	-	-	-	-	Tierra mojada	-	Sensorial
	IG	12,68	-	-	-	-	-	91,05	%	Germinación/elongación

Realizado por: Jhoana Sánchez, 2021.

ANEXO B.- Modelo de encuesta PPC habitantes del cantón Guano.



ESPOCH

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

N°

Cuadra.-

FECHA:

MODELO DE ENCUESTA GUIADA PARA EL PROYECTO DISEÑO DE UNA PLANTA DE COMPOSTAJE A PARTIR DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS GENERADOS EN EL MERCADO MUNICIPAL SANTOS LEOPOLDO CABEZAS VILLALBA DEL CANTÓN GUANO.

- Objetivo: la siguiente encuesta este orientada a la obtención de datos para determinar de la producción per cápita (PPC) de los habitantes del cantón Guano.

A.- Información del encuestado.

Nombre del encuestado:	
Ocupación:	
Edad:	

B.- Desarrollo de la encuesta

1.- ¿Cuál es el número de miembros del hogar?

2.- ¿Cuál es el residuo que más desecha?

Restos de comida Papel Cartón Plástico Latas Otro _____

3.- ¿En qué tipo de recipiente almacena sus residuos?

Costal Funda plastica Caja Tacho plástico Otro _____

4.- ¿En cuánto tiempo llena el recipiente que almacena sus residuos sólidos?

Diariamente 2-5 días Semanal (7 días) Otro _____

5.- ¿Realiza una adecuada separación y disposición de los residuos sólidos que generan?

Sí No

6.- ¿Ha recibido alguna vez información acerca del manejo y disposición de los residuos sólidos?



ESPOCH

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

Sí No

7.- ¿Recicla usted algún tipo de residuo generado?

Sí No

Respuesta es Sí. ¿Cuál? _____

8.- ¿Conoce acerca de los beneficios de reciclar residuos sólidos?

Sí No

Respuesta es Sí. ¿Cuál? _____

9.- Ha escuchado sobre la obtención de compostaje a partir de los residuos sólidos orgánicos

Sí No

10.- Consumiría usted productos elaborados con residuos sólidos como abonos orgánicos, adornos con material reciclado (latas, botellas plásticas, vidrio etc.).

Sí No

11.- ¿Estaría usted dispuesto a pagar una cantidad de dinero que sea destinado a la recolección y manejo de residuos sólidos?

Sí No

Respuesta Sí ¿Cuánto?:

0.01\$ a 0.25\$	0.26\$ a 0.50\$	0.51\$ a 0.75\$	0.76\$ a 1.00\$	¿Otro valor?
				¿Cuál?

Respuesta No finaliza la encuesta.

GRACIAS POR SU TIEMPO Y SINCERIDAD

ANEXO C.- Modelo de encuesta PPC usuarios del mercado municipal del cantón Guano - Compradores.



ESPOCH
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

N°

FECHA:

MODELO DE ENCUESTA GUIADA PARA EL PROYECTO DISEÑO DE UNA PLANTA DE COMPOSTAJE A PARTIR DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS GENERADOS EN EL MERCADO MUNICIPAL SANTOS LEOPOLDO CABEZAS VILLALBA DEL CANTÓN GUANO.

- **Objetivo:** la siguiente encuesta este orientada a la obtención de datos para determinar la producción per cápita (PPC) de los usuarios del mercado municipal Santos Leopoldo Cabezas Villalba del Cantón Guano.

A.- Información del encuestado.

Nombre del encuestado:	
Ocupación:	
Edad:	

B.- Desarrollo de la encuesta

1.- ¿Con qué frecuencia visita usted el mercado municipal?

Semanal Quincenal Cada 3 semanas Mensual Otro ¿Cuál? _____

2.- ¿Cuál es el promedio de gasto en cada visita?

5\$-10\$ 10\$-20\$ 20\$ - 30\$ Otro ¿Cuál? _____

3.- Conoce usted a dónde van los residuos sólidos generados dentro del mercado municipal.

Sí No

Respuesta es Sí. ¿Cuál? _____

4.- ¿Usted tiene conocimiento de que residuos sólidos se puede reciclar?

Sí No

Respuesta es Sí. ¿Cuál? _____

5.- ¿Conoce usted cuales son los residuos sólidos que se generan dentro del mercado municipal?



ESPOCH

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

Sí No

Respuesta es Sí. ¿Cuál? _____

6.- ¿Conoce usted los beneficios de reciclar residuos sólidos?

Sí No

Respuesta es Sí. ¿Cuál? _____

7.- ¿Ha escuchado sobre la obtención de compost (abono orgánico) a partir de los residuos sólidos orgánicos?

Sí No

8.- ¿Estaría de acuerdo que haya una planta de compostaje en el cantón?

Sí No

Respuesta es Sí. ¿Cuál? _____

9.- Consumiría usted productos elaborados con residuos sólidos como abonos orgánicos, adornos con material reciclado (latas, botellas plásticas, vidrio etc.).

Sí No

10 ¿Alguna vez ha realizado compostaje con el residuo sólido orgánico que genera en su domicilio?

Sí No

11.- ¿Estaría usted dispuesto a pagar una cantidad de dinero que sea destinado a la recolección y manejo de residuos sólidos?

Sí No

Respuesta Sí ¿Cuánto?:

0.01\$ a 0.25\$	0.26\$ a 0.50\$	0.51\$ a 0.75\$	0.76\$ a 1.00\$	¿Otro valor?
				¿Cuál?

Respuesta No finaliza la encuesta.

GRACIAS POR SU TIEMPO Y SINCERIDAD

ANEXO D.- Modelo de encuesta PPC usuarios del mercado municipal del cantón Guano - Comerciantes.



ESPOCH
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

N°

FECHA:

MODELO DE ENCUESTA GUIADA PARA EL PROYECTO DISEÑO DE UNA PLANTA DE COMPOSTAJE A PARTIR DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS GENERADOS EN EL MERCADO MUNICIPAL SANTOS LEOPOLDO CABEZAS VILLALBA DEL CANTÓN GUANO.

- Objetivo: la siguiente encuesta este orientada a la obtención de datos para determinar la producción per cápita (PPC) de los usuarios del mercado municipal Santos Leopoldo Cabezas Villalba del Cantón Guano.

A.- Información del encuestado.

Nombre del encuestado:	
Ocupación:	
Edad:	
Sección:	

B.- Desarrollo de la encuesta

1.- Conoce usted a dónde van los residuos sólidos generados dentro del mercado municipal.

Sí No

Respuesta es Sí. ¿Cuál? _____

2.- ¿Usted tiene conocimiento de que residuos sólidos se puede reciclar?

Sí No

Respuesta es Sí. ¿Cuál? _____

3.- ¿Conoce usted cuales son los residuos sólidos que se generan dentro del mercado municipal?

Sí No

Respuesta es Sí. ¿Cuál? _____

4.- ¿Conoce usted los beneficios de reciclar residuos sólidos?



ESPOCH

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

Sí No

Respuesta es Sí. ¿Cuál? _____

5.- ¿Ha escuchado sobre la obtención de compost (abono orgánico) a partir de los residuos sólidos orgánicos?

Sí No

6.- ¿Estaría de acuerdo que haya una planta de compostaje en el cantón?

Sí No

Respuesta es Sí. ¿Cuál? _____

7.- Consumiría usted productos elaborados con residuos sólidos como abonos orgánicos, adornos con material reciclado (latas, botellas plásticas, vidrio etc.).

Sí No

8 ¿Alguna vez ha realizado compostaje con el residuo sólido orgánico que genera en su domicilio?

Sí No

9.- ¿Estaría usted dispuesto a pagar una cantidad de dinero que sea destinado a la recolección y manejo de residuos sólidos?

Sí No

Respuesta Sí ¿Cuánto?:

0.01\$ a 0.25\$	0.26\$ a 0.50\$	0.51\$ a 0.75\$	0.76\$ a 1.00\$	¿Otro valor?
				¿Cuál?

Respuesta No finaliza la encuesta.

GRACIAS POR SU TIEMPO Y SINCERIDAD

ANEXO E.- Tabulación de datos PPC cantón Guano

TABULACIÓN DE DATOS PPC CANTÓN GUANO			
INFORMACIÓN DEL ENCUESTADO			
OCUPACIÓN		TOTAL	%
FARMACÉUTICO		5	3
ESTUDIANTE		9	5
AMA DE CASA		24	15
CONSTRUCCIÓN		2	1
COMERCIANTE		41	25
SERVICIO PÚBLICO		17	10
CHOFER		10	6
ARTESANO		34	21
SERVICIO PRIVADO		18	11
AGRICULTURA Y GANADERÍA		5	3
EDAD		TOTAL	%
15-30		26	16
31-45		41	25
46-60		48	29
61-75		41	25
76-90		9	5
DESARROLLO DE LA ENCUESTA			
PREGUNTA	OPCIONES	TOTAL	%
1.- ¿Cuál es el número de miembros del hogar?	1 a 3	48	15
	4 a 7	91	53
	8 a 11	26	32
PREGUNTA	OPCIONES	TOTAL	%
2.- ¿Cuál es el residuo que más desecha?	RESTOS DE COMIDA	110	67
	PAPEL	8	5
	CARTÓN	5	3
	PLASTICO	27	16
	LATAS	0	0

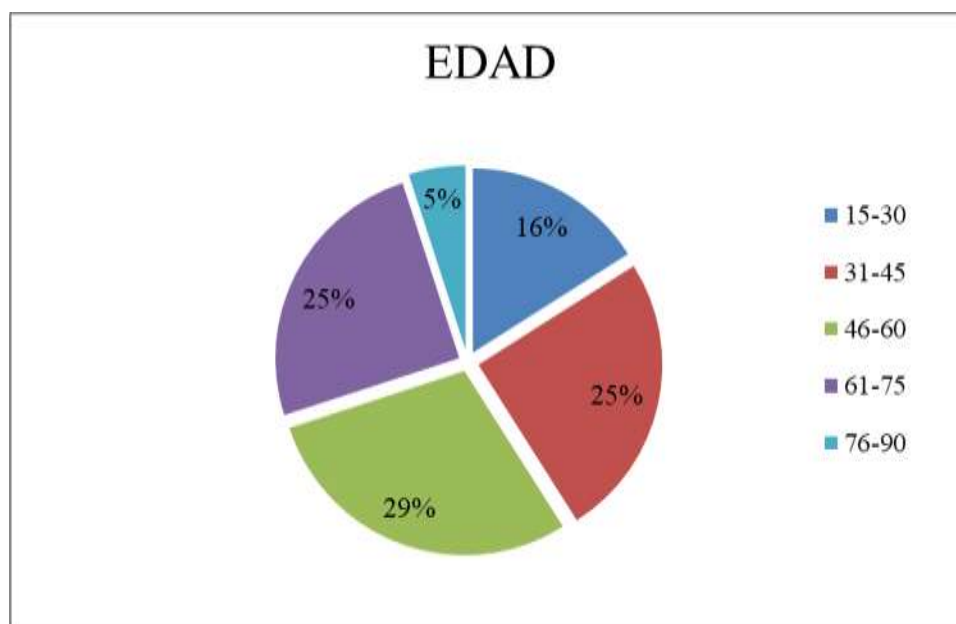
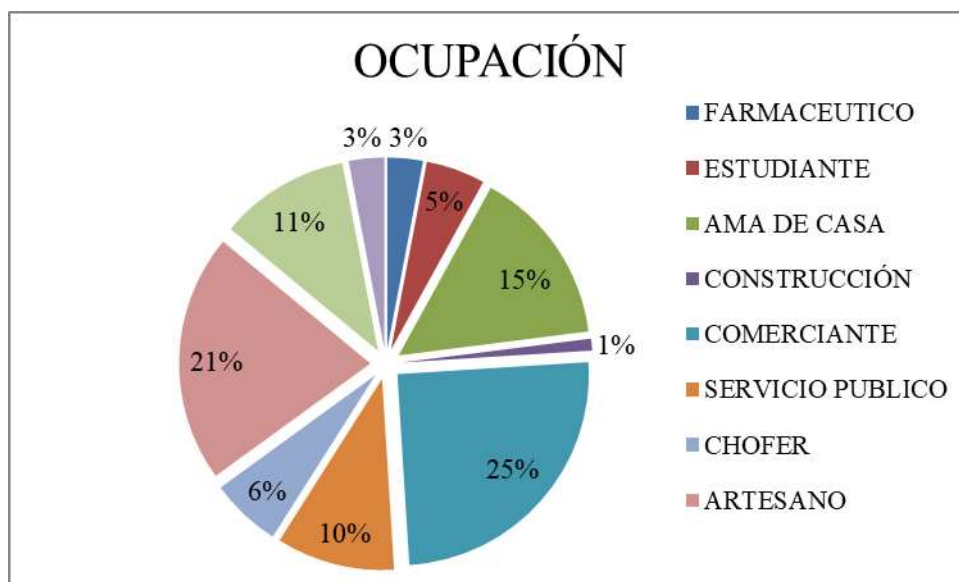
	OTRO	15	9
PREGUNTA	OPCIONES	TOTAL	%
3.- ¿En qué tipo de recipiente almacena sus residuos?	COSTAL	21	13
	FUNDA PLÁSTICA	35	21
	CAJA	13	8
	TACHO PLÁSTICO	95	57
	OTRO	1	1
PREGUNTA	OPCIONES	TOTAL	%
4.- ¿En cuánto tiempo llena el recipiente que almacena sus residuos sólidos?	DIARIAMENTE	68	41
	2-5 DÍAS	62	38
	SEMANAL (7 DIAS)	31	19
	OTRO	4	2
PREGUNTA	OPCIONES	TOTAL	%
5.- ¿Realiza una adecuada separación y disposición de los residuos sólidos que generan?	SI	25	15
	NO	140	85
PREGUNTA	OPCIONES	TOTAL	%
6.- ¿Ha recibido alguna vez información acerca del manejo y disposición de los residuos sólidos	SI	31	19
	NO	134	81
PREGUNTA	OPCIONES	TOTAL	%
7.- ¿Recicla usted algún tipo de residuos generado?	SI	85	52
	No	80	48
PREGUNTA	OPCIONES	TOTAL	%
8.- ¿Conoce acerca de los beneficios de reciclar residuos sólidos	SI	51	31
	NO	114	69
PREGUNTA	OPCIONES	TOTAL	%

9.- ¿Ha escuchado sobre la obtención de compostaje a partir de los residuos sólidos orgánicos?	SI	98	59
	NO	67	41
PREGUNTA	OPCIONES	TOTAL	%
10.- ¿Consumiría usted productos elaborados con residuos sólidos como abonos orgánicos, adornos con material reciclado (latas, botellas plásticas, vidrio etc.)	SI	118	72
	NO	47	28
PREGUNTA	OPCIONES	TOTAL	%
11.- ¿Estaría usted dispuesto a pagar una cantidad de dinero que sea destinado a la recolección y manejo de residuos sólidos?	SI	102	62
	NO	63	38
PREGUNTA	OPCIONES	TOTAL	%
Complemento pregunta 11	0,01\$ a 0,25\$	34	33
	0,26\$ a 0,50\$	54	53
	0,51\$ a 0,75\$	8	8
	0,76\$ a 1,00\$	6	6
	¿Otro valor?	0	0

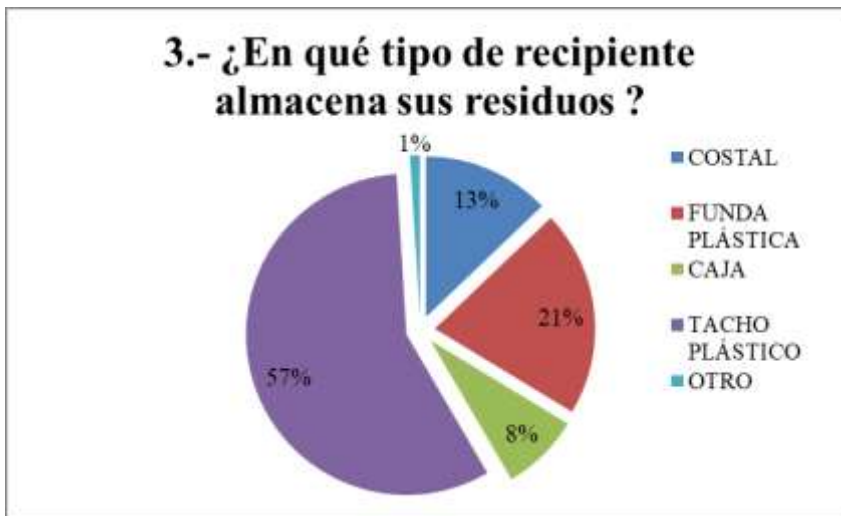
Realizado por: Jhoana Sánchez, 2021

ANEXO F.- Diagramas de encuestas realizadas a los habitantes del cantón Guano.

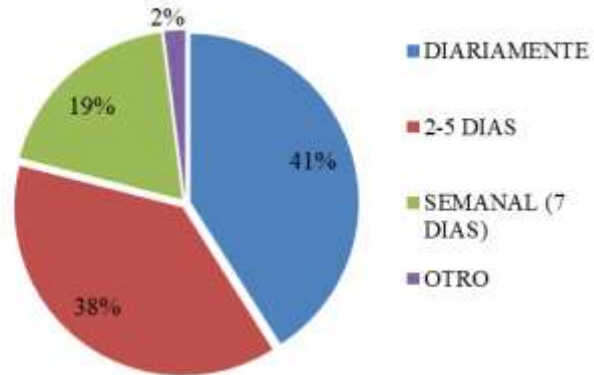
- INFORMACIÓN DEL ENCUESTADO



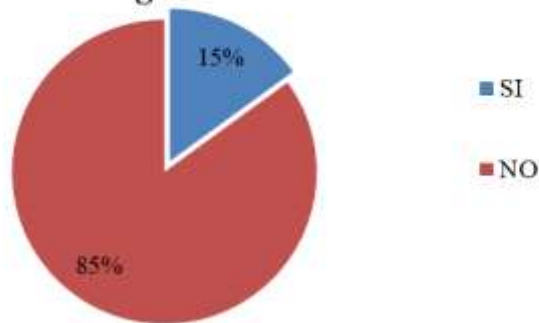
- DESARROLLO DE LA ENCUESTA



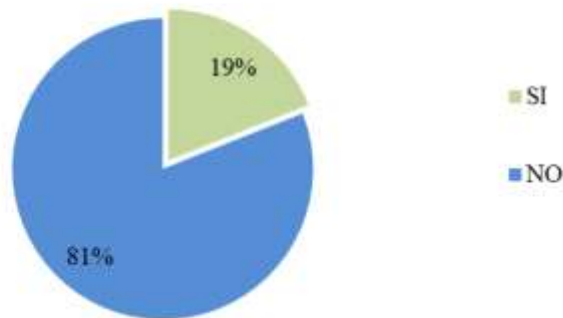
4.-¿En cuanto tiempo llena el recipiente que almacena sus residuos sólidos?



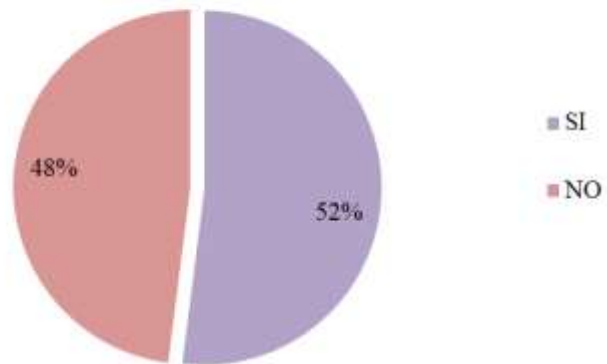
5.- ¿Realiza una adecuada separación y disposición de los residuos solidos que generan?



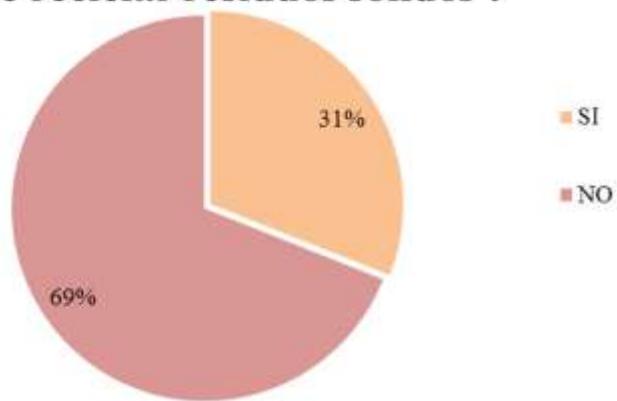
6.- ¿Ha recibido alguna vez información acerca del manejo y disposición de los residuos sólidos



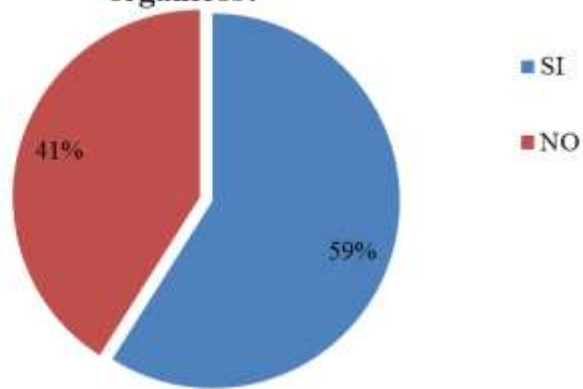
7.- ¿Recicla usted algún tipo de residuos generado.?



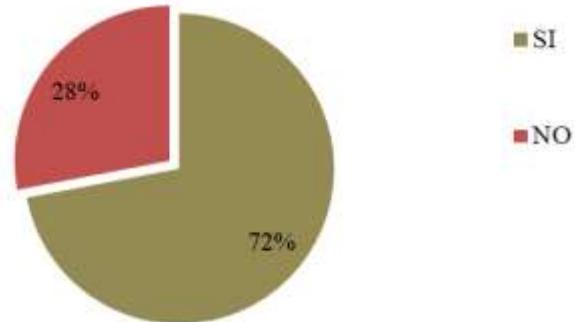
8.- ¿Conoce acerca de los beneficios de reciclar residuos sólidos ?



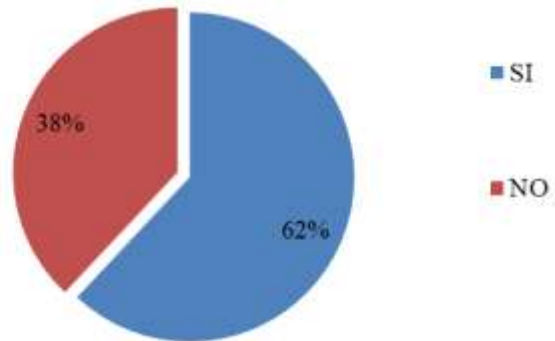
9.- ¿Ha escuchado sobre la obtención de compostaje a partir de los residuos sólidos orgánicos?



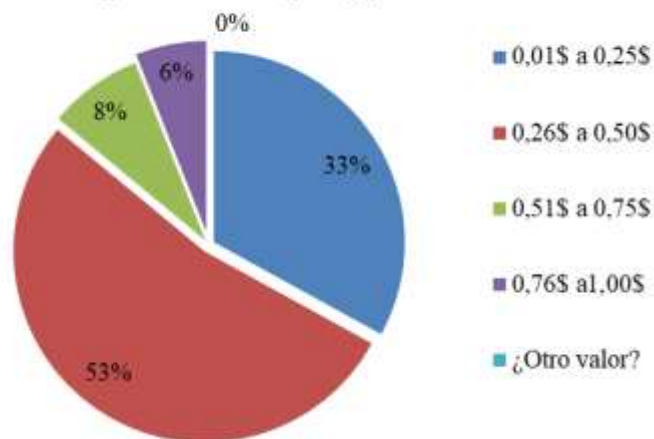
10.- ¿Consumiría usted productos elaborados con residuos sólidos como abonos orgánicos, adornos con material reciclado (latas, botellas plásticas, vidrio etc).



11.- ¿Estaría usted dispuesto a pagar una cantidad de dinero que sea destinado a la recolección y manejo de residuos sólidos?



Complemento pregunta 11



ANEXO G.- Tabulación de datos PPC de los usuarios del mercado municipal del cantón Guano – Comerciantes.

ENCUESTA PPC MERCADO MUNICIPAL COMERCIANTES			
INFORMACIÓN DEL ENCUESTADO			
OCUPACIÓN		TOTAL	%
COMERCIANTE		28	97
CHOFER		1	3
EDAD		TOTAL	%
30-50		6	21
51-70		16	55
71-90		7	24
SECCIÓN		TOTAL	%
LEGUMBRES Y FRUTAS		12	42
CARNES		2	7
CAMIONETA		1	3
COMIDA		5	17
PAPAS		1	3
ABARROTOS		1	3
FRUTAS		6	22
OTRO		1	3
DESARROLLO DE LA ENCUESTA			
PREGUNTA	OPCIONES	TOTAL	%
1.- ¿Conoce usted a dónde van los residuos sólidos generados dentro del mercado municipal?	SI	8	28
	NO	21	72
PREGUNTA	OPCIONES	TOTAL	%
2.- ¿Usted tiene conocimiento de que residuos sólidos se puede reciclar?	SI	10	34
	NO	19	66

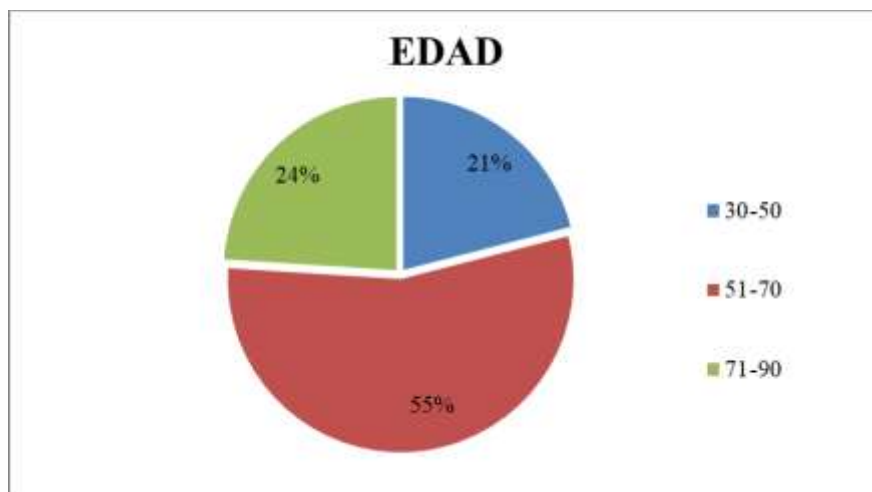
PREGUNTA	OPCIONES	TOTAL	%
3.- ¿Conoce usted cuales son los residuos sólidos que se generan dentro del mercado municipal?	SI	14	48
	NO	15	52
PREGUNTA	OPCIONES	TOTAL	%
4.- ¿Conoce usted los beneficios de reciclar residuos sólidos?	SI	4	14
	NO	25	86
PREGUNTA	OPCIONES	TOTAL	%
5.- ¿Ha escuchado sobre la obtención de compost (abono orgánico) a partir de los residuos orgánicos?	SI	17	59
	No	12	41
PREGUNTA	OPCIONES	TOTAL	%
6.- ¿Estaría de acuerdo que haya una planta de compostaje en el cantón?	SI	16	55
	NO	13	45
PREGUNTA	OPCIONES	TOTAL	%
7.- Consumiría usted productos elaborados con residuos sólidos como abonos orgánicos, adornos con material reciclado (latas, botellas plásticas, vidrio, etc.	SI	13	45
	NO	16	55

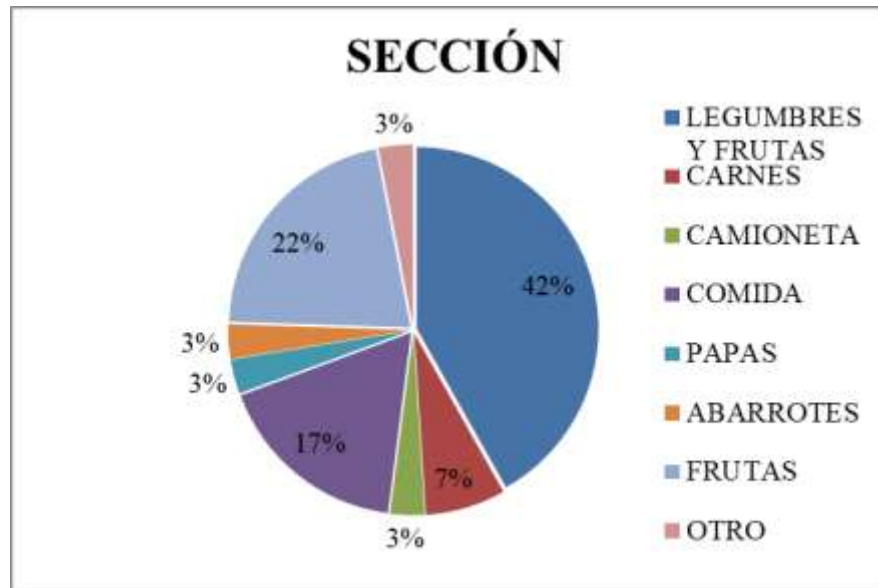
PREGUNTA	OPCIONES	TOTAL	%
8.- ¿Alguna vez ha realizado compostaje con el residuo sólido orgánico que genera en su domicilio?	SI	2	7
	NO	27	93
PREGUNTA	OPCIONES	TOTAL	%
9.- ¿Estaría usted dispuesto a pagar una cantidad de dinero que sea destinado a la recolección y manejo de residuos sólidos?	SI	10	34
	NO	19	66
PREGUNTA	OPCIONES	TOTAL	%
Complemento pregunta 9	0,01\$ a 0,25\$	5	50
	0,26\$ a 0,50\$	5	50
	0,51\$ a 0,75\$	0	0
	0,76\$ a 1,00\$	0	0
	¿Otro valor?	0	0

Realizado por: Jhoana Sánchez, 2021

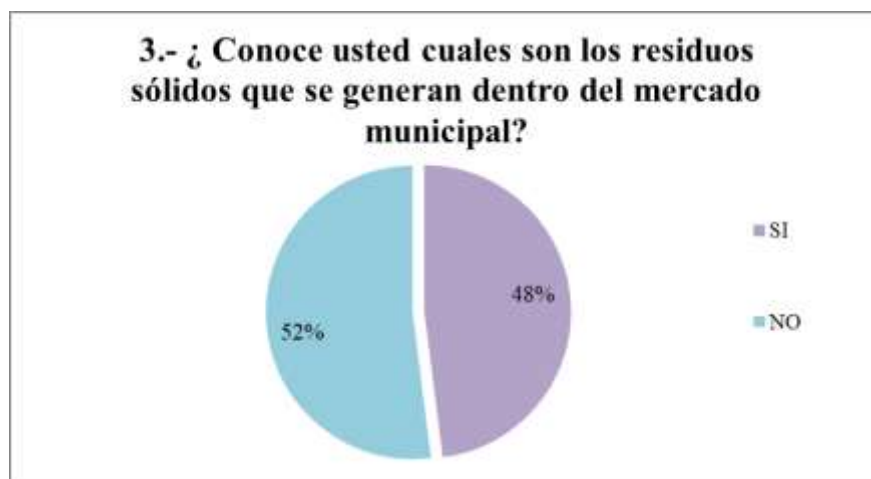
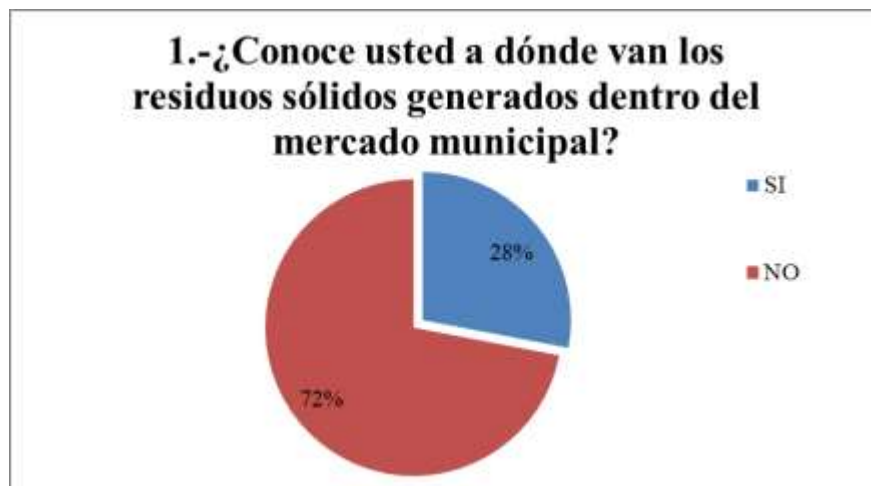
ANEXO H.- Diagramas de encuestas realizadas a los comerciantes del mercado municipal del cantón Guano.

- INFORMACIÓN DEL ENCUESTADO

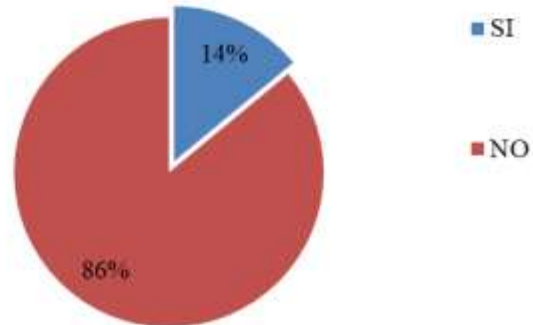




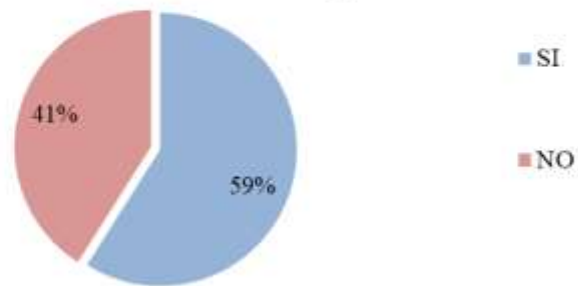
- DESARROLLO DE LA ENCUESTA



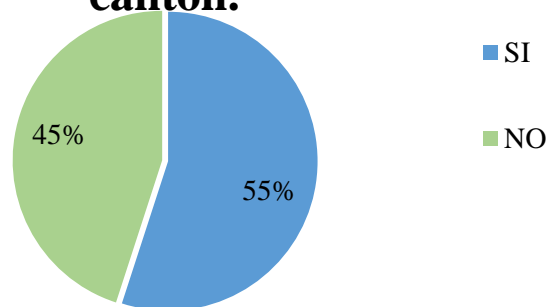
4.- ¿Conoce usted los beneficios de reciclar residuos sólidos?



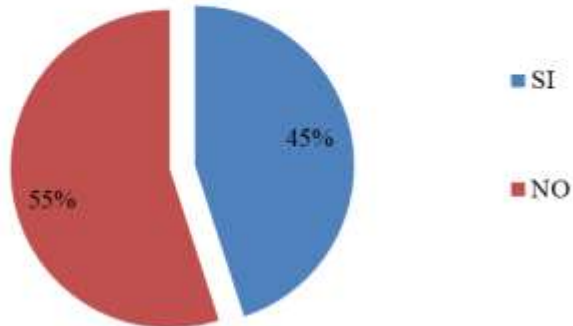
5.- Ha escuchado sobre la obtención de compostaje (abono orgánicos) a partir de los residuos orgánicos?



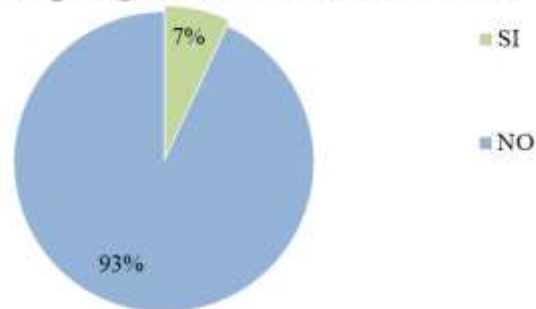
6.- ¿Estaría de acuerdo que haya una planta de compostaje en el cantón.



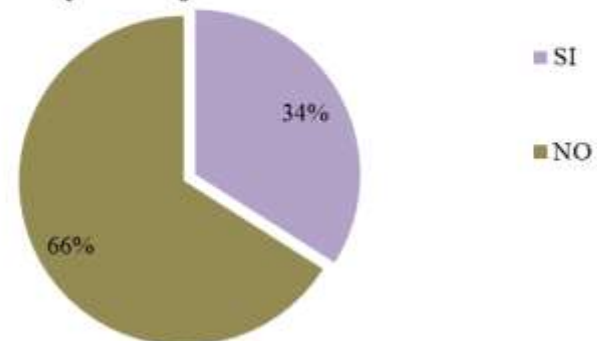
7.- Consumiría usted productos elaborados con residuos sólidos como abonos orgánicos, adornos con material reciclado (latas, botellas plásticas, vidrio, etc.



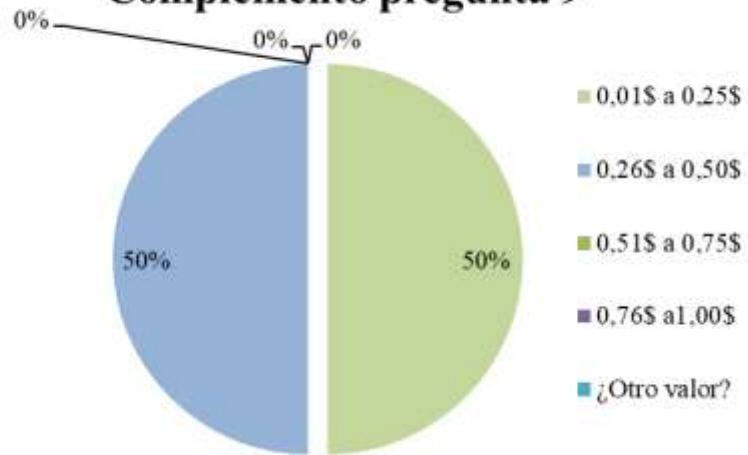
8.- ¿Alguna vez ha realizado compostaje con el residuo sólido orgánico que genera en su domicilio?



9.- ¿Estaría usted dispuesto a pagar una cantidad de dinero que sea destinado a la recolección y manejo de residuos sólidos?



Complemento pregunta 9



ANEXO I.- Tabulación de datos PPC de los usuarios del mercado municipal del cantón Guano – Compradores.

ENCUESTA PPC MERCADO MUNICIPAL COMPRADORES			
INFORMACIÓN DEL ENCUESTADO			
OCUPACIÓN		TOTAL	%
ESTUDIANTE		4	6
AMA DE CASA		9	14
COMERCIANTE		12	19
SERVICIO PUBLICO		4	6
CHOFER		1	2
ARTESANO		24	39
SERVICIO PRIVADO		4	6
AGRICULTURA Y GANADERÍA		4	6
MECÁNICO		1	2
EDAD		TOTAL	%
0-30		12	19
31-50		32	51
51-70		16	25
71-90		3	5
DESARROLLO DE LA ENCUESTA			
PREGUNTA	OPCIONES	TOTAL	%
1.- ¿Con qué frecuencia visita usted el mercado municipal?	SEMANAL	26	42
	QUINCENAL	12	19
	CADA 3 SEMANAS	11	17
	MENSUAL	14	22
	OTRO	0	0
PREGUNTA	OPCIONES	TOTAL	%
2.- ¿Cuál es el promedio de gasto en cada visita?	5-10\$	12	19
	10-20\$	31	50
	20-30\$	16	25
	Otro	4	6
PREGUNTA	OPCIONES	TOTAL	%

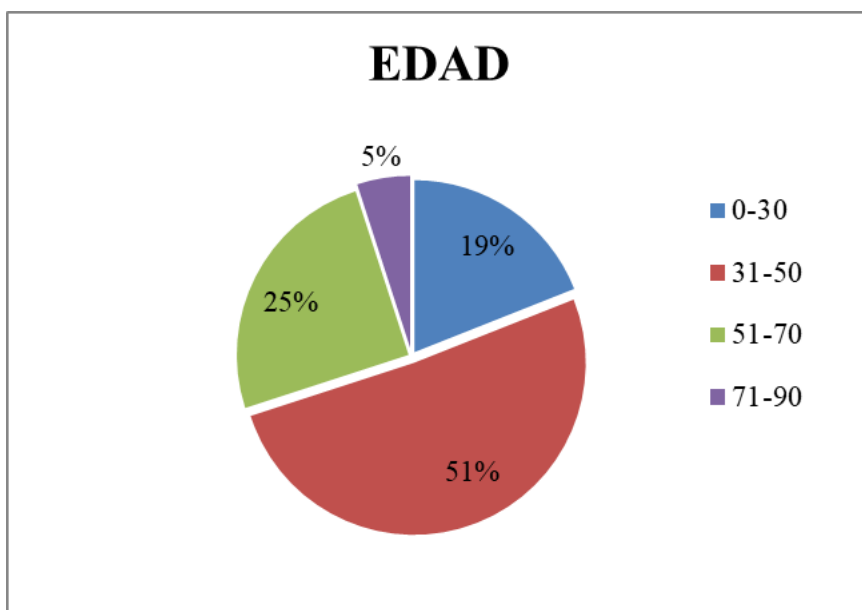
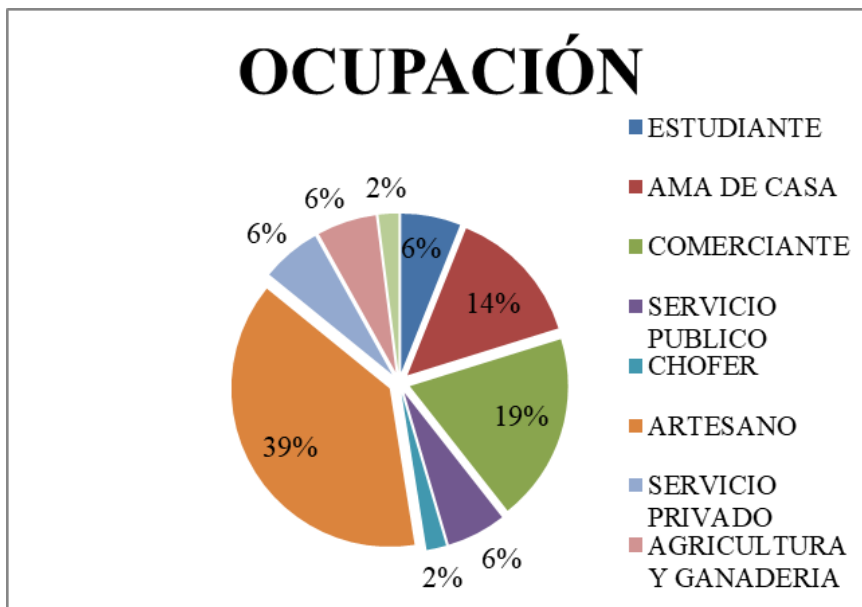
3.- ¿Conoce usted a dónde van los residuos sólidos generados dentro del mercado municipal?	SI	13	21
	NO	50	79
PREGUNTA	OPCIONES	TOTAL	%
4.- ¿Usted tiene conocimiento de que residuos sólidos se puede reciclar?	SI	27	43
	NO	36	57
PREGUNTA	OPCIONES	TOTAL	%
5.- ¿Conoce usted cuales son los residuos sólidos que se generan dentro del mercado municipal?	SI	10	16
	NO	53	84
PREGUNTA	OPCIONES	TOTAL	%
6.- ¿Conoce usted los beneficios de reciclar residuos sólidos?	SI	26	41
	NO	37	59
PREGUNTA	OPCIONES	TOTAL	%
7.- ¿Ha escuchado sobre la obtención de compost (abono orgánico) a partir de los residuos orgánicos?	SI	48	76
	No	15	24
PREGUNTA	OPCIONES	TOTAL	%
8.- ¿Estaría de acuerdo que haya una planta de	SI	54	86

compostaje en el cantón?	NO	9	14
PREGUNTA	OPCIONES	TOTAL	%
9.- Consumiría usted productos elaborados con residuos sólidos como abonos orgánicos, adornos con material reciclado (latas, botellas plásticas, vidrio, etc.	SI	52	83
	NO	11	17
PREGUNTA	OPCIONES	TOTAL	%
10.- ¿Alguna vez ha realizado compostaje con el residuo sólido orgánico que genera en su domicilio?	SI	13	21
	NO	50	79
PREGUNTA	OPCIONES	TOTAL	%
11.- ¿Estaría usted dispuesto a pagar una cantidad de dinero que sea destinado a la recolección y manejo de residuos sólidos?	SI	41	65
	NO	22	35
PREGUNTA	OPCIONES	TOTAL	%
COMPLEMENTO PREGUNTA 11	0,01\$ a 0,25\$	13	32
	0,26\$ a 0,50\$	17	42
	0,51\$ a 0,75\$	1	2
	0,76\$ a 1,00\$	7	17
	¿Otro valor?	3	7

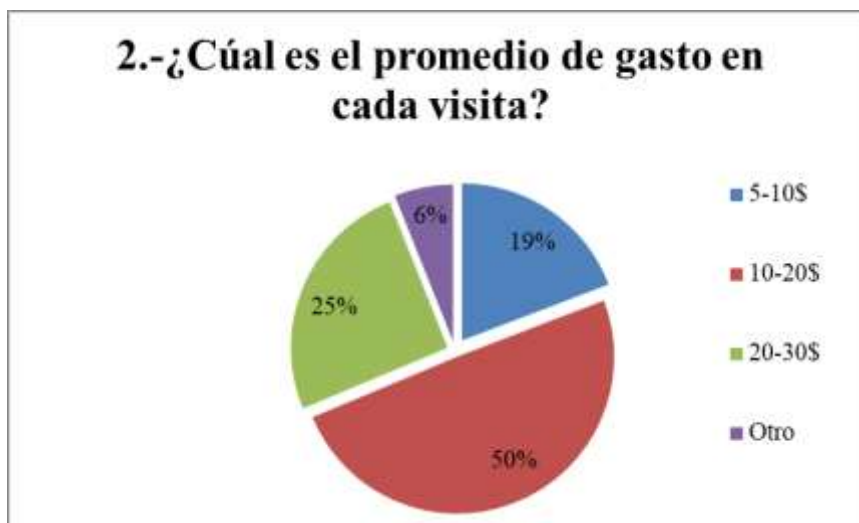
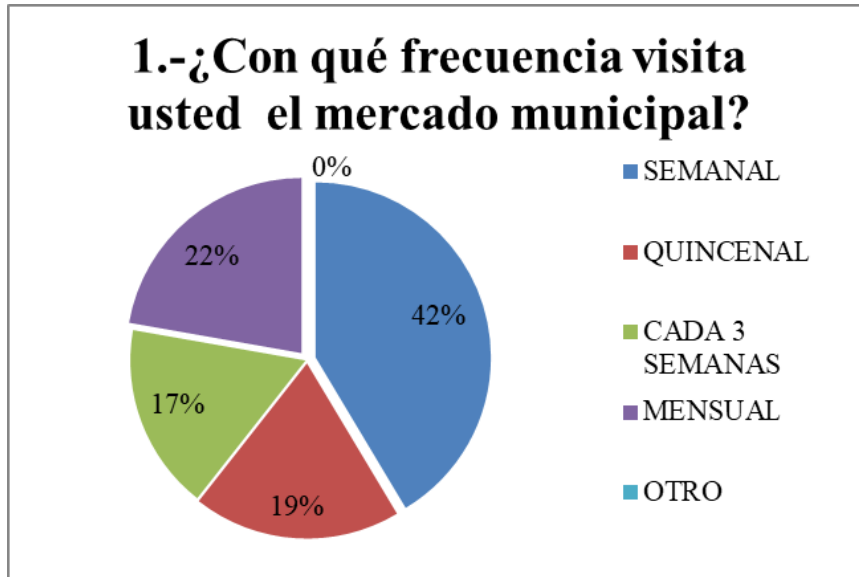
Realizado por: Jhoana Sánchez, 2021.

ANEXO J.- Diagramas de encuestas realizadas a los compradores del mercado municipal del cantón Guano.

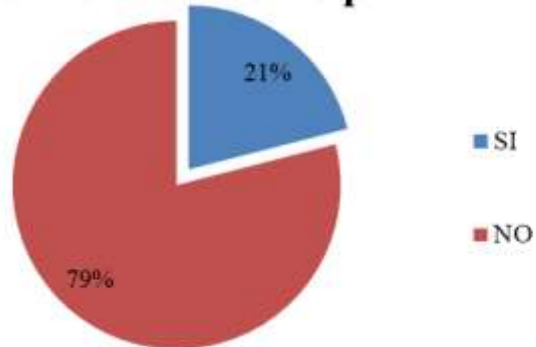
- INFORMACIÓN DEL ENCUESTADO



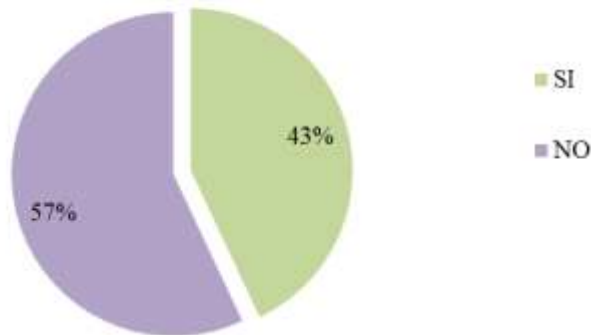
- DESARROLLO DE LA ENCUESTA



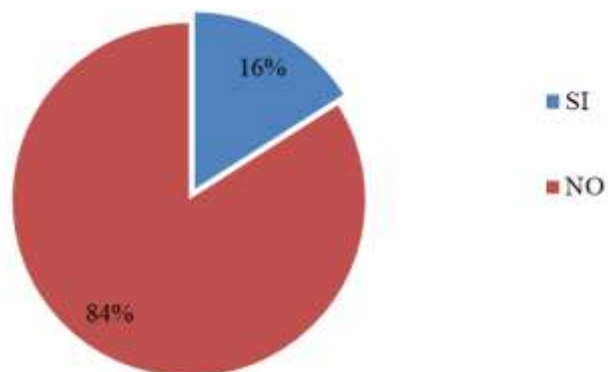
3.-¿Conoce usted a dónde van los residuos sólidos generados dentro del mercado municipal?



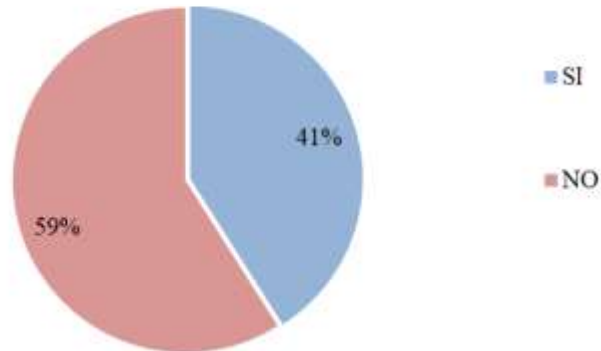
4.-¿Usted tiene conocimiento de que residuos sólidos se puede reciclar?



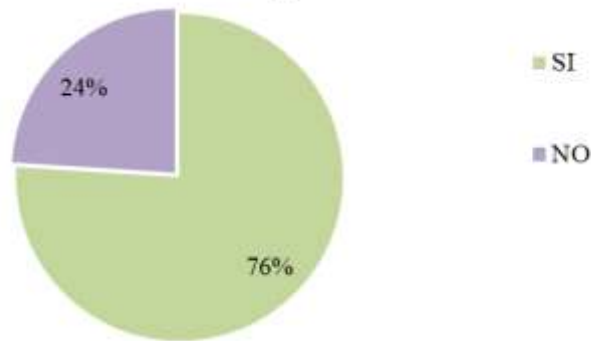
5.- ¿ Conoce usted cuales son los residuos sólidos que se generan dentro del mercado municipal?



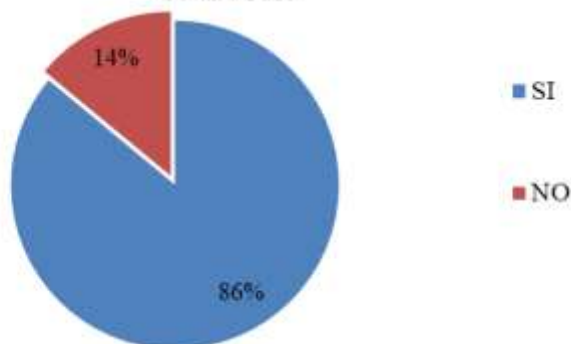
6.- ¿Conoce usted los beneficios de reciclar residuos sólidos?



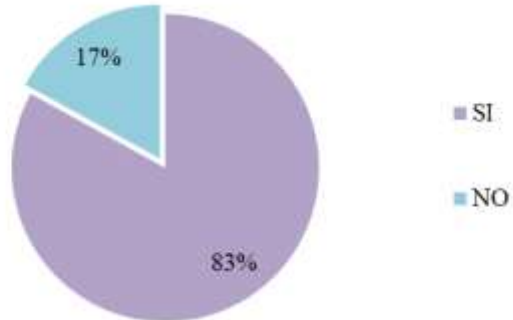
7.- Ha escuchado sobre la obtención de compost (abono orgánicos) a partir de los residuos orgánicos?



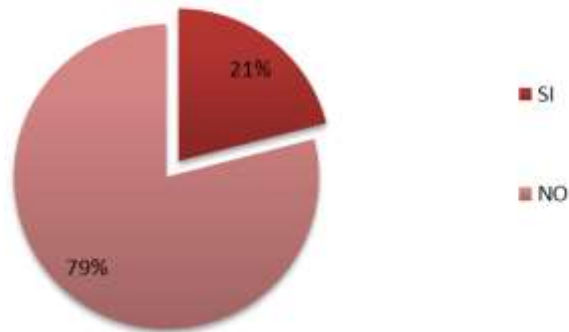
8.- ¿Estaría de acuerdo que haya una planta de compostaje en el cantón.



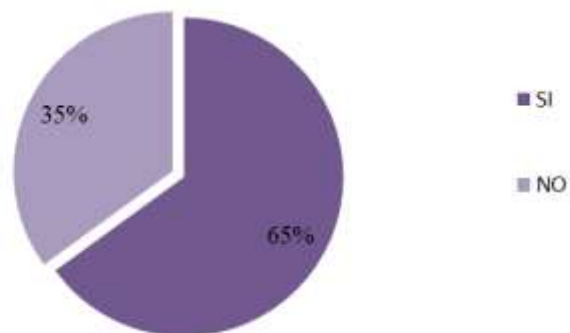
9.- Consumiría usted productos elaborados con residuos sólidos como abonos orgánicos, adornos con material reciclado (latas, botellas plásticas, vidrio, etc.



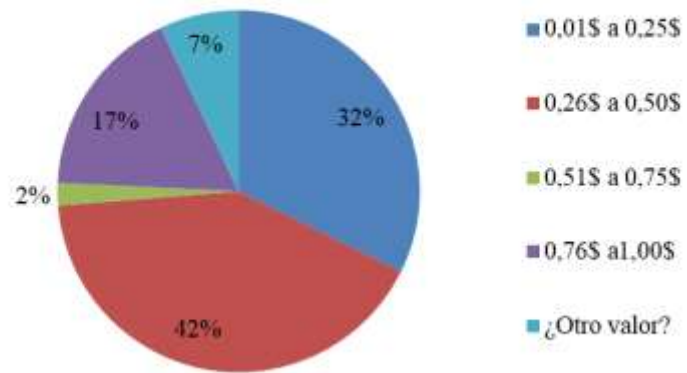
10.- ¿Alguna vez ha realizado compostaje con el residuo sólido orgánico que genera en su domicilio?



11.- ¿Estaría usted dispuesto a pagar una cantidad de dinero que sea destinado a la recolección y manejo de residuos sólidos?



Complemento pregunta 11



ANEXO K.- Oficio aprobado por el alcalde para accesibilidad en las áreas involucradas y la información del Mercado Municipal del cantón Guano.



Oficio N° 066 A-GADM-CG.

Guano, 28 de junio de 2019

Doctor
Fausto Yaulema
PRESIDENTE DE LA UNIDAD DE TITULACION-ESPOCH
Riobamba.

Con un saludo cordial, me permito informar a usted, que esta alcaldía autoriza a Jhoana Carolina Sánchez Gualoto con C.I 0604690453, estudiante de la carrera de Ingeniería en Biotecnología Ambiental para que realice el Proyecto de Tesis con el tema "DISEÑO DE UNA PLANTA DE COMPOSTAJE A PARTIR DE LOS RESIDUOS ORGANICOS GENERADOS EN EL MERCADO MUNICIPAL SANTOS LEOPOLDO CABEZAS VILLALVA, DEL CANTON GUANO" para lo cual se le facilitará información.

Con sentimientos de consideración y estima.

Cordialmente,

Msc. Ing. Raúl Cabrera
ALCALDE DEL GADM- CG
RCI:mgp



ANEXO L.- Guías de laboratorio.

PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS

- Colocar las muestras en vasos de precipitación y previamente etiquetados, secar en la estufa a 105°C por 24 horas, los resultados reportar sobre muestra seca.
- Pasar al desecador hasta que se enfrien por un tiempo aproximado de media hora.
- Pasar a un frasco con tapa roja, etiquetar y guardar en el desecador.

MATERIA ORGÁNICA

- Tarar el crisol (105 grados centígrados por 2 h)
- Pasar al desecador por 30 minutos, enumerar el crisol en la base y pesar el crisol vacío, anotar el peso.
- Añadir 3 g de muestra y anotar el peso.
- Colocar en la mufla por 24 horas a 430 °C (Si la mufla lo permite programar las temperaturas para que suba progresivamente, entonces la medición dura 2 días pues la temperatura sube y baja en forma gradual). En caso de no disponer de esta estufa se utiliza la normal.
- Colocar en el desecador por 30 minutos
- Pesar el crisol con la muestra calcinada

Fórmula para el cálculo:

$$\% \text{ MO} = \frac{(\text{peso crisol + muestra seca}) - (\text{peso crisol + muestra calcinada})}{(\text{Peso crisol + muestra seca}) - (\text{peso del crisol vacío})} \times 100$$

NOTA: Si se utiliza la mufla de un laboratorio se puede solicitar la técnica estandarizada que utilizan normalmente y trabajar con ésta.

DETERMINACIÓN DE pH

- Pesar 3 o 4 g de muestra (balanza de 3 cifras).
- Adicionar 30 o 40 ml de agua (Siempre se hace una proporción 1:10)
- Agitar vigorosamente por 10 minutos
- Dejar sedimentar y medir directamente en el líquido sobrenadante el pH.
- Anotar las características del pH metro.

NOTA: Funcionamiento del pH metro

1. Calibrar con estándares
2. Medir el pH de la muestra. Entre las mediciones, enjuagar con agua destilada y secar suavemente con papel. Medir la temperatura introduciendo conjuntamente el sensor.

DETERMINACIÓN DE LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (CE)

- Pesar 3 o 4 g de muestra (balanza de 3 cifras).
- Adicionar 30 o 40 ml de agua (Siempre se hace una proporción 1:10)
- Agitar por 10 minutos.
- Centrifugar por 4 minutos a 1000 rpm
- Filtrar en papel filtro normal
- Medir la Conductividad
- Anotar la característica de la centrifuga

NOTA: Funcionamiento del Conductímetro (Consort C860)

- Encender
- NO hace falta calibrar
- La medición de la lectura es directa introduciendo el sensor y el medidor de la temperatura en la muestra. Entre muestra y muestra se debe enjuagar con agua destilada y se seca con papel
- Introducir el electrodo junto con el medidor de la temperatura en el líquido filtrado
- Leer la lectura cuando el punto se estabilice. Observar las unidades. (mili o micro siemens/cm)
- Al terminar debe estar sumergido el electrodo en agua destilada

NOTA: pH y conductividad eléctrica se determina a la vez con la muestra preparada de la misma forma.

INDICE DE GERMINACIÓN

- Pesar 3 g de muestra y humedecer hasta alcanzar el 60% de humedad (4,5 mL de agua) dejar reposar durante 30'.
- Añadir 13,5 mL de agua des ionizada por gramo de muestra seca para diluir este extracto hasta el 10% (total 40,5 mL de agua)
- Agitar durante 30'
- Centrifugar a 4000 rpm durante 10'
- Filtrar al vacío con papel de 0,45 micrómetros para esterilizar el extracto
- Colocar papel filtro en las cajas Petri (10 cajas por tratamiento)

- Colocar 8 semillas de rábano
- Añadir 1mL de extracto acuoso 8Muestra mojando el papel en su totalidad
- Como tratamiento testigo o blanco se en vez del extracto se añade agua des ionizada (10 cajas Petri)
- Incubar las cajas Petri a 28°C por 48 horas, distribuyendo las placas en grupos de 5 y envolviéndolas con papel aluminio
- Sacar las cajas y desactivar el crecimiento de las semillas añadiendo una solución acuosa al 50% de etanol (este paso se puede obviar)
- Contar el número de semillas germinadas. PGR porcentaje de germinación relativo

$$PGR = \left(\frac{\text{N}^\circ \text{ semillas germinadas en el extracto}}{\text{N}^\circ \text{ de semillas germinadas en el testigo o blanco}} \right) \times 100$$
- Con un pie de rey medir la longitud de la elongación de las raíces por caja. CRR crecimiento de radícula relativo

$$CRR = \left(\frac{\text{Elongación de radícula en el extracto}}{\text{Elongación de radícula en el testigo o blanco}} \right) \times 100$$
- Los resultados se expresan como índice de germinación IG

$$IG = PGR \times CRR / 100$$

en oscuridad durante 120 h a 22 ± 2 °C de acuerdo con Sobrero y Ronco (2008). Las semillas germinadas en cajas de Petri con 2 mL de agua dura se consideraron como testigo. Transcurrido el tiempo de exposición se contabilizó el número de semillas germinadas, considerando aquellas con una longitud radical mayor a 1 mm (Di Salvatore et al. 2008). Para evaluar el crecimiento de las plántulas de *L. sativa* en cada uno de los tratamientos al final de la exposición se realizó la medición de la longitud del epicotilo y de la radícula de las plántulas. Finalmente, para realizar las comparaciones adecuadas, los resultados obtenidos se expresaron como el porcentaje de la germinación relativa de semillas (GRS), el crecimiento relativo de la radícula (CRR) y el índice de germinación (IG) de acuerdo con Hoekstra et al. (2002) y Walter et al. (2006), mediante las siguientes expresiones:

$$GRS (\%) = \frac{\text{Número de semillas germinadas con la muestra de agua problema}}{\text{Número de semillas germinadas en agua dura (testigo)}} \times 100$$

$$CRR (\%) = \frac{\text{Longitud promedio de la radícula con la muestra de agua problema}}{\text{Longitud promedio de la radícula en agua dura (testigo)}} \times 100$$

$$IG (\%) = \frac{GRS \times CRR}{100}$$

TÉCNICA PARA ANALISIS QUIMICOS-MACRONUTRIENTES N, P, K.

MATERIALES

Contenido NPK Soil Kit (3-5880):

- ✓ 100 Floc-Ex Testabs (5504a)
- ✓ 50 Nitrate Wide Range TesTabs (3703a)
- ✓ 50 Potassium Testabs (5424a)
- ✓ 50 Phosphorus Testabs (5422a)
- ✓ 3 Tubos De Ensayo Con Tapón (0106)
- ✓ 2 Fundas Protectoras (0106 F-P)
- ✓ 1 Tubo De Extracción Redondo (0725)
- ✓ 1 Escala Colorimétrica N, P, K. (1382)
- ✓ 1 Pipeta, Plástico (30444)

EQUIPOS

- ✓ Espectrofotómetro Thermo Scientific
- ✓ Cabina de extractor de gases BIOBASE
- ✓ ph metro Fisher Scientific.

REACTIVOS

- ✓ Ácido sulfúrico Concentrado
- ✓ Fenolftaleína
- ✓ Hidróxido de Sodio
- ✓ Peróxido de hidrogeno

ESTANDARIZACIÓN DE RANGOS PARA ANALISIS EN EL ESPECTROFOTÓMETRO.

Para obtener los valores estándar para la lectura de cada elemento (N, P, K) trabajar con Fosfato Monopotásico y Nitrato de Potasio.

- Para Fósforo y Potasio trabajar con KH_2PO_4
- Pesar 0.2195g de KH_2PO_4
- Calcular los ppm de P y para K

0.2195 g KH_2PO_4	30.974 gP	100mg	1000mL	99.93ppm	→	100ppm de P
500ml	136.072 g KH_2PO_4	1g	1L			
0.2195 g KH_2PO_4	39.098 g K	100mg	1000mL	126.14ppm	→	126 ppm de K
500mL	136.072 g KH_2PO_4	1g	1L			

- Sacar factores de dilución para los rangos de Absorbancia

Para fosforo.

ppm	Abs
12.5	0.106
25	0.182
50	0.383
100	0.762

Leer a 795 nm en el espectrofotómetro UV-VIS

Para Potasio

ppm	Abs
7.88	0.105
15.75	0.424
31.50	1.161
63.00	2.265

Leer a 860 nm en el espectrofotómetro UV-VIS

- Para nitrógeno trabajar con KNO_3
- Pesar 0.7219 g de KNO_3
- Calcular los ppm de N.

0.7218 g KNO_3	14 g N	100mg	1000mL	199.91 ppm	→	200ppm de N
500mL	101.098 g KNO_3	1g	1L			

- Sacar factores de dilución para los rangos de Absorbancia

Para Nitrógeno

ppm	Abs
6.25	0.211
12.5	0.398
25	0.771
50	1.500
100	2.883

Leer a 500 nm en el espectrofotómetro UV-VIS

IMPORTANTE. Con las tres tablas de valores de ppm y absorbancia con fórmulas de Excel obtener la línea de tendencia y la ecuación de la recta para tener el detalle de la intersección y la pendiente.

DIGESTIÓN ACIDA

NOTA: Esta técnica se debe realizar para obtener valores totales de las muestras a analizar.

PROCEDIMIENTO

- Pesar las muestras 0.5g
- Adicionar 20ml de agua destilada
- Adicional 2ml de ácido sulfúrico concentrado
- Poner a ebullición por una hora en la cabina de extracción de gases.
- Enfriar
- Filtrar las muestras
- Volver a poner a ebullición con un aproximado de 6 horas.
- Colocar 2ml de peróxido de hidrogeno.
- Enfriar
- Adicionar gotas de fenolftaleína

- Para neutralizar adicionar hidróxido de sodio 0.1N gota a gota.
- Conjuntamente para que el pH suba se sigue adicionando NaOH a 0.1N hasta que alcance 2.00.
- Aforar a 80ml con agua destilada.

Para analizar en el espectrofotómetro

1. FÓSFORO

- 1.1. Utilizar la pipeta (30444), y transferir 25 gotas de la solución transparente al tubo cuadrado de ensayo (0106).
- 1.2. Colocar agua destilada en el tubo hasta llegar al hombro del mismo.
- 1.3. Añadir una pastilla de PHOSPHORUS TESTAB (5422A).
- 1.4. Tapar y mezclar hasta que la pastilla se disuelva.
- 1.5. Esperar 5 minutos.
- 1.6. Leer en el espectrofotómetro.

2. POTASIO.

- 2.1. Utilizar la pipeta (30444), para transferir la solución transparente obtenida en la extracción al tubo cuadrado (0106) hasta el hombro del mismo.
- 2.2. Añadir una pastilla de POTASSIUM TESTAB (5424A).
- 2.3. Tapar y agitar hasta que la pastilla se disuelva.
- 2.4. Dejar reposar por 5 minutos.
- 2.5. Leer en el espectrofotómetro.

NOTA: Si se desea conocer los valores asimilables se puede realizar directamente sin el proceso de digestión ácida para lo que su extracción sería la siguiente.

3. EXTRACCIÓN

Para la extracción de la muestra realizar lo siguiente:

- 3.1. Llenar el tubo de extracción redondo (0725) hasta llegar a 30ml con agua destilada.
- 3.2. Añadir dos tabletas FLOC-EX – TESTABS (5504).
- 3.3. Tapar el tubo y mezclar hasta que las pastillas se hayan disueltas.
- 3.4. Retirar el tapón y agregar 0.5 g de muestra.
- 3.5. Tapar el tubo y agitar por 1 minuto.
- 3.6. Dejar reposar hasta que la muestra se asiente.
- 3.7. La solución transparente obtenida utilizar para realizar los análisis potasio, fósforo y nitrato.

4. NITRÓGENO.

- 4.1. Utilizar la pipeta (30444), para transferir la solución transparente obtenida en la extracción al tubo cuadrado (0106) hasta el hombro del mismo.
- 4.2. Añadir una pastilla de NITRATE WIDE RANGE TESTAB (3703A).
- 4.3. Tapar el tubo y colocarlo en la bolsa protectora (0106-FP).

Nota: NITRATE WIDE RANGE TESTAB (3703A) es muy sensible a la luz ultravioleta, la bolsa protectora (0106-FP) protegerá la reacción que produce la luz ultravioleta, si el proceso es realizado dentro de un lugar no es necesario dicho procedimiento.

4.4. Mezclar invirtiendo el tubo por un tiempo de dos minutos, hasta q la pastilla colocada disuelva. Pueden quedar trozos de la pastilla en la mezcla.

4.5. Dejar reposar durante 5 minutos.

4.6. Leer en el espectrofotómetro.

CALCULOS

Con los datos obtenidos aplicar la siguientes formulas.

$$ppm = \frac{(Abs - Int)}{Pend} * FD * \frac{V.E}{Int}$$

$$\% = \frac{ppm}{10000}$$

Dónde:

Abs= absorbancia

Int= intersección

Pend= pendiente

FD= Factor de Dilución

V.E= Volumen de Extracto

• ENERO



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
ESTACIÓN AGROMETEOROLÓGICA



AÑO: 2020

MES: ENERO

FECHA	TEMPERATURA °C			HUMEDAD RELATIVA %			TENSIÓN VAPOR	PUNTO BDICIO	PRECIPITACIÓN	EVAPORACIÓN	HELIOFANÍA		VIENTO		PRESIÓN ATM.
	Media	Máxima	Mínima	Media	Máxima	Mínima	mb	°C	mm H ₂ O	mm	Horas	%	Dirección	Velocidad m/s	mm Hg
1	13.8	17.8	10.6	83.4	96.0	58.0	13.4	11.5	14.4	1.1	5.4	12	NE	0.8	544.2
2	13.8	20.7	10.0	83.3	96.0	47.0	12.3	10.3	11.8	4.2	2.3	10	SE	1.2	543.9
3	13.5	20.6	10.0	79.5	96.0	44.0	12.8	10.6	0.0	4.5	6.3	53	SE	1.2	545.0
4	15.0	22.6	8.8	86.4	96.0	29.0	11.2	8.7	0.0	6.0	3.3	78	SE	1.8	545.1
5	15.0	23.9	7.2	70.5	96.0	30.0	11.2	8.5	4.7	6.1	8.8	73	SE	1.5	544.5
6	14.8	24.0	7.6	71.7	96.0	30.0	11.8	9.4	2.6	3.9	9.0	75	SE	1.3	544.0
7	14.8	24.3	7.8	57.8	94.0	19.0	8.5	6.2	0.3	6.8	9.5	79	SE	1.5	543.2
8	13.9	22.0	7.7	60.3	96.0	27.0	9.9	6.7	0.0	6.2	9.0	75	SE	2.2	543.8
9	13.4	21.2	5.0	65.3	91.0	32.0	9.5	6.2	0.0	6.1	8.8	73	NE	3.6	543.7
10	13.7	19.8	7.4	70.4	93.0	45.0	10.8	8.1	0.0	5.0	4.7	39	SE	3.0	542.7
11	13.5	20.4	8.6	75.6	96.0	43.0	11.5	9.0	0.1	4.4	4.8	40	SE	2.5	543.4
12	14.2	22.1	9.4	73.2	96.0	39.0	11.8	9.5	0.4	5.7	6.4	53	SE	3.0	543.5
13	14.2	21.3	8.8	69.1	96.0	36.0	11.4	8.8	0.1	5.4	6.9	58	SE	2.0	544.0
14	14.7	23.0	8.4	86.3	95.0	33.0	11.4	9.0	0.0	5.5	6.0	50	SE	2.3	543.2
15	14.8	23.1	9.2	87.2	96.0	31.0	11.0	8.3	0.0	5.7	6.6	55	SE	2.0	543.1
16	14.2	21.9	8.1	67.0	96.0	37.0	11.1	8.5	0.0	4.9	5.6	47	NE-SE	3.2	543.8
17	14.6	21.7	8.9	67.8	95.0	36.0	11.5	9.1	0.1	5.7	5.5	46	SE-NE	3.2	544.2
18	14.3	20.8	10.0	65.5	96.0	38.0	11.4	9.1	0.0	6.1	4.1	34	NE-SE	2.3	544.2
19	15.1	22.9	9.1	65.3	96.0	36.0	12.0	9.7	0.0	6.0	4.6	38	SE	2.5	543.0
20	14.8	22.2	10.1	73.8	96.0	44.0	12.6	10.4	7.4	4.7	2.9	24	SE	1.8	544.6
21	13.1	21.0	9.9	82.4	96.0	42.0	12.3	10.1	5.7	5.2	3.5	39	SE	1.3	544.7
22	14.6	22.8	8.5	66.7	89.0	32.0	12.0	9.6	0.0	4.2	5.6	47	SW	1.3	544.1
23	13.5	23.2	8.0	71.5	94.0	31.0	11.2	8.6	1.6	4.4	5.5	46	SE-SW	1.2	543.2
24	15.4	24.2	10.6	68.9	96.0	30.0	11.7	9.3	0.8	6.3	7.6	63	SE	1.6	543.3
25	14.0	24.0	9.3	75.3	96.0	35.0	12.2	9.9	1.0	4.4	6.2	52	SE-NE	1.5	545.0
26	15.0	22.4	9.0	89.8	96.0	36.0	12.0	9.6	0.0	5.7	7.2	60	SE	2.3	544.6
27	16.8	25.3	10.8	60.0	95.0	18.0	10.4	7.3	0.0	7.7	9.6	80	NE-SE	2.8	544.5
28	14.7	24.7	7.5	63.3	88.0	28.0	10.8	8.0	2.6	5.0	7.5	63	SE	1.3	544.1
29	13.7	19.8	11.0	76.7	95.0	44.0	12.1	9.8	0.0	1.8	0.7	6	SE	0.8	544.5
30	14.7	22.0	9.8	60.3	95.0	34.0	11.6	9.2	0.0	5.4	4.8	40	SE	1.0	544.0
31	12.8	17.2	9.3	79.2	96.0	52.0	12.0	9.7	0.5	2.7	1.0	8	SE	1.6	544.9
SUMA	444.1	684.3	274.6	2387.6	2944.0	1115.0	336.8	279.2	34.3	152.2	181.7	1514.2	SE	99.7	16864.6
DÍAS DE DATOS	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
MEDIA	14.3	22.1	8.9	76.6	95.0	36.0	11.3	9.0	0.1	5.9	48.8	1.8	SE	1.8	544.0
MÁX. 24 Hs.	16.6	25.3	11.0	83.4	96.0	38.0	11.4	11.3	14.4	7.7	9.6	80.0	SE	3.6	545.1
FECHA	27	27	29	1	VARIOS	1	1	1	1	27	27	27	SE	8	4
Nº DE DÍAS	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	SE	1	1
MÍN. 24 Hs.	12.6	17.7	5.0	57.8	88.0	18.0	9.5	6.2	0.0	1.1	0.7	5.8	SE	0.8	542.7
FECHA	31	31	9	7	18	27	7.9	7.9	VARIOS	1	29	29	SE	1.29	10
Nº DE DÍAS	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	SE	2	1

• FEBRERO



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
ESTACIÓN AGROMETEOROLÓGICA



AÑO: 2020

MES: FEBRERO

FECHA	TEMPERATURA °C			H. RELATIVA %			TENSIÓN VAPOR	PUNTO ROCEO	PRECIPITACIÓN	EVAPORACIÓN	HUMEDAD		VIENTO		PRESIÓN ATM.
	Media	Máxima	Mínima	Media	Máxima	Mínima	mb	°C	mm H ₂ O	mm	Horas	%	Dirección	Velocidad m/s	mm Hg
1	12,0	23,2	8,4	83,1	90,0	54,0	12,4	10,2	2,7	3,0	1,7	24	SE	0,6	543,4
2	14,4	21,2	9,0	66,9	94,0	37,0	11,1	8,3	3,6	6,0	4,5	16	SE	2,1	543,2
3	14,2	22,4	9,4	73,0	90,0	34,0	11,8	8,4	0,2	4,5	6,2	12	SE	1,8	543,2
4	14,3	22,4	8,8	70,0	96,0	37,0	11,7	8,3	0,0	4,8	2,8	23	SE	2,0	543,0
5	14,9	24,7	8,8	47,1	88,0	13,0	7,5	2,3	0,0	8,2	10,3	88	NE	3,1	543,4
6	13,8	23,0	8,2	57,8	89,0	24,0	8,1	3,4	0,0	6,6	9,8	82	SE	2,4	543,5
7	14,2	21,2	8,1	89,3	95,0	38,0	11,1	8,3	0,0	3,1	6,0	10	SE	1,8	543,7
8	15,7	24,2	10,0	65,8	91,0	11,0	11,4	8,8	0,4	4,0	6,0	18	SE	2,0	543,9
9	14,7	21,8	11,0	74,0	96,0	41,0	12,4	10,1	0,0	4,6	3,1	28	SE	1,0	544,2
10	13,0	20,8	8,5	88,2	96,0	39,0	10,4	7,5	0,0	4,8	4,8	40	SE	1,8	544,7
11	13,5	24,3	4,0	52,8	90,0	17,0	7,2	2,3	0,0	6,9	10,8	90	SE	1,8	544,5
12	14,5	22,8	8,8	81,3	90,0	34,0	11,0	8,3	0,0	3,3	3,8	48	SE	2,2	543,8
13	15,2	23,8	9,4	88,8	91,0	29,0	11,2	8,8	0,0	4,0	7,1	18	SE	2,4	543,2
14	15,8	24,8	10,1	64,8	92,0	30,0	11,5	9,0	0,0	7,6	9,0	15	SE	2,4	543,1
15	15,7	24,4	10,1	67,5	94,0	32,0	11,8	8,2	0,0	7,7	8,8	74	NO-SE	1,5	543,8
16	14,7	21,3	10,1	71,4	90,0	34,0	11,7	8,3	0,0	3,7	4,7	38	SE	2,8	543,1
17	14,8	21,8	9,0	86,2	96,0	30,0	11,1	8,3	0,0	6,1	6,1	31	SE	2,1	543,2
18	15,0	18,0	10,0	78,7	93,0	48,0	12,0	9,7	0,0	2,6	0,7	6	SE	2,0	544,1
19	14,1	18,9	8,1	72,1	96,0	44,0	11,3	9,1	0,0	3,0	3,3	28	SE	1,8	544,1
20	14,7	22,0	8,8	72,1	96,0	35,0	11,3	10,0	0,0	4,2	2,7	23	SE	1,4	543,9
21	13,5	24,7	10,8	71,1	91,0	30,0	12,4	10,1	15,1	4,7	4,5	38	SE	2,7	543,8
22	14,8	21,8	11,5	80,5	96,0	43,0	11,7	11,8	9,8	8,0	1,8	10	SE	1,5	544,7
23	15,1	23,2	11,0	75,5	96,0	36,0	11,4	11,0	2,8	5,4	4,8	40	SE	1,5	544,6
24	12,7	21,8	10,7	83,1	91,0	36,0	12,1	9,8	1,0	2,8	4,9	74	SE	1,0	544,1
25	15,2	24,7	8,8	88,8	90,0	27,0	11,1	9,5	6,5	5,3	2,4	20	SE	1,3	544,8
26	14,5	22,7	10,9	76,2	96,0	36,0	12,7	10,3	3,2	4,1	4,8	18	NW-SE	2,8	544,1
27	14,5	21,9	11,0	78,4	91,0	37,0	11,1	11,0	10,1	4,1	2,4	21	SE	1,8	544,7
28	14,5	21,3	10,0	77,1	90,0	41,0	12,8	10,7	0,0	4,2	1,7	14	SE	1,2	544,7
29	15,0	20,4	11,5	74,7	94,0	42,0	13,1	11,0	0,0	3,2	4,1	34	SE	1,3	545,8
SUMA	418,2	608,1	274,7	2027,9	2736,0	1089,0	301,4	258,9	57,7	148,1	100,9	1257,5	SE	34,0	13782,2
DIAS DE DATOS	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29
BRDIA	14,5	22,4	9,5	79,9	94,3	35,7	11,4	9,0	5,1	5,2	43,4			1,9	544,2
MÁX. 24 Hs.	15,8	24,7	13,5	83,1	96,0	66,0	11,7	11,8	11,3	8,2	10,8	90,0		3,3	545,4
FECHA	14	5; 21; 25	22; 29	24	14	24	22	22	21	5	11	11		15	29
NP DE DIAS	1	3	2	1	1	3	1	1	1	1	1	1		1	1
MÍN. 24 Hs.	12,0	18,0	4,8	47,3	88,0	13,0	7,2	2,3	0,0	2,6	0,7	3,8		0,8	543,1
FECHA	1	18	11	5	5	3	11	11	VARIOS	18	18	18		1	14; 18
NP DE DIAS	1	1	1	1	1	1	1	1	18	1	1	1		1	1

• MARZO



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
ESTACIÓN AGROMETEOROLÓGICA



AÑO: 2020

MES: MARZO

FECHA	TEMPERATURA °C			HUMEDAD RELATIVA %			TENSIÓN VAPOR	PUNTO ROCEO	PRECIPITACIÓN	EVAPORACIÓN	HELIOFANIA		VIENTO		PRESIÓN ATM.
	Media	Máxima	Mínima	Media	Máxima	Mínima	mb	°C	mm H ₂ O	cm	Horas	%	Dirección	Velocidad m/s	mm Hg
1	15.6	22.1	11.5	69.7	94.0	39.0	12.6	10.6	0.0	8.0	5.5	46	SE	2.5	543.1
2	15.2	22.0	11.7	71.6	94.0	41.0	12.6	10.6	0.0	5.2	3.0	30	SE	2.3	544.8
3	14.8	22.4	10.8	70.6	94.0	36.0	12.1	9.8	0.0	5.5	5.6	47	SE	2.5	546.6
4	15.2	22.5	11.1	69.8	93.0	41.0	12.1	9.9	0.0	5.2	4.0	41	SE	2.0	549.0
5	15.4	23.6	11.2	73.1	95.0	38.0	12.6	10.4	11.6	3.6	5.5	46	SE	2.2	545.3
6	14.4	20.6	10.1	77.0	95.0	32.0	12.9	10.9	1.0	4.4	3.5	29	SE	1.4	544.4
7	14.2	20.8	10.9	76.4	94.0	30.0	13.0	10.8	0.0	5.5	4.8	41	SE	1.5	544.1
8	15.0	22.2	10.9	71.0	95.0	35.0	12.1	10.3	0.0	6.5	7.8	66	SE	1.3	544.3
9	14.6	21.6	10.1	70.3	95.0	30.0	11.7	9.3	0.0	5.6	2.6	23	SE	1.8	545.2
10	14.2	21.2	10.9	76.1	96.0	41.0	12.0	10.7	0.4	2.9	3.0	11	SE	2.3	543.8
11	14.2	22.6	10.8	71.9	96.0	35.0	12.2	9.9	0.0	4.8	3.4	28	SE	2.6	543.4
12	14.5	22.0	10.0	71.0	96.0	36.0	11.7	9.7	0.0	5.1	5.5	46	SE	2.6	543.0
13	15.4	24.7	8.0	67.1	94.0	28.0	11.4	9.0	0.0	7.0	8.0	72	SE	3.0	543.3
14	15.1	23.0	10.5	73.3	96.0	40.0	12.6	10.5	0.0	4.3	2.8	23	SE	1.3	545.0
15	16.1	24.4	10.9	67.7	95.0	33.0	11.5	10.2	0.0	5.0	8.0	72	SE	2.3	544.1
16	16.4	24.7	11.8	69.8	95.0	33.0	11.1	11.1	0.0	7.1	8.2	88	SE	2.3	543.0
17	15.2			73.2	96.0	38.0			0.0	3.1	3.6	13			
18	14.8	21.0	8.8	72.1	96.0	25.0	11.7	9.2	0.0	3.3	4.8	40	SE	1.3	543.0
19	15.8			58.5	96.0	23.0			0.0		9.5	79			
20	15.5	21.2	8.0	50.8	93.0	21.0	7.3	4.3	0.0	6.8	8.0	72	SW	6.0	542.2
21	14.8			50.7	86.0	24.0			0.0		10.0	86			
22	14.2	24.6	4.5	50.0	86.0	18.0	7.0	1.7	0.0	7.8	10.8	92	SW	3.7	543.6
23	13.3			4.8	53.0	53.0	31.0		0.0		8.4	75			
24	15.1			65.1	93.0	28.0			0.4		6.2	56			
25	14.0			74.8	96.0	46.0	22.0		0.0	2.8	0.1	1	SE	1.0	544.2
26	15.1	23.4	10.9	65.8	93.0	28.0	11.1	8.8	0.0	4.1	7.8	58	SE	4.5	543.6
27	15.1	23.5	10.0	67.8	96.0	29.0	11.4	8.9	0.0	4.9	3.4	28	SE	1.5	542.9
28	15.5	22.9	11.2	68.4	95.0	32.0	12.2	9.9	0.0	5.5	4.2	35	SE	1.7	543.1
29	13.2	17.8	10.7	78.5	96.0	51.0	12.2	9.9	0.0	1.8	0.9	8	SE	1.0	544.4
30	13.4	18.8	10.0	76.7	95.0	50.0	11.8	9.5	0.1	2.6	1.7	14	SE	3.0	544.2
31	13.7	18.8	10.6	80.1	96.0	55.0	12.1	10.3	1.0	1.2	0.9	8	SE	1.0	544.2
SUMA	461.7	560.9	272.4	2143.8	2927.0	1119.0	307.8	284.6	13.0	133.0	184.1	1387.6	SE	58.6	14141.9
DÍAS DE DATOS	31	31	27	31	31	31	26	26	31	27	31	31		26	26
MEDIA	14.8	22.4	10.1	69.2	94.4	36.1	11.8	9.4		5.3	46.1			2.3	544.1
MÁX. 24 Hs.	16.5	25.2	11.8	80.3	96.0	55.0	13.2	11.4	11.6	7.8	10.8	90.0		6.0	546.4
FECHA	15	20	16	31	VARIOS	31	16	16	5	22	22	22		20	16
NP DE DÍAS	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1
MIN. 24 Hs.	13.2	17.8	4.5	50.0	86.0	18.0	7.0	1.7	0.0	1.2	0.9	8		1.0	542.2
FECHA	29	29	22	23	2	22	22	22	VARIOS	31	29	29		29, 29, 31	20
NP DE DÍAS	1	1	1	1	21, 22	1	1	1	24	1	1	1		1	1

• ABRIL



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
ESTACIÓN AGROMETEOROLÓGICA



AÑO: 2020

MES: ABRIL

FECHA	TEMPERATURA °C			HUMEDAD RELATIVA %			TENSIÓN VAPOR	PUNTO ROCEO	PRECIPITACIÓN	EVAPORACIÓN	NEBLANEA		VIENTO		PRESIÓN ATM.
	Media	Máxima	Mínima	Media	Máxima	Mínima	mb	°C	mm H ₂ O	mm	Horas	%	Director	Velocidad m/s	mm Hg
1	24.0	27.2	22.0	81.4	96.0	50.0	13.7	23.8	0.7	1.9	2.2	18	SE	1.5	543.6
2	24.2	26.4	21.0	73.5	95.0	41.0	12.6	20.4	0.1	4.2	1.1	0	SE	1.5	544.7
3	24.0	27.2	21.0	81.3	94.0	38.0	13.8	24.4	0.0	5.8	7.6	63	SE NE	2.5	544.3
4	23.2	27.2	20.0	87.8	92.0	35.0	10.7	20.0	0.0	5.4	6.8	57	SE	1.7	544.0
5	23.8	24.4	21.0	72.1	91.0	27.0	11.0	19.9	0.1	3.8	4.5	38	SE	2.7	544.4
6	23.8	27.2	20.0	86.0	96.0	37.0	12.1	20.8	2.0	5.4	5.3	44	NE	3.7	545.2
7	24.1	27.3	21.0	72.9	96.0	44.0	13.2	21.2	2.1	3.9	2.3	19	NE	2.0	545.1
8	25.0	27.4	21.0	87.5	95.0	34.0	11.9	21.4	0.0	4.6	4.8	38	SE	3.0	545.5
9	23.7	26.2	21.1	79.5	96.0	49.0	13.2	21.1	0.0	2.7	1.8	15	SE	1.8	545.8
10	25.5	25.8	24.4	89.8	95.0	36.0	12.3	20.0	0.5	5.5	4.4	37	SE	2.0	545.0
11	23.2	26.3	21.8	88.1	96.0	47.0			2.2	0.8	0.0	0			
12	25.0	27.3	20.1	74.0	96.0	35.0			0.7	4.5	4.9	41			
13	25.1	26.8	23.0	71.7	95.0	34.0	12.4	20.1	0.0	5.7	3.7	31	SE	1.7	546.2
14	24.0	26.8	20.0	73.2	93.0	29.0	10.1	17.8	1.2	4.4	6.1	53	SE	1.7	546.8
15	22.2	24.5	20.2	88.2	96.0	72.0	12.7	20.5	8.5	4.5	0.0	0	SE	3.0	545.8
16	22.1	26.0	18.0	79.7	96.0	50.0	10.8	20.1	1.3	2.5	1.3	13	SE	1.7	545.9
17	23.8	27.3	20.4	76.4	96.0	37.0	12.0	20.7	0.0	5.1	5.8	46	SE	2.2	545.7
18	23.1	26.6	20.3	78.0	96.0	48.0	11.8	20.5	0.4	4.7	1.7	14	SE	1.4	545.4
19	23.3	27.0	20.7	73.1	94.0	41.0	10.9	20.2	0.0	3.1	2.2	18	SE	1.0	546.3
20	23.8	27.2	20.0	66.1	95.0	29.0			0.0	5.7	6.7	56	SE		
21	24.0	25.8	21.1	81.4	96.0	24.0	10.1	17.1	0.0	6.3	8.6	72	SE	2.0	546.0
22	23.8	27.2	20.0	87.8	94.0	33.0	9.7	18.5	0.0	5.4	8.0	76	NE SE	1.3	545.0
23	25.0	27.0	20.0	88.1	94.0	35.0	11.4	20.0	0.0	5.8	6.8	57	SE	1.7	544.0
24	25.0	27.2	20.4	88.0	96.0	27.0	11.5	20.0	0.6	6.8	7.5	63	SE	1.8	543.0
25	25.0	27.4	21.2	72.8	94.0	34.0	12.3	20.8	0.0	6.0	6.2	52	SE	2.2	544.1
26	24.4	27.8	20.5	74.1	96.0	36.0	12.1	20.7	0.0	4.1	2.0	19	SE	2.0	545.0
27	24.0	27.8	20.6	89.7	95.0	39.0	12.2	20.8	0.0	4.1	1.7	14	SE	1.7	545.7
28	24.2	26.4	20.4	75.4	95.0	45.0	12.4	20.2	0.0	3.7	4.5	38	SE	2.0	545.7
29	24.7	27.0	20.0	85.2	94.0	39.0	11.2	20.4	0.4	4.4	4.7	39	SE	2.0	545.5
30	24.5	27.3	21.0	76.0	96.0	41.0	12.5	20.3	0.1	3.9	2.5	21	SE	1.0	545.5
SUMA	428.4	468.9	291.6	2199.2	2850.0	1196.0	388.6	254.1	18.3	128.9	127.1	1059.2	SE	53.1	14730.7
DURS DE DATOS	30	30	30	30	30	30	27	27	30	30	30	30		27	27
MEDIA	14.3	15.6	9.7	73.3	95.0	39.8	13.9	9.5	0.6	4.3	4.2	35.3		1.9	545.2
MGAR. 24 Hr.	15.8	25.2	11.9	88.2	94.0	72.0	13.7	11.6	8.5	6.8	6.9	74		3.7	546.3
FECHA	6	24	5	15	14	15	1	1	15	24	22	22		6	39
Nº DE DIAS	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1
MIS. 24 Hr.	12.1	14.5	8.8	85.4	92.0	25.8	9.7	8.5	6.0	6.0	6.0	6.0		1.0	545.6
FECHA	10; 18	15	18	21	4; 3	24	22	22	15	15	15; 15	11; 15		15; 18; 30	1
Nº DE DIAS	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1		1	1

• MAYO



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
ESTACIÓN AGROMETEOROLÓGICA



AÑO: 2020

MES: MAYO

FECHA	TEMPERATURA °C			HUMEDAD RELATIVA %			TENSIÓN VAPORES mb	PUNTO ROCÍO °C	PRECIPITACIÓN mm H ₂ O	EVAPORACIÓN mm	HELIOFANÍA		VIENTO		PRESIÓN ATM. mm Hg
	Media	Máxima	Mínima	Media	Máxima	Mínima					Horas	%	Dirección	Velocidad m/s	
1	14.3	21.4	11.6	75.3	96.0	47.0	12.4	10.7	1.1	5.0	2.4	20	SE	2.3	545.9
2	14.1	20.7	10.9	74.0	96.0	45.0	12.4	10.7	0.4	5.3	1.1	9	SE	1.8	545.1
3	14.4	22.2	10.8	80.0	96.0	41.0	12.1	9.7	1.2	5.8	4.0	39	SE	2.0	545.3
4	14.4	20.8	11.0	78.3	96.0	43.0	12.6	10.1	0.8	5.8	2.1	18	SE	2.0	544.6
5	13.9	19.7	10.9	77.0	96.0	47.0	13.1	10.0	0.2	2.8	0.3	1	SE	1.3	544.9
6	15.0	22.4	10.0	70.0	96.0	39.0	12.1	9.8	0.0	5.0	7.5	65	SE	2.0	545.4
7	15.6	22.3	10.8	66.9	96.0	39.0	12.4	10.0	0.0	4.5	4.4	37	NE-SE-SW	2.0	545.4
8	14.8	22.6	10.3	73.0	92.0	39.0	12.3	9.0	0.0	4.5	4.5	38	SE	2.2	545.0
9	14.7	22.0	10.0	70.4	96.0	34.0	11.5	9.0	0.0	4.1	4.7	39	SE	2.2	545.4
10	15.3	23.4	9.4	61.5	96.0	31.0	10.9	8.2	0.0	7.4	7.9	64	SE	2.3	545.8
11	14.9	25.0	8.4	68.6	94.0	25.0	10.6	7.8	17.2	7.6	6.7	56	SE	3.5	545.3
12	14.1	21.7	10.3	79.2	96.0	45.0	12.5	10.2	2.5	2.8	3.9	31	SE	1.5	545.7
13	14.0	21.1	9.8	72.2	94.0	28.0	11.9	9.4	0.0	5.1	3.8	32	SE	1.8	546.1
14	14.5	22.8	7.3	69.9	96.0	36.0	10.7	7.9	0.0	5.1	6.3	53	NE-SE	1.7	545.2
15	15.0	22.6	9.8	67.0	96.0	31.0	11.1	8.6	0.1	6.5	6.9	50	SE	2.6	544.8
16	14.0	20.5	10.4	78.0	96.0	42.0	12.3	10.0	0.2	4.2	3.1	26	SE	1.8	545.0
17	14.3	22.7	10.4	72.3	94.0	30.0	11.3	8.7	0.0	3.5	3.7	31	SE	2.0	545.3
18	13.8	19.8	11.1	79.3	96.0	50.0	12.8	10.7	0.2	2.2	1.6	13	NE-SE	1.3	545.8
19	14.1	22.2	10.8	79.1	96.0	45.0	11.9	10.8	1.8	4.3	5.0	47	SE	2.0	545.7
20	14.9	21.8	11.2	75.2	96.0	36.0	12.8	10.7	1.5	4.1	3.5	29	SE	3.0	545.4
21	13.6	20.6	10.0	78.4	96.0	42.0	12.0	10.8	0.3	2.8	0.9	8	SE	4.0	545.8
22	15.0	22.0	9.1	64.7	95.0	35.0	11.6	9.2	0.2	5.5	5.2	49	SE	3.0	544.3
23	14.5	21.5	10.1	68.9	96.0	33.0	11.2	8.4	0.0	4.3	3.6	34	SE	1.8	545.3
24	14.1	21.4	10.3	63.0	95.0	38.0	12.2	9.0	0.0	5.4	4.4	37	SE	2.0	545.8
25	14.9	22.7	10.4	70.9	93.0	38.0	11.1	9.8	0.0	5.5	7.5	63	NE-SE	3.0	544.5
26	15.2	19.2	9.9	81.1	96.0	46.0	11.1	10.1	0.4	2.1	3.2	27	SE	2.0	546.0
27	12.8	21.0	9.0	77.2	96.0	38.0	11.1	8.8	0.0	4.4	3.8	32	SE	2.0	546.0
28	14.1	21.6	8.6	65.5	91.0	31.0	10.5	7.6	0.2	4.7	4.7	35	SE	2.3	545.4
29	14.7	22.4	10.4	71.5	96.0	32.0	12.4	9.4	1.8	4.5	4.9	41	SE	2.2	544.7
30	13.7	20.0	10.9	81.4	96.0	47.0	12.0	10.7	0.7	3.5	2.2	18	SE	1.2	544.0
31	14.2	21.6	10.7	70.2	96.0	33.0	11.7	9.2	0.1	5.9	4.1	34	SE	1.8	545.1
SUMA	445.9	672.2	315.2	2284.4	2968.0	1175.0	371.2	297.5	30.7	107.4	108.0	1084.7	58	68.2	16984.8
DIAS DE DATOS	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
MEDIA	14.4	21.7	10.2	73.0	95.3	37.9	12.0	9.6	0.0	4.4	4.1	34.4		2.2	545.3
MÁX. 24 Hs.	15.6	25.0	11.6	81.4	96.0	50.0	13.1	10.9	17.2	7.6	7.9	64		4.0	546.1
FECHA	7	11	1	30	VARIOS	18	5	5	31	31	10	10		21	13
NP DE DIAS	1	1	1	1	1	24	1	1	1	1	1	1		1	1
MIN. 24 Hs.	12.8	19.2	7.3	63.5	92.0	25.0	10.5	7.6	0.0	2.1	3.3	3		1.2	546.5
FECHA	27	26	14	10	8	11, 13	20	28	VARIOS	26	9	5		30	25
NP DE DIAS	1	1	1	1	1	2	4	1	12	1	1	0		1	1

• JUNIO



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
ESTACIÓN AGROMETEOROLÓGICA



AÑO: 2020

MES: JUNIO

FECHA	TEMPERATURA °C			HUMEDAD RELATIVA %			TENSIÓN VAPOR	PUNTO ROCÍO	PRECIPITACIÓN	EVAPORACIÓN	HELIOFANIA		VIENTO		PRESIÓN ATM.
	Media	Máxima	Mínima	Media	Máxima	Mínima	mb	°C	mm H ₂ O	mm	Horas	%	Dirección	Velocidad m/s	mm Hg
1	13,4	19,1	8,9	73,0	96,0	33,0	11,4	9,0	0,1	3,3	0,0	7	SE	1,8	545,5
2	13,9	22,6	7,2	70,3	96,0	33,0	11,2	8,7	0,7	4,6	6,2	52	SE	1,8	545,3
3	14,0	21,8	9,4	68,1	93,0	33,0	11,2	8,6	0,0	4,6	4,4	37	SW	2,3	545,0
4	14,0	23,0	9,0	67,5	95,0	32,0	10,9	8,2	0,0	5,4	6,2	52	SE	3,3	545,1
5	11,1	15,4	8,5	85,3	96,0	44,0	11,4	8,8	6,8	2,2	0,3	3	SE	1,8	546,6
6	12,7	21,6	5,0	69,0	96,0	34,0	8,8	8,8	0,0	3,1	9,2	77	SE	1,8	546,0
7	13,5	23,4	7,5	67,0	94,0	29,0	10,3	7,3	0,0	4,2	5,3	44	SE	2,2	545,7
8	14,8	22,8	9,0	63,8	96,0	28,0	10,5	7,6	0,0	6,2	9,4	78	SE	2,8	545,6
9	14,3	23,0	7,7	63,3	94,0	30,0	10,3	7,4	0,0	5,5	7,5	61	SE	2,5	545,3
10	14,4	22,2	7,8	59,6	95,0	27,0	8,7	8,6	0,0	3,4	8,8	71	SE	3,5	545,5
11	14,1	23,2	6,8	60,3	91,0	20,0	8,1	8,6	0,0	3,9	8,1	76	SE	3,5	545,2
12	14,5	21,2	8,2	61,0	95,0	22,0	8,9	8,2	0,0	4,8	9,2	77	SE	1,8	544,2
13	14,9	23,6	8,5	62,8	96,0	28,0	10,3	7,4	18,4	5,2	9,1	76	SE	2,0	543,3
14	12,5	20,0	7,9	76,2	96,0	45,0	11,6	9,1	1,8	4,3	6,4	53	SE	1,2	545,3
15	13,2	19,3	9,8	77,8	96,0	44,0	11,9	8,6	1,4	3,2	3,0	25	SE	3,0	545,3
16	13,1	20,0	8,7	78,0	96,0	45,0	12,0	9,7	0,1	4,1	6,0	50	SE	1,8	545,4
17	13,6	20,6	10,0	73,1	93,0	39,0	13,8	9,5	3,5	4,1	5,4	45	SE	1,3	545,5
18	14,0	21,5	9,0	68,8	96,0	33,0	11,4	9,0	4,0	3,4	5,8	48	SE	2,3	545,0
19	12,5	18,6	10,2	87,2	96,0	63,0	12,5	10,3	6,6	1,9	2,0	17	SE	0,8	544,9
20	12,2	16,0	10,0	85,1	96,0	57,0	12,0	9,7	4,1	2,0	1,5	13	SE	1,4	544,5
21	12,5	17,8	10,1	77,5	96,0	49,0	11,1	8,5	2,4	2,2	2,8	23	SE	3,4	545,2
22	12,6	19,8	8,3	74,8	96,0	37,0	10,8	8,3	0,2	3,8	3,0	33	SE	2,2	544,8
23	12,8	17,8	9,3	75,3	96,0	46,0	11,6	9,2	0,1	3,2	3,1	26	SE	1,5	544,5
24	13,4	21,8	7,2	70,5	96,0	34,0	11,1	8,5	0,0	5,5	6,9	58	SE	2,0	544,4
25	13,3	20,6	7,6	72,3	96,0	37,0	11,3	8,8	2,7	3,0	4,6	38	SE	2,8	544,5
26	13,1	20,0	8,3	75,4	96,0	40,0	11,1	8,6	3,0	3,4	4,2	35	SE	2,6	544,4
27	13,6	20,4	9,7	67,0	95,0	34,0	10,2	7,1	0,0	5,3	4,6	38	SE	2,2	544,3
28	11,5	18,5	5,8	76,0	96,0	44,0	11,0	8,4	0,8	2,2	3,0	25	SE	1,8	544,2
29	13,1	18,3	8,9	75,3	96,0	44,0	11,7	9,3	0,0	3,5	3,4	28	SE	2,0	544,6
30	13,6	20,6	7,4	70,1	95,0	36,0	11,3	8,8	1,1	4,8	7,1	59	SE	2,3	544,4
SUMA	386,3	596,7	246,8	2081,4	2762,0	1103,6	318,2	240,4	56,0	122,1	138,4	1330,0	SE	58,5	15800,0
DIAS DE DATOS	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	SE	29	29
MEDIA	13,3	20,6	8,5	71,8	95,3	38,0	11,0	8,3			5,5	45,5		2,0	545,0
MÁX. 24 Hs.	14,9	23,6	10,2	87,2	96,0	64,0	12,5	10,3	18,4	6,8	9,4	78		3,5	546,6
FECHA	13	13	19	19	VARIOS	5	19	19	13	12	8	8		10	5
Nº DE DIAS	1	1	1	1	20	1	1	1	1	1	1	1		1	1
MIN. 24 Hs.	11,1	15,4	5,0	59,8	93,0	26,0	8,9	8,2	0,0	1,9	0,3	2,5		0,8	543,3
FECHA	5	5	6	10	11	11	12	12	VARIOS	19	5	5		19	11
Nº DE DIAS	1	1	1	1	1	1	1	1	12	1	1	1		1	1

ANEXO N.- Resultado para análisis relación C/N



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

"Saber para Ser"



REPORTE DE RESULTADOS DE ANÁLISIS
Analizador elemental orgánico Flash-2000

Riobamba, 21 de Agosto de 2019

Con atención: Jhoana Sánchez

Estándar utilizado: Sulfanilamida (Thermo Scientific).

Contenido en porcentaje: C=41.80% (±0.25), N=16.33% (±0.20), H=4.68% (±0.04), S=18.62% (±0.15).

*. Incertidumbres al 95% de confianza, 2 sigma.

Resultados de análisis

Muestra	Fecha	%		
		N	C	H
J.S.G.V M1.P	11/29/2019	1.03	34.34	4.34
J.S.M1.Ro.GV	11/29/2019	0.85	13.21	1.75
Estándar Sulfanilamida	11/29/2019	15.85	42.24	4.74

Atentamente,

Ing. José Luis Herrera R.
Técnico de Investigación
GIDAC-ESPOCH

ANEXO Ñ.- Resultado relación C/N

RELACIÓN C/N

PILA 1: MERCADO 1: PODA 1 PESO-PESO

Calculate C/N Ratio For Three Materials

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

Note - Use whole numbers

Ingredient	% H2O	Weight	% Carbon	% Nitrogen	C/N Ratio
MERCADO	15	1	13.21	0.85	
PODA	10	1	34.34	1.03	
NADA	0	0	0	0	
				Result:	25.54380115186

PILA 2: MERCADO 2: PODA 2: BANANO 1 PESO-PESO

Calculate C/N Ratio For Three Materials

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

Note - Use whole numbers

Ingredient	% H2O	Weight	% Carbon	% Nitrogen	C/N Ratio
MERCADO	15	2	13.21	0.85	
BANANO	46	1	45	0.91	
PODA	10	2	34.34	1.03	
				Result:	28.64315111861

ANEXO O.-ETAPA EXPERIMENTAL



Reconocimiento del lugar.



Construcción del techado.



Determinación de la población de estudio.



Encuestas usuarios del mercado municipal.



Recolección de residuos.



Recolección de residuos de banano.



Recolección de poda



Acopio de residuos.



Pesaje de residuos.



Densidades de residuos.



Caracterización de residuos



Picado manual de residuos.

ANEXO P.- ETAPA DE LABORATORIO

	
<p>Toma de muestras.</p>	<p>Preparación de muestras.</p>
	
<p>Secado.</p>	<p>Molienda.</p>

Realizado por: Jhoana Sánchez, 2021

- Análisis físicos.



Pesaje de la muestra



Agitación de la muestra



Filtrado de muestra



Cálculo de pH y Conductividad



Pesaje de crisoles

- Análisis químico.



NPK soil kit



Pesaje de la muestra



Digestión anaerobia.



Filtrado de muestras



Muestra filtrada



Proceso de ebullición



Neutralización de pH



Preparación en tubos de ensayo



Estandarización para el espectrofotómetro.



Muestra para potasio y fosforo



Preparación para lectura



Lectura en el espectrofotómetro



Extracción de muestra para nitrógeno



Muestra para nitrógeno



Estandarización de espectrofotómetro



Lectura

Realizado por: Jhoana Sánchez, 2021

- Análisis biológico.



Pesaje de la muestra



Agitación de la muestra



Centrifugado



Colocación de papel filtro



Colocación de semillas



Extracto acuoso

- Análisis biológico.



Incubación de muestra




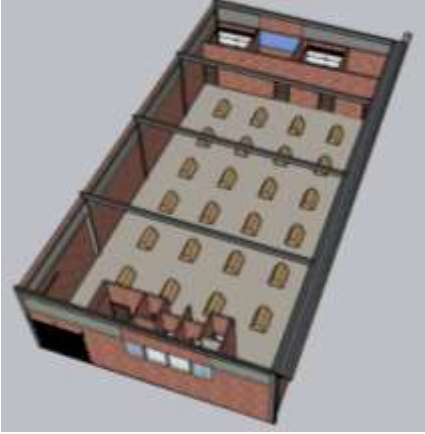
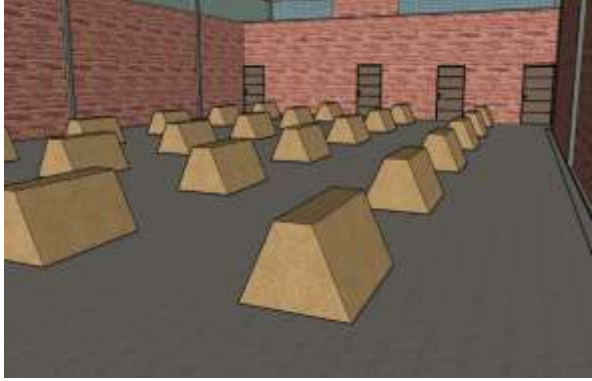



Germinación



Medición

Realizado por: Jhoana Sánchez, 2021

ANEXO Q: Diseño de la planta en 3D

	
<p>Vista superior izquierda</p>	<p>Vista superior derecha</p>
	
<p>Vista interna</p>	<p>Planta de compostaje lado izquierdo</p>
	
<p>Entrada principal</p>	<p>Vista superior completa</p>

Realizado por: Jhoana Sánchez, 2021.



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO

DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS Y RECURSOS DEL
APRENDIZAJE



UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS
REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 10 / 08 / 2021

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: JHOANA CAROLINA SÁNCHEZ GUALOTO
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: CIENCIAS
Carrera: BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL
Título a optar: INGENIERA EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL
f. Analista de Biblioteca responsable: Lcdo. Holger Ramos, MSc.



HOLGER GERMAN
RAMOS UVIDIA

1299-DBRA-UPT-2021