



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
SEDE MORONA SANTIAGO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA INGENIERÍA AMBIENTAL

**ELABORACIÓN DE BOCASHI A PARTIR DE LOS RESIDUOS
ORGÁNICOS GENERADOS EN LA COMUNIDAD “SEXTA
COOPERATIVA” DE LA PARROQUIA CHIGUAZA, CANTÓN
HUAMBOYA, PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA AMBIENTAL

AUTORA: BLANCA JOMAYRA ALVAREZ BARRETO

DIRECTOR: Ing. MIGUEL ÁNGEL OSORIO RIVERA Mcs.

Macas – Ecuador

2022

© 2022, Blanca Jomayra Alvarez Barreto

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

Yo, BLANCA JOMAYRA ALVAREZ BARRETO, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular 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 Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Macas, 07 de junio de 2022

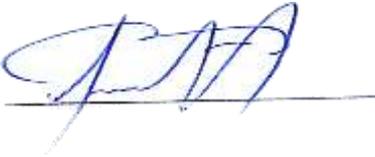
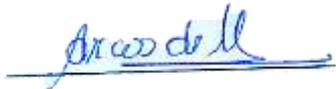
A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Blanca J. Alvarez Barreto', with a stylized flourish at the end.

Blanca Jomayra Alvarez Barreto

140085858-3

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA INGENIERÍA AMBIENTAL

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Proyecto Técnico, **ELABORACIÓN DE BOCASHI A PARTIR DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS GENERADOS EN LA COMUNIDAD “SEXTA COOPERATIVA” DE LA PARROQUIA CHIGUAZA, CANTÓN HUAMBOYA, PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO**, realizado por la señorita: **BLANCA JOMAYRA ALVAREZ BARRETO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Rogelio Estalin Ureta Valdez, Mcs. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2022-06-07
Ing. Miguel Ángel Osorio Rivera, Mcs. DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2022-06-07
Ing. Jessica Paola Arcos Logroño, Mcs. MIEMBRO DEL TRIBUNAL		2022-06-07

DEDICATORIA

Este logro se lo dedico a mi esposo Ing. Bori Ortega y compañero de vida, por su apoyo incondicional, por la fortaleza que me brinda en tiempos difíciles y motivarme a seguir adelante, ya que, sin su esfuerzo, amor y confianza no podría haber cumplido esta meta. Juntos seguiremos logrando grandes cosas.

A mi Abuelita por inculcarme valores que hoy me caracterizan y me han permitido seguir creciendo tanto en el ámbito profesional como personal. Tu bendición a lo largo de mi vida me protege y me lleva por el camino del bien, sin ti no lo hubiera logrado.

Blanca

AGRADECIMIENTO

Primeramente, quiero agradecer a Dios por darme fortaleza, salud y permitirme superar cada obstáculo a lo largo de mi carrera universitaria.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Sede Morona Santiago y a los docentes de la carrera de Ingeniería ambiental por brindarme sus conocimientos y formarme como una profesional.

Al Ing. Miguel Osorio y a la Ing. Jessica Arcos por guiar, asesorar de manera permanente y formar parte de este Trabajo de Integración Curricular.

Al presidente de la comunidad “Sexta Cooperativa” y todas las personas que la conforman por prestarme sus instalaciones para realizar el estudio de caracterización.

A mi familia por ser el motor en mi vida, por alentarme a ser buenas persona y una buena profesional.

Blanca

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xi
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
SUMMARY.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA	2
1.1. Objetivos	3
1.1.1. <i>Objetivo General</i>	3
1.1.2. <i>Objetivos Específicos</i>	3

CAPÍTULO II

2.1. Antecedentes	4
2.2. Bases teóricas	5
2.2.1. <i>Impacto Ambiental</i>	5
2.2.2. <i>Calidad Ambiental</i>	5
2.2.3. <i>Contaminantes físicos</i>	5
2.2.4. <i>Contaminantes químicos</i>	6
2.2.5. <i>Caracterización de residuos sólidos</i>	6
2.2.6. <i>Disposición final</i>	6
2.3. Definición de conceptos	6
2.3.1. Residuos sólidos (RS)	6
2.3.1.1. <i>Clasificación de los residuos sólidos</i>	6
2.3.2. Residuos sólidos orgánicos (RSO)	7
2.3.2.1. <i>Clasificación de los residuos sólidos orgánicos</i>	7
2.3.3. Compostaje	8
2.3.3.1. <i>Tipos de compost</i>	8

2.3.3.2.	<i>Técnicas de compostaje</i>	9
2.3.4.	<i>Bocashi</i>	9
2.3.4.1.	<i>Principales elementos utilizados para elaborar abonos orgánicos tipo bocashi</i>	9
2.3.4.2.	<i>Etapas del proceso de elaboración del abono orgánico fermentado</i>	11
2.3.4.3.	<i>Calidad de los abonos orgánicos</i>	11
2.3.4.4.	<i>Factores que afectan el proceso de elaboración de abonos orgánicos fermentados</i> ...	12
2.3.4.5.	<i>Ventajas del abono orgánico bocashi</i>	13

CAPÍTULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	15
3.1.	Tipo de investigación	15
3.2.	Área de estudio	15
3.3.	Población de estudio	16
3.4.	Tamaño de la muestra	17
3.5.	Técnicas de recolección de datos	17
3.6.	Diseño de la Investigación	18
3.6.1.	<i>Análisis estadístico</i>	18
3.7.	Materiales y Equipos	19
3.7.1.	<i>Materiales y equipos utilizados para la caracterización de los desechos sólidos</i>	19
3.7.2.	<i>Caracterización de desechos sólidos domiciliarios</i>	19
3.7.2.1.	<i>Determinación de la muestra</i>	20
3.7.2.2.	<i>Codificación de las viviendas</i>	20
3.7.2.3.	<i>Toma de información</i>	21
3.7.2.4.	<i>Determinación de la generación per cápita</i>	21
3.7.2.5.	<i>Determinación de la densidad de los residuos sólidos</i>	21
3.7.2.6.	<i>Composición física de los residuos</i>	22
3.7.2.7.	<i>Determinación porcentual de los residuos</i>	24
3.7.4.	<i>Elaboración del abono tipo bocashi</i>	24
3.7.4.1.	<i>Montaje de las pilas de bocashi</i>	25
3.7.4.2.	<i>Control de la temperatura, humedad y aireación</i>	26
3.7.4.3.	<i>Tiempo de elaboración del bocashi y toma de muestras</i>	27
3.7.4.4.	<i>Manejo y conservación de muestras de suelo</i>	27

CAPÍTULO IV

4.	RESULTADOS	28
4.1.	Determinación del número de muestras	28
4.1.1.	<i>Cálculo de la población de estudio</i>	28
4.1.1.1.	<i>Cálculo del tamaño de la muestra</i>	28
4.1.2.	<i>Ejecución de la encuesta a la muestra poblacional</i>	29
4.1.2.1.	<i>Resultados de la encuesta realizada a la población</i>	29
4.1.3.	<i>Resultados de la caracterización de los residuos sólidos</i>	35
4.1.3.1.	<i>Generación de residuos sólidos dentro de la comunidad.</i>	35
4.1.3.2.	<i>Producción per cápita (PPC)</i>	37
4.1.3.3.	<i>Densidad de los residuos sólidos</i>	39
4.1.3.4.	<i>Generación y composición de residuos sólidos</i>	40
4.1.4.	<i>Elaboración y caracterización de bocashi a partir de RSO</i>	42
4.1.4.1.	<i>Parámetros de control analizados</i>	42
4.1.4.2.	<i>Parámetros fisicoquímicos</i>	45
4.1.5.	<i>Caracterización química de las pilas</i>	47
4.1.5.1.	<i>Contenido de macronutrientes</i>	47
4.1.6.	<i>Caracterización biológica de los tratamientos</i>	48
4.1.6.1.	<i>Prueba de fitotoxicidad</i>	48
4.1.7.	<i>Análisis estadístico</i>	49
4.1.7.1.	<i>Parámetros microbiológicos</i>	50
4.1.8.	<i>Caracterización física de los tratamientos</i>	51
4.1.9.	<i>Rendimiento</i>	51
	CONCLUSIONES	53
	RECOMENDACIONES	54
	GLOSARIO	
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2:	Clasificación de los residuos sólidos orgánicos.	7
Tabla 1-3:	Parámetros de caracterización físico químicos del bocashi.....	17
Tabla 2-3:	Factores, número de tratamientos y variables para el diseño experimental.....	18
Tabla 3-3:	Materiales y equipos utilizados en campo.	19
Tabla 4-3:	Codificación de las viviendas a muestrear	20
Tabla 5-3:	Tipos de residuos recolectados	23
Tabla 6-3:	Materiales y equipos utilizados para armar y monitorear las pilas de abono.....	24
Tabla 7-3:	Composición para las diferentes pilas de abono tipo bocashi	26
Tabla 1-4:	Generación de residuos por día en la comunidad “Sexta Cooperativa”	36
Tabla 2-4:	Producción per cápita en la comunidad Sexta Cooperativa"	37
Tabla 3-4:	Producción per cápita promedio	38
Tabla 4-4:	Cálculo del peso total de los residuos.....	40
Tabla 5-4:	Densidad total de los residuos sólidos.....	40
Tabla 6-4:	Generación de residuos sólidos de la comunidad "Sexta Cooperativa"	41
Tabla 7-4:	Composición porcentual de los residuos sólidos recolectados por día.....	41
Tabla 8-4:	Contenido de N, P y K en cada pila de bocashi.....	47
Tabla 9-4:	Análisis estadísticos.....	49
Tabla 10-4:	Supuesto de homocedasticidad de varianzas	50
Tabla 11-4:	Caracterización microbiológica.....	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-3:	Ubicación de la comunidad "Sexta Cooperativa"	16
Figura 2-3:	Método del cuarteo	23
Figura 1-4:	Supuesto de normalidad de datos.....	49
Figura 2-4:	Supuesto de interdependencia de datos.....	50

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-4:	¿Cuántas personas conforman su hogar?.....	29
Gráfico 2-4:	¿Conoce usted sobre los residuos sólidos?.....	30
Gráfico 3-4:	¿Ha recibido algún tipo de capacitación acerca del manejo de los RS?.....	30
Gráfico 4-4:	¿Qué tipo de depósito utiliza para almacenar la basura?.....	31
Gráfico 5-4:	¿Qué disposición final da a los residuos sólidos?	32
Gráfico 6-4:	¿Conoce los beneficios que aporta los RO a la agricultura?	32
Gráfico 7-4:	¿Conoce sobre alternativas que se pueden dar a los RS?	33
Gráfico 8-4:	¿Alguna vez ha realizado compostaje con RO?	33
Gráfico 9-4:	¿Usted ha escuchado hablar acerca del bocashi?.....	34
Gráfico 10-4:	¿Estaría dispuesto a aprender a cerca de la elaboración del bocashi?	35
Gráfico 11-4:	Variación de temperatura de las pilas.....	42
Gráfico 12-4:	Variación del pH en cada una de las pilas	43
Gráfico 13-4:	Variación de CE en cada tratamiento	44
Gráfico 14-4:	Variación de la materia orgánica.....	45
Gráfico 15-4:	Variación de la relación C/N.....	46
Gráfico 16-4:	Variación del IG de cada pila	48

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1-3:	Ecuación para determinar el número de viviendas.	16
Ecuación 2-3:	Ecuación para determinar el número de muestras.	17
Ecuación 3-3:	Ecuación para determinar la producción per cápita.	21
Ecuación 4-3:	Ecuación para determinar el volumen del recipiente para los residuos.	22
Ecuación 5-3:	Ecuación para determinar el peso total de los residuos sólidos.	22
Ecuación 6-3:	Ecuación para determinar la densidad de los residuos.	22
Ecuación 7-3:	Ecuación para determinar el porcentaje de residuos.	24
Ecuación 1-4:	Ecuación para calcular la población de estudio	28
Ecuación 2-4:	Ecuación para calcular el tamaño de las muestras.	29
Ecuación 3-4:	Ecuación para el cálculo del volumen del recipiente.	39

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** CARTA DE COMPROMISO
- ANEXO B:** ENCUESTA A LOS HOGARES ELEGIDOS
- ANEXO C:** CROQUIS DE LA COMUNIDAD "SEXTA COOPERATIVA"
- ANEXO D:** REGISTRO FOTOGRÁFICO
- ANEXO E:** CERTIFICADO DE LABORATORIO
- ANEXO F:** PARÁMETROS ANALIZADOS DURANTE EL TRATAMIENTO

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo elaborar bocashi a partir de los residuos orgánicos recolectados en la comunidad “Sexta Cooperativa”, primero se realizó la caracterización de residuos sólidos dentro de esta comunidad, para lo cual, se empleó la metodología propuesta por el Dr. Kunitoshi Sakurai, la misma que, tuvo una duración de 8 días y permitió conocer la cantidad y composición de los residuos. Al finalizar la caracterización se recolectó 176,91 kg de residuos sólidos, entre los residuos más representativos se encontraron los orgánicos con 64,47 kg, con el 86,01%, seguido de los plásticos con 5,49 kg, correspondiente al 7,59% del total de residuos recolectados; la producción per cápita promedio dentro de la comunidad fue de 0,24 kg/Hab*día. Se formó tres pilas de abono, cada una con distinta composición descrita en bibliografía; a lo largo del proceso se controló la temperatura, pH, humedad, aireación (volteos manuales) y conductividad eléctrica. El proceso para la elaboración de bocashi tuvo una duración de 57 días en los meses de noviembre a febrero. La determinación de macronutrientes (N, P y K), la fitotoxicidad y el análisis microbiológico se los realizó en los días 0, 25 y 57 del proceso. Los valores más altos de N estuvieron en las pilas 1 y 3; el Índice de Germinación (IG) como prueba de fitotoxicidad demostró que el tratamiento que mayor maduración presentó fue la pila 1 (100%), los análisis microbiológicos revelaron ausencia de *E. Coli* y *Salmonella* en todas las pilas; con respecto al rendimiento, la pila 1 fue la que mayor reducción de su masa presento en comparación con la pila 2 y 3. En este tipo de abono es recomendable llevar un correcto control de la aireación debido a que las pilas pueden presentar temperaturas demasiado elevadas en muy poco tiempo.

Palabras clave: <BOCASHI>, <RESIDUOS ORGÁNICOS>, <FITOTOXICIDAD>, <CARACTERIZACIÓN>, <PRODUCCIÓN PER CÁPITA>.



Firmado electrónicamente por:
**LEONARDO
FABIO MEDINA
NUSTE**



1311-DBRA-UTP-2022

SUMMARY

This study aims to prepare bokashi from the organic waste collected in the community “Sexta Cooperativa”. First, it was conducted a solid waste characterization by applying the method proposed by the Dr. Kunitoshi Sakurai for 8 days and that allowed to know the waste quantity and composition. At the end of the characterization, there were collected 176.91 kg of solid waste, among which 64.47 kg of organic waste was the most representative; 5,49 kg of plastics, corresponding to the 7.59% of the whole waste collected; the average per capita production collected per inhabitant per day was 0.24 kg. Three compost piles were made, each one based on a different composition described in the bibliography; throughout the process it was monitored the temperature, pH, humidity, airing (manual flips) and electrical conductivity. The process to prepare bokashi lasted 57 days from November to February. During the days 0, 25 and 57 of the process, there were determined macronutrients (N, P and K), phytotoxicity and the microbiological analysis. The highest values of N were found in piles 1 and 3; germination index (GI) as a phytotoxicity test demonstrated that the treatment which presented the highest maturation was in pile 1 (100%); microbiological analysis disclosed the absence of *E. Coli* and *Salmonella* in every pile. As regards to the efficiency, pile 1 showed a higher mass reduction than piles 2 and 3. Regarding this kind of fertilizer it is recommended to accurately control airing, due to piles which could present too much high temperatures within a short time.

Keywords: <BOKASHI>, <ORGANIC WASTE>, <PHYTOTOXICITY>, <CHARACTERIZATION>, <PRODUCTION PER CAPITA>.



INTRODUCCIÓN

La generación de residuos sólidos es uno de los principales problemas medioambientales que enfrenta la humanidad, producto del acelerado crecimiento poblacional de las últimas décadas. Según el informe publicado por el banco mundial titulado *What a Waste 2.0*, alrededor del mundo se genera 2 010 millones de toneladas de residuos municipales (Grupo Banco Mundial 2018, p.1); en los países de América latina y el Caribe la generación de residuos sólidos alcanzo un volumen de 540 000 toneladas diarias (UNEP, 2017, p. 1), mientras que, en Ecuador se genera un promedio semanal de 58 829 toneladas de residuos (Solíz, 2015, p. 19).

De acuerdo con Rogel (2020, p. 16), a nivel mundial la gestión de residuos es insuficiente, ya que únicamente el 19,8% de los países de América Latina cuentan con un adecuado plan de gestión de residuos sólidos, mientras que el resto de países no tiene acceso a los servicios de recolección de basura. Según datos del INEC 2010 la cobertura del servicio de recolección y disposición final de residuos sólidos en Ecuador solo llega al 80,45% del territorio, y únicamente entre el 6 y el 8% de los residuos recolectados son recuperados, mientras que el 94% de los residuos sigue siendo enterrado (Solíz et al. 2020, p. 19), provocando un desequilibrio ecológico y sobre todo problemas de salud pública (Coronel y Vargas 2020: p. 17).

La comunidad “Sexta Cooperativa” se encuentra ubicada en la parroquia Chiguaza, cantón Huamboya; la comunidad no cuenta con un programa de recolección de residuos sólidos (GADMH 2014, p. 145), esto ha ocasionado que los habitantes quemen o entierren los residuos, mientras que los residuos orgánicos son depositados directamente en sus cultivos. Es por ello, que se ha visto necesario realizar la caracterización de los residuos dentro de la comunidad e implementar un proceso de compostaje para minimizar los impactos ambientales y de salud (Contreras et al., 2016: p. 34).

Para la ejecución de este proyecto, se consideró no solo a la comunidad “Sexta Cooperativa”, si no a todas aquellas comunidades de la provincia de Morona Santiago, que no cuentan con el servicio de recolección de residuos sólidos, debido a su lejanía y al costo que la ejecución de este servicio representa. Es por ello, que se ha presentado una alternativa eficaz, de fácil implementación y sobre todo de bajo costo, que ayudará en el manejo adecuado de los desechos y principalmente permitirá aprovechar los residuos orgánicos mediante la elaboración de un abono orgánico (bocashi) (FAO, 2011, p. 10).

El presente documento se encuentra estructurado de la siguiente manera: en el capítulo I se encuentra el diagnóstico del problema, en el capítulo II se presenta la revisión de la literatura o fundamentos teóricos, en el capítulo III se indica el marco metodológico, en el capítulo IV se detalla los resultados y por último se presentan las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

La provincia de Morona Santiago enfrenta graves problemas ambientales relacionados con la generación de residuos sólidos, debido en gran parte al crecimiento demográfico, pues, según datos del INEC 2010 la población en la provincia es de 147 940 habitantes, además, también se toma en cuenta la insuficiente gestión que se da a los residuos sólidos, pues no se cumple lo establecido por el artículo 55 del COOTAD, el cual manifiesta que, se establece como competencias exclusivas de los GAD's municipales el manejo de los residuos sólidos (Asamblea Nacional, 2015, pp. 28-29).

La parroquia Chiguaza perteneciente al cantón Huamboya, provincia de Morona Santiago, no se encuentra dentro de las parroquias que reciben el servicio de recolección de residuos sólidos, por ende, las comunidades que forman parte de ella tampoco son beneficiarias del servicio, entre aquellas comunidades que no cuentan con este servicio básico, se encuentra la comunidad "Sexta Cooperativa" (GADMH, 2014, p. 143). Además, debido al escaso acceso a la información, los pobladores de la comunidad no cuentan con los conocimientos necesarios para brindar un adecuado manejo a los residuos que generan, provocando así el desinterés de la población al momento de clasificar y dar una correcta disposición final a los residuos domiciliarios.

El inadecuado manejo de los residuos sólidos domiciliarios en aquellas comunidades que geográficamente se encuentran alejadas de la cabecera cantonal, crean un sinnúmero de inconvenientes ambientales dentro del medio en que se encuentran ubicados, tales como, contaminación a los recursos: agua, suelo, aire; entre otros problemas de afecciones a la salud humana (Solíz, 2015, p. 3). Según Chimbo (2015, p. 16) la práctica predominante para la disposición final de los residuos en comunidades rurales son: el vertimiento en espacios baldíos, incineración, entierro y el arrojar desechos a cuerpos hídricos cercanos, convirtiéndose así en un grave problema social, ambiental y sobre todo sanitario.

Por ende, el presente trabajo pretende disminuir el impacto ambiental que generan los residuos sólidos domiciliarios; generando una cultura de concientización y cuidado del medio ambiente dentro de la comunidad de estudio, es por ello que se realizó la caracterización y cuantificación de los residuos sólidos, que en una comunidad se constituye como uno de los elementos de información más importantes en la planeación de un servicio de aseo (Quispe, 2018, p. 13).

Es importante considerar que dentro del manejo de los residuos sólidos existe diferentes etapas que lo conforman, tales como: generación, almacenamiento, recolección, transporte, transferencia, tratamiento y disposición final, sin embargo, en América Latina y El Caribe solamente se ha dado importancia a la "recolección y disposición final" de los residuos, dejando de lado las demás etapas (Sáez, 2014, p. 3).

Al no contar con alternativas que permitan tratar adecuadamente los residuos sólidos y poder minimizar los impactos ambientales, económicos y sociales, que enfrenta la comunidad “Sexta Cooperativa” se ha visto la necesidad de tratar los residuos orgánicos, proponiendo una tecnología sustentable, como lo es la elaboración de compost tipo bocashi, el cual además de ser un tratamiento de bajo costo, facilitará a la comunidad la creación de proyectos de innovación agrícola, permitiéndoles así generar ingresos económicos, al mismo tiempo que este abono brinda múltiples beneficios a la agricultura, ya que, permite aprovechar el potencial biodegradativo de los residuos orgánicos, aportando una gran cantidad de nutrientes al producto final (Mejía y Ramos 2019, p.16), asimismo, estimula el desarrollo bacteriano del suelo y aumenta el sustrato de la parte vegetal (Ramos et al., 2014: p. 2).

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo General

- Elaborar Bocashi a partir de los residuos orgánicos generados en la comunidad “Sexta Cooperativa” de la parroquia Chiguaza, cantón Huamboya, provincia de Morona Santiago.

1.1.2. Objetivos Específicos

- Caracterizar los residuos sólidos de la comunidad “Sexta Cooperativa”.
- Analizar los parámetros físicos, químicos y biológicos del bocashi elaborado.
- Instaurar de manera eficiente y óptima la producción de bocashi de residuos orgánicos en la comunidad “Sexta Cooperativa”, mediante la sistematización de varias composiciones de materia orgánica.

CAPÍTULO II

2. REVISIÓN DE LA LITERATURA O FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1. Antecedentes

En la mayoría de los países de América Latina y el Caribe, la cantidad de materia orgánica presente en los residuos sólidos urbanos supera el 50% del total generado, de los cuales, tan solo un 2% reciben un tratamiento óptimo para su aprovechamiento, mientras que el resto es confinado en rellenos sanitarios, vertederos o destinado a la alimentación de porcinos, sin un adecuado control y procesamiento sanitario (García, 2019, p. 13).

Según Melo (2014, pp.2-6), mediante su publicación “Generación de residuos sólidos en el municipio de Galapa (Atlántico), y su aprovechamiento como forma de minimizar la problemática ambiental”, manifiesta que, la generación de residuos sólidos orgánicos es considerada la mayor problemática medioambiental, debido a que al ser desechada de manera indiscriminada en botadero a cielo abierto o rellenos sanitarios ocasiona graves impactos ambientales negativos, que se traducen en la pérdida de nutrientes, emisión de gases, presencia de lixiviados, contaminación de fuentes hídricas y sobre todo compromete la salud de las personas.

Puesto que Mendivil et al., (2020: pp. 5-6), busca demostrar que se puede dar un segundo uso a los residuos sólidos orgánicos, que con un correcto manejo se puede convertir en un abono orgánico de calidad, hay que considerar que estos desechos no son aprovechados; dentro del planteamiento del trabajo se demostró que las semillas de rábano presentaron mayor germinación. De igual forma en Perú, indican que la implementación de alternativas amigables con el ambiente, es de suma importancia dado que se puede aprovechar toda clase de residuos biodegradables, y de esta forma se evita enviar 230 Mg mensuales de residuos vegetales a un relleno sanitario (Cabrera y Rossi, 2016: pp. 11-85).

En Ecuador en investigaciones realizadas por Aguilar (2020, pp. 15-53) con tema “Aprovechamiento de los desechos orgánicos en la elaboración de compost mediante la implementación de un sistema mecánico amigable con el ambiente” señala que una de las maneras más prácticas de aprovechar los residuos orgánicos es a través de la elaboración de compost, el mismo que con la ayuda de un sistema mecánico puede llegar a ser de buena calidad, dicho sistema tiene como objetivo reducir el volumen de los residuos orgánicos mediante la trituración. De igual manera Sánchez (2019, p. 118-133), en su investigación “Evaluación de los residuos sólidos urbanos generados en tres parroquias del cantón Sucúa”, determina que, una vez realizada la caracterización de residuos en el cantón, determinó que los componentes con los valores más representativos corresponden a los residuos orgánicos con el 57,19 %, estos residuos son

aprovechados para producir humus de lombriz en la planta de Bioinsumos del GAD Municipal, existe la consideración de elaborar compost y biol dentro de los hogares, pues con estas propuestas se esperaba reducir el 56,36% de los residuos reciclables que van al relleno sanitario de la localidad.

2.2. Bases teóricas

La información se recopiló de páginas web, así como también de revistas científicas tales como; Scielo, Dialnet, Reydalyc. Mediante estas páginas se obtuvo información tanto nacional como internacional, fundamental para los siguientes temas a tratar.

2.2.1. Impacto Ambiental

El impacto ambiental es la alteración del medio ambiente, resultado de la intervención directa o indirecta del hombre, ya sea por extracciones o por procesos naturales como erupciones, cambios climáticos, que producen cambios significativos en el medio (Perevochtchikova, 2013, p. 5).

2.2.2. Calidad Ambiental

Conjunto de características propias del medio que por la acción de la naturaleza y el hombre preservan sus condiciones en niveles óptimos para la vida armónica de todos los seres vivos, razón por la cual, deben ser considerados prioridad de conservación para la humanidad (Rojas, 2011, p. 10).

2.2.3. Contaminantes físicos

Son manifestaciones físicas que pueden producir cambios en el medio de forma sustancial o momentánea, además pueden perjudicar la salud de quienes estén expuestos a este contaminante.

Los contaminantes físicos son diferentes formas de energía que pueden producir alteraciones en el medio y afectar la salud de las personas. Básicamente, las formas de energía capaces de afectar la salud de las personas son las radiaciones, el ruido y las vibraciones (energía vibratoria) y la energía térmica (incremento de la temperatura ambiente) (Diputación de Barcelona, 2008, p.1).

2.2.4. Contaminantes químicos

Se considera contaminantes químicos a aquellas sustancias industriales que pueden mobilizarse por el aire y ser nocivos al ser absorbidas por el organismo y producir en poco tiempo, o a lo largo de los años, efectos dañinos para la salud del individuo (Gobierno de Navarra, 2010, p. 2).

2.2.5. Caracterización de residuos sólidos

La caracterización de residuos sólidos permite establecer aquellas fuentes características y cantidades de residuos producidos sobre una determinada zona geográfica, lo cual permite crear iniciativas para llevar un eficiente manejo respecto a la gestión de los residuos sólidos (Revelo, 2019, p. 50).

2.2.6. Disposición final

Es el proceso de aislar y confinar los residuos de forma definitiva, pues no pueden ser aprovechados o tratados, en lugares especialmente seleccionados y diseñados para evitar la contaminación, y los daños o riesgos a la salud humana y al medio ambiente (Incinerox, 2020, parr.5).

2.3. Definición de conceptos

2.3.1. Residuos sólidos (RS).

Se entiende por residuos sólidos a cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido resultante de una actividad generada por el hombre que es abandonada, rechazada o entregada y puede ser apto para el beneficio, transformándolo en un nuevo producto, con valor económico o de disposición final (Jaramillo y Zapata, 2008: p. 25).

2.3.1.1. Clasificación de los residuos sólidos.

- Residuo domiciliario: proveniente de lugares residenciales, sectores y comunidades.
- Residuo industrial: generado por la elaboración de un producto o subproducto.
- Residuo hospitalario: desechos peligrosos generado en los hospitales.
- Residuo comercial: producido en centros agrícolas, abarrotes, mercados, entre otros.
- Residuo urbano: procedente de centros urbanos, parques, juegos infantiles, entre otros (Planética, 2011, p. 1).

- **Orgánicos:** son residuos que están compuestos por materias derivadas de vegetales, animales y comestibles, los cuales se descomponen con facilidad y vuelven a la tierra. Son biodegradables, es decir, tienen la capacidad de fermentar y ocasionan procesos de descomposición (Sanchez, 2020, p. 1).
- **Inorgánicos:** Son aquellos residuos que no están compuestos por elementos orgánicos. Estos desechos no siempre resultan inservibles, pues existen diferentes formas de aprovecharlos o reutilizarlos (Sanchez, 2020, p. 1).
- **Urbanos:** Se define como residuo sólido urbano a todo desecho que resulta de las actividades cotidianas que se realizan dentro del perímetro urbano de una ciudad.
- **Rurales:** si bien el término hace solo referencia a los residuos generados como referencia a la ubicación geográfica de su origen, cabe anotar que generalmente estos residuos difieren comparativamente en la composición y cantidades de residuos sólidos que son producidos en los centros urbanos (Chimbo, 2015, p. 26).

2.3.2. Residuos sólidos orgánicos (RSO)

Son los materiales sólidos o semisólidos de origen animal, humano o vegetal que se abandonan, botan, desechan, descartan y rechazan y son susceptibles de biodegradación incluyendo aquellos considerados como subproductos orgánicos provenientes de los procesos industriales (Samaniego, 2019, p. 36).

2.3.2.1. Clasificación de los residuos sólidos orgánicos

Según Jaramillo y Zapata (2008, pp. 26-28), los residuos sólidos orgánicos pueden clasificarse de la siguiente manera.

Tabla1-2: Clasificación de los residuos sólidos orgánicos.

Según su fuente de generación.	Residuos sólidos orgánicos provenientes del barrido de las calles	Su contenido es muy variado, pueden encontrarse desde restos de frutas hasta papeles y plásticos. Sus posibilidades de aprovechamiento son un poco más limitadas, por la dificultad que representa llevar adelante el proceso de separación física.
	Residuos sólidos orgánicos institucionales:	Se caracteriza mayormente por contener papeles y cartones y también residuos de alimentos provenientes de los comedores institucionales.
	Residuos sólidos de mercados:	Son aquellos residuos provenientes de mercados de abastos y otros centros de venta de productos alimenticios. Es una buena fuente para el aprovechamiento de orgánicos y en especial para la elaboración de compost y fertilizante orgánico
	Residuos sólidos orgánicos de origen comercial:	Requieren de un trato especial por ser fuente aprovechable para la alimentación de ganado porcino (previo tratamiento).
	Residuos sólidos orgánicos	Aquellos residuos generados en zonas pobladas, urbanas,

	domiciliarios:	domiciliarias, caracterizada por ser desechos propios degradable.
Según su naturaleza o característica física:	Residuos de alimentos:	Son restos de alimentos que provienen de diversas fuentes, entre ellas: restaurantes, comedores, hogares y otros establecimientos de expendio de alimentos.
	Estiércol:	Son residuos fecales de animales (ganado) que se aprovechan para su transformación en bio-abono o para la generación de biogás.
	Restos vegetales:	Son residuos provenientes de podas o deshierbe de jardines, parques u otras áreas verdes; también residuos de cocina que no han sido sometidos a procesos de cocción como legumbres, cáscara de frutas, etc.
	Papel y cartón:	Son residuos con un gran potencial para su reciclaje.
	Cuero:	Son residuos mayormente derivados de artículos de cuero en desuso

Realizado por: Alvarez, Blanca, 2021.

2.3.3. Compostaje

Es una transformación donde intervienen bacterias benéficas que transforman la materia en presencia de oxígeno, siendo posible descifrar el compostaje como la sumatoria de métodos y técnicas metabólicos elaborado por parte de varios microorganismos, que, en presencia de oxígeno, optimizan el nitrógeno y el carbono presentes para generar su propia biomasa (Román et al., 2013: p. 25).

2.3.3.1. Tipos de compost.

- Compost tipo A

Este tipo de compost no presenta ninguna restricción para el uso directo en el suelo, es de alta calidad, por lo que no necesita ser mezclado con otro tipo de nutrientes, es un abono completamente maduro el cual presenta una conductividad eléctrica menor a 5 dS/m, en cuanto a la relación C/N el rango óptimo para la agricultura oscila entre 10:1 y 25:1 (Morales y Rocha, 2019: pp. 50-51).

- Compost tipo B

Tiene varias limitaciones de uso, es por esto que para aplicarlo al suelo debe mezclarse con otros suplementos nutricionales, la calidad a diferencia del compost tipo A es intermedia, el rango de conductividad eléctrica para este tipo de abono orgánico va entre 5 – 12 dS/m, su relación C/N para uso agrícola es entre 10:1 y 40:1 (Morales y Rocha, 2019: pp. 50-51).

- Compost inmaduro o tipo C

Es un compost de baja calidad, el cual no ha cumplido las fases de maduración, únicamente a degradado cierta parte de la materia orgánica en las fases mesófila y termófila, es por esto que la conductividad eléctrica no puede ser determinada, al igual que el contenido de materia orgánica, la relación C/N que presente en este tipo de compost inmaduro debe ser máximo 50:1 (Morales y Rocha, 2019: pp. 50-51).

2.3.3.2. *Técnicas de compostaje*

- **Sistemas abiertos**

A los sistemas abiertos se lo conoce también como los métodos tradicionales de compostaje, dado que la materia a transformar se organiza en cúmulos o columnas que pueden estar a cielo abierto y la aireación de la masa puede ejecutarse por volteo mecánico de la pila o mediante ventilación forzada (Valencia, 2016, p. 37).

- **Sistemas cerrados**

Estos sistemas, bien los podríamos nominar industrializados, puestos en marcha por entidades públicas o privadas, habitualmente se manipulan para compostar residuos de ciudades de tamaño medio o grande.

En estos sistemas, la etapa inicial de fermentación se ejecuta en reactores que pueden ser de dos tipos: horizontales o verticales, entre tanto que la etapa final de maduración se ejecuta al aire libre o en naves abiertas. Son sistemas desarrollados para reducir las superficies de compostaje y conseguir un mejor control de los parámetros y controlar los olores de la manera más adecuada (Valencia, 2016, p. 38).

2.3.4. **Bocashi**

Termino japonés utilizado para hacer referencia a un tipo de abono fermentado, el cual necesita de volteos manuales para regular su temperatura, humedad, pH, conductividad, materia orgánica.

Es un abono orgánico, rico en nutrientes necesario para el desarrollo de los cultivos; que se obtiene a partir de la fermentación de materiales secos convenientemente mezclados. Los nutrientes que se obtienen de la fermentación de los materiales contienen elementos mayores y menores, los cuales forman un abono completo superior a las fórmulas de fertilizantes químicos (FAO, 2011, p. 8).

2.3.4.1. *Principales elementos utilizados para elaborar abonos orgánicos tipo bocashi.*

- **Materia orgánica**

Residuos vegetales, animales y de microorganismos en distintas etapas de descomposición, células y tejidos de organismos del suelo y sustancias sintetizadas por los seres vivos presentes en el suelo (Román et al., 2013: p. 14).

- Estiércoles

Material orgánico empleado para fertilizar la tierra, compuesto generalmente por heces y orina de animales domésticos, puede presentarse mezclado con material vegetal como paja, heno o material de cama de los animales (Román et al., 2013: p. 13).

- Carbón vegetal

Componente que mejora las particularidades del suelo en su estructura, por lo que, distribuye de una mejor manera sus raíces, la ventilación y el porcentaje de humedad. El elevado nivel de porosidad beneficia la actividad macro y microbiológica del suelo (FAO, 2011, p. 6).

- Cascarilla de arroz o aserrín

Perfecciona las características físicas del suelo y abonos orgánicos, mejorando la ventilación, la absorción de humedad y el filtrado de nutrientes, también beneficia el incremento de la actividad macro y microbiológica de la tierra. (Restrepo, 2007, p. 26).

- Melaza

La melaza es el residuo de cristalización final del azúcar, del que no se puede obtener más azúcar por métodos físicos. Su aspecto es similar al de la miel de abeja, aunque de color parduzco muy oscuro, prácticamente negro, en cuanto a su sabor, este es dulce, agradable y según los expertos, cuanto más oscura sea, más sabor y nutrientes tendrá (CONADESUCA, 2016, p. 5).

- Cal agrícola o ceniza de fogón:

Es utilizada por los agricultores como enmienda, su objetivo principal es mejorar el pH en el proceso en el que se desarrolla el abono orgánico, resultando de su origen, natural o antrópico que puede favorecer con otros minerales útiles a la zona vegetal (Restrepo, 2007, pp. 25-26).

- Levadura para pan

Producen sustancias bioactivas, tales como hormonas y enzimas que promueven la división celular y el crecimiento radicular, se considera que la levadura es la principal fuente de crecimiento microbiológica para fabricar abonos orgánicos fermentados (Ramos y Terry, 2014: p. 5).

- Agua

Favorece en la creación de condiciones óptimas para el desarrollo de la actividad y reproducción de los microorganismos durante la fermentación. El exceso de humedad, al igual que la falta de esta, afecta la obtención de un abono de buena calidad (Ramos y Terry, 2014: p. 5).

- Suelo fértil

Tiene la función de darle una mayor homogeneidad física al abono y distribuir su humedad; con su volumen, aumenta el medio propicio para el desarrollo de la actividad microbiológica de los abonos y, consecuentemente, lograr una buena fermentación. Además, funciona como una esponja, al tener la capacidad de retener, filtrar y liberar gradualmente los nutrientes a las plantas de acuerdo con las necesidades de estas (Bertolí et al., 2015: p. 18).

2.3.4.2. Etapas del proceso de elaboración del abono orgánico fermentado

Existen dos etapas bien definidas al momento de elaborar algún tipo de abono, los cuales recalcan la importancia y eficiencia al momento de obtener un producto final ya definido para su respectivo uso según sea el caso.

El primer paso para elaboración del compost es la estabilización en la que el nivel de temperatura puede alcanzar entre 70 y 75 °C. Posteriormente, el nivel de temperatura del abono orgánico empieza a bajar nuevamente, ya sea por la debilidad o la disminución de la fuente energética que alimenta el proceso. A partir de ello, se estabiliza el proceso y despuntan los materiales que muestran una mayor dificultad para su degradación a corto plazo. Finalmente, el abono llega a la etapa de maduración en donde la materia orgánica se degrada en su totalidad y puede llegar a estar listo para su uso (Bertolí et al., 2015: p. 21).

2.3.4.3. Calidad de los abonos orgánicos

- Análisis de suelos

Por lo general este tipo de análisis examina el contenido de sustratos en el suelo y los que se verían de manera inmediata en la solución del suelo disponibles para las plantas, lo cual indicará los contaminantes o elementos químicos disponibles en una muestra.

Otra técnica que se puede emplear es el análisis foliar o de digestión total, el cual es una digestión total de la muestra, por lo que va a determinar el contenido total de nutrientes. Sin embargo, como se sabe que la tasa de liberación de nutrientes de los abonos no es tan rápida, este valor sobrestima el aporte de los abonos orgánicos en el corto plazo (Soto y Meléndez, 2004: p. 3).

- Relación Carbono / Nitrógeno

Se considera un compost maduro el que tenga una relación $< 20-25$. Además, hay que considerar que este indicador debe controlarse con eficiencia, ya que algunas materias sin compostar, como la broza de café, pueden tener relaciones C/N similares (Soto y Meléndez, 2004: p. 4).

- Relación amonio/nitratos

Esta relación varía dependiendo de las materias primas que hayan sido utilizadas al momento de la elaboración del compost, pero, en general, para que un compost sea considerado inmaduro debe tener mayores niveles de amonio que de nitratos (Soto y Meléndez, 2004: p. 4).

- Humedad

La humedad es un factor sumamente importante, el cual determina el éxito del proceso de la elaboración de cualquier tipo de abono orgánico. En general, se considera que los abonos orgánicos con un 40% de humedad presentan un buen balance entre los factores (Soto y Meléndez, 2004: p. 4).

- Prueba de fitotoxicidad

La prueba de más utilizada es la prueba de germinación, esta prueba puede ser realizada por los pequeños agricultores en sus fincas, situando una delgada capa de material orgánico en un plato, humedecer un papel toalla, colocar un número conocido de semillas y proceder a taparlo, una semana después determinar el porcentaje de semillas germinadas (Soto y Meléndez, 2004: p. 4).

- Inocuidad

Se refiere a eliminar, en la medida de lo posible, la posibilidad de que un abono orgánico ocasione daños a la salud humana. Los principales riesgos provienen de la presencia de microorganismos patógenos (*Salmonella*, *Shigella*, *Escherichia coli*, etc.) (Soto y Meléndez, 2004: p. 4).

2.3.4.4. Factores que afectan el proceso de elaboración de los abonos orgánicos fermentados

- Potencial de hidrogeno (pH)

El pH es considerado uno de los parámetros más importantes al momento de elaborar algún tipo de compost, pues de este parámetro depende la supervivencia de los microorganismos. En la fase termófila, debido a la conversión del amonio en amoníaco, el pH sube y alcaliniza el medio, para finalmente estabilizarse en valores cercanos al neutro (Román et al., 2013: p. 31).

- Humedad

La humedad es el medio de transporte que utilizan los microorganismos para nutrirse, por ende, está estrechamente relacionada con su desarrollo. La humedad óptima para lograr la máxima eficiencia del proceso de la fermentación del abono, oscila entre el 50 y el 60 % (Bertolí et al., 2015: p. 22)

- Temperatura

Desde el punto de vista biológico, existen tres intervalos que rigen los diferentes aspectos: temperaturas por encima de 55°C para maximizar la esterilización, entre 45 y 55 °C para mejorar el tipo de degradación y entre los 35 y los 40 °C para aumentar la diversidad microbiana (Gomez y Tovar, 2008: p. 65).

- Aireación

Es uno de los parámetros más importantes dado que el compostaje es un proceso aeróbico (presencia de aire), necesario para los procesos metabólicos de los microorganismos. El

suministro continuo y homogéneo de oxígeno a través de la mezcla de residuos asegura la actividad de los microorganismos (Alcaldía Mayor de Bogotá y Universidad Nacional de Colombia, 2014: p. 27).

- **Relación C/N**

Expresa las unidades de carbono por unidades de nitrógeno que contiene un material. El carbono es una fuente de energía para los microorganismos y el nitrógeno es un elemento importante tanto como para el desarrollo humano como microbiano (MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y AGUA, 2013: p. 40).

- **Tamaño de las partículas de los ingredientes**

La reducción del tamaño de las partículas de los componentes del abono puede presentar la ventaja de aumentar la superficie para su la eliminación bacteriana. Sin embargo, el incremento de partículas llevan de manera muy fácil a una compactación para obtener un buen abono orgánico (Bertolí et al., 2015: p. 22).

- **Condiciones climáticas**

El viento fuerte tiene doble efecto sobre el proceso; baja la temperatura y aumenta la evaporación, y consecuentemente el secado del material. La lluvia no tiene un efecto importante en el proceso siempre y cuando las pilas sean conformadas en forma piramidal para permitir que el agua escurra por la superficie y el terreno tenga un drenaje y pendiente apropiadas (MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y AGUA 2013: p. 45).

2.3.4.5. *Ventajas del abono orgánico bocashi*

En su trabajo Restrepo y Hensel (2009, pp. 47-48), manifiestan que el abono orgánico tipo bocashi posee múltiples beneficios para la agricultura, los mismos que se dividen en dos categorías, las mimas que se detallan a continuación.

Tabla 2-2: Ventajas en la elaboración del abono tipo bocashi

Ventajas en la elaboración del abono	Materiales baratos y fáciles de conseguir localmente
	Faciles de hacer y guardar
	Costos bajos, comparados con los precios de los abonos químicos
	Su elaboración exige poco tiempo y puede ser planificada y escalonada de acuerdo con las necesidades de los cultivos
	Elimina factores de riesgo para la salud de los trabajadores agrícolas
	Resultados a corto plazo
	No contaminan el medio ambiente
	Abonos más completos al incorporar macro y micronutrientes necesarios a la tierra
	Fácil de usar
	Eliminan factores de riesgo para la salud
	Protegen el medio ambiente
	Mejoran gradualmente la fertilidad, la nutrición y vitalidad de la tierra
	Estimulan el ciclo vegetativo de las plantas
	Mayor rendimiento del número de plantas por hectárea

Ventajas en la aplicación del abono	Fuente constante de materia orgánica
	Mejoran la permeabilidad de los suelos y su bioestructura
	Reducen el escurrimiento superficial
	Los suelos conservan la humedad y amortiguan mejor los cambios de temperatura
	Mayor rentabilidad económica
	Favorecen la colonización del suelo por la macro y micro vida
	Las plantas cultivadas son sanas y vigorosas
	Permiten a los agricultores tener mayores opciones económicas

Fuente: Restrepo & Hensel, 2009.

Realizado por: Alvarez, Blanca, 2021.

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

En este capítulo se especifica los métodos, técnicas, instrumentos y procedimientos que se utilizaron para el desarrollo del trabajo, además, del tipo de investigación, técnicas de recolección de datos y la población de estudio. Al respecto, se define el marco metodológico como el conjunto de acciones destinadas a describir y analizar el fondo del problema planteado, a través de procedimientos específicos que incluye las técnicas de observación y recolección de datos, determinando como se realizará el estudio (Azuero, 2019, p. 3).

3.1. Tipo de investigación

Este trabajo es de tipo descriptivo, debido a que permite describir variables y características del proceso de la elaboración del bocashi, y además con la aplicación de encuestas a cada uno de los jefes de hogar de la comunidad “Sexta Cooperativa”, se pudo recolectar información referente al manejo de desechos sólidos en dicha comunidad. Por su tipo de enfoque es de tipo mixta, cualitativa, porque permite determinar las características del producto final como el color, olor y textura, mediante un análisis sensorial; cuantitativa debido a que durante el proceso de elaboración del bocashi se recolectaron datos que permiten evaluar parámetros como pH, temperatura, humedad, índice de germinación, relación carbono/nitrógeno, esto en cada una de las pilas de compost, y así verificar los resultados obtenidos al final del trabajo, logrando los objetivos planteados en el proyecto.

Esta investigación también es de tipo aplicada, debido a que se propone una alternativa para tratar los residuos orgánicos generados en la comunidad “Sexta Cooperativa”, para ser aprovechados mediante la elaboración de abono orgánico tipo bocashi, y de esta forma minimizar el impacto que generan los residuos domiciliarios.

3.2. Área de estudio

El presente trabajo se llevó a cabo en la comunidad “Sexta Cooperativa”, la cual pertenece a la parroquia Chiguaza del cantón Huamboya en la provincia de Morona Santiago. El cantón Huamboya posee un clima megatérmico lluvioso y tropical megatérmico húmedo, su temperatura oscila entre los 18°C y 24°C, mientras que las precipitaciones medias anuales se encuentran entre 3 000 mm hasta 4 000 mm (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2015: p. 23).

La comunidad “Sexta Cooperativa” se encuentra ubicada geográficamente en las siguientes coordenadas UTM X: 826039,43; Y: 9775574,30. Para llegar al sitio de estudio se debe de tomar el tramo Macas -Sinaí, que se encuentra aproximadamente a 4 km, para luego seguir con el tramo Sinaí – la Sexta, el cual costa de 3 km de recorrido, para llegar a la comunidad de estudio de debe de recorrer un total de 7 km en un tiempo aproximado de 2 horas.

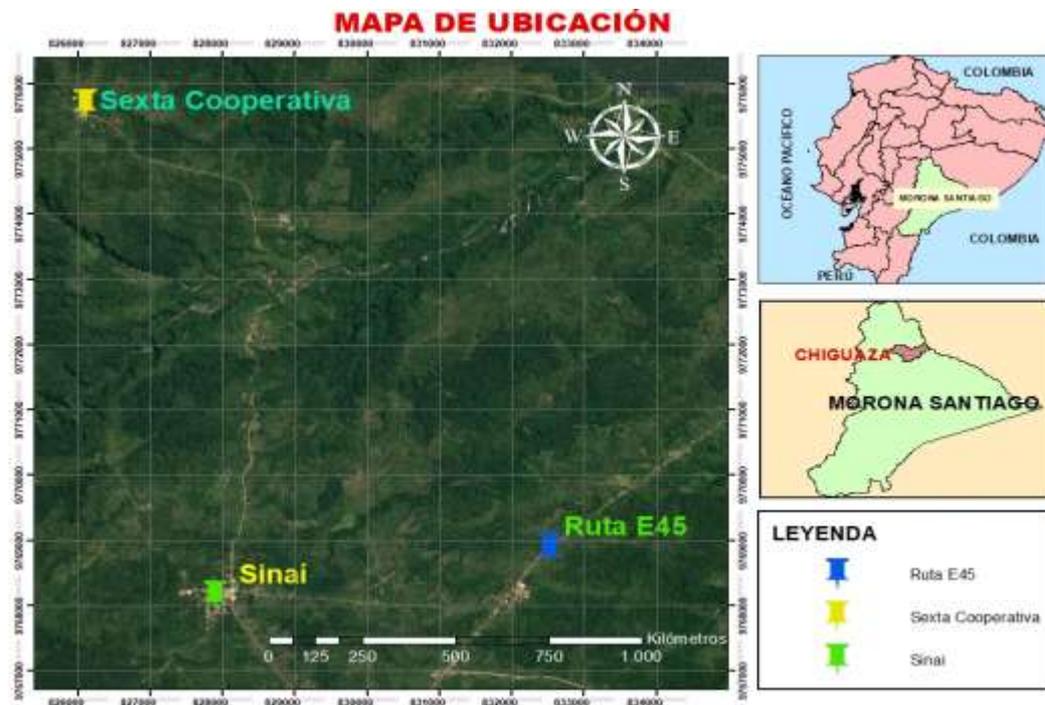


Figura 1-3: Ubicación de la comunidad "Sexta Cooperativa"

Realizado por: Alvarez, Blanca, 2021.

3.3. Población de estudio

El Censo 2010, registra una población de 207 habitantes en la comunidad “Sexta Cooperativa”, y según el (GADMH, 2014, p. 133), la proyección poblacional es de 248 habitantes. Se tiene que en la parroquia el número de habitantes por vivienda es de 2,45 lo que indica que no existe hacinamiento en la localidad y éste dato nos servirá para calcular el número de viviendas presentes en la comunidad.

Para determinar el número de muestras es necesario conocer el número de viviendas que posee la zona de estudio.

$$Viviendas = \frac{Habitantes}{Indice\ de\ personas\ por\ vivienda}$$

Ecuación 1-3: Ecuación para determinar el número de viviendas.

3.4. Tamaño de la muestra

Para la determinación del número de muestras se aplicará la siguiente fórmula y para evitar la pérdida de muestras por situaciones ajenas al estudio se considerará un 10% adicional a lo considerado en la muestra.

$$n = \frac{(Z_{1-\alpha}^2)(N)(\sigma^2)}{(N-1)E^2 + (Z_{1-\alpha}^2)(\sigma^2)}$$

Ecuación 2-3: Ecuación para determinar el número de muestras.

Donde:

σ^2 : Desviación estándar, si no se cuenta con esta información el valor a usar es de 0,20

$Z_{1-\alpha}^2$: Nivel de confianza generalmente es de 95%, el cual presenta un valor de 1,96.

E : Error permisible 10 % de la producción per cápita de la población 0,058

N : Total, de viviendas 101

n : Número de muestras (viviendas que participaran en el estudio).

3.5. Técnicas de recolección de datos

En la primera etapa se obtuvo información del manejo y disposición de los residuos sólidos, mediante encuestas realizadas a los habitantes de la comunidad de estudio, la cual permitió obtener y elaborar datos de modo rápido y eficaz (Anguita et al., 2003: p. 1). La caracterización física y química del bocashi, se realizó mediante la recolección de muestras de suelo homogéneas, para posteriormente realizar su respectivo análisis, en el laboratorio de servicios analíticos, químicos y microbiológicos en agua y alimentos (SAQMIC), ubicado en la ciudad de Riobamba.

Tabla 1-3: Parámetros de caracterización físico químicos del bocashi

PARÁMETRO	MÉTODO
Conductividad Eléctrica	Potenciométrico ISO 11265
Materia orgánica	Gravimétrico Standard Methods 2540-E
Nitrógeno Total	Micro-Kjeldahl
Fósforo	Proceso de extracción previa EPA 3050-B Colorimétrico 4500-P-A
Índice de germinación	Método de IG (Zucconi 1981)
Potasio	PEE/F/19
E. Coli	Siembra en masa, medio selectivo.
Salmonella	Método Reval, cualitativo

Realizado por: Alvarez, Blanca, 2022.

3.6. Diseño de la Investigación

El presente trabajo se lo realizó mediante un diseño de bloques completamente aleatorizado (DBCA), que según Yepes (2013, p. 1), este diseño compara tres fuentes de variabilidad: el factor de tratamientos, el factor de bloques y el error aleatorio. Esto permitió determinar la dosificación óptima de los materiales que intervienen en el proceso de elaboración del bocashi. Además, mediante el diseño experimental se procedió a comparar los valores iniciales con los valores finales en cada uno de los parámetros de interés: pH, temperatura, conductividad eléctrica, materia orgánica, humedad, índice de germinación.

Para este análisis se utilizó el programa Statgraphics, el cual se basó en el análisis de regresión lineal estudiando la relación entre variables cuantitativas (Pérez, 2013, p. 15). Los factores, número de tratamientos, variables de respuesta y réplicas se detallan en la Tabla 2-3.

Tabla 2-3: Factores, número de tratamientos y variables para el diseño experimental

Factores de tratamiento	Variable de respuesta	Réplicas
Pila 1	Temperatura, pH, Humedad, Relación C/N, % Materia Orgánica, Índice de germinación, Conductividad eléctrica, Fosforo, Potasio, Nitrógeno total, E. Coli y Salmonella.	3
Pila 2	Temperatura, pH, Humedad, Relación C/N, % Materia Orgánica, Índice de germinación, Conductividad eléctrica, Fosforo, Potasio, Nitrógeno total, E. Coli y Salmonella.	3
Pila 3	Temperatura, pH, Humedad, Relación C/N, % Materia Orgánica, Índice de germinación, Conductividad eléctrica, Fosforo, Potasio, Nitrógeno total, E. Coli y Salmonella.	3

Realizado por: Alvarez, Blanca, 2022.

3.6.1. Análisis estadístico

Para determinar la existencia de diferencias significativas entre los parámetros de interés se realizó un análisis de varianzas (Anova). Cuando el valor de la probabilidad del estadístico de la prueba Anova es inferior al nivel de significancia ($\alpha < 0,05$), se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alternativa (H_i) (Ferreo y López, 2020: p. 1).

$$H_0 = \mu_1 = \mu_2 \dots = \mu_k$$

$$H_i = \mu_1 \neq \mu_2 \dots \neq \mu_k$$

La validez del diseño experimental se realizó al comprobar el supuesto de normalidad de datos, mediante una gráfica de predichos vs residuos. El supuesto de interdependencia de datos se verificó con una gráfica de residuos y finalmente la homocedasticidad de datos se confirmó mediante la prueba estadística de Levene.

3.7. Materiales y Equipos

3.7.1. Materiales y equipos utilizados para la caracterización de los desechos sólidos.

Los materiales y equipos que fueron utilizados para la obtención y caracterización de los residuos sólidos dentro de la comunidad “Sexta Cooperativa”, se detallan a continuación:

Tabla 3-3: Materiales y equipos utilizados en campo.

MATERIALES/ EQUIPOS	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
Balanza	1 unidad	Se utilizó para el pesaje de las fundas con residuos sólidos recolectados dentro de la comunidad.
Calculadora	1 unidad	Se utilizó para el cálculo (peso) de los residuos recolectados.
Tacho metálico	1 unidad	Su utilización permitió calcular la densidad de los residuos sólidos obtenidos.
Fundas plásticas	Varias unidades	Utilizadas para la recolección de residuos sólidos
Guantes de látex	2 pares	Se utilizó para la correcta manipulación de la basura.
Botas de caucho	1 par	Utilizada como medida de seguridad
Mascarillas	Varias unidades	Utilizada como medida de seguridad
Sacos nylon	Varias unidades	Se utilizó como material para almacenar los residuos recolectados.
Carretilla	1 unidad	Utilizado para el transporte de materiales hacia el espacio destinado para la caracterización.
Pala metálica	1 unidad	Su función fue la mezcla y volteo de los residuos al momento de realizar la caracterización.
Libreta de campo	1 unidad	Se empleó para anotar los datos obtenidos al momento de pesar las fundas recolectadas.
Etiquetas y marcador	Varias unidades	Se utilizó para identificar las fundas de cada hogar, asignándoles un código a cada una.
Escoba	1 unidad	Se utilizó para la limpieza del espacio destinado para la actividad.

Realizado por: Alvarez, Blanca, 2022.

3.7.2. Caracterización de desechos sólidos domiciliarios.

La metodología empleada para la ejecución de este trabajo es la aplicada en los estudios de caracterización en los países de la región de América Latina y el Caribe y la cual es diseñada por el doctor Kunitoshi Sakurai (Cantanhede et al., 2005, p. 1). Esta actividad se llevó a cabo durante

el mes de noviembre del 2021, durante 8 días consecutivos. A continuación, se describe de forma detallada en que consiste la metodología anteriormente mencionada.

3.7.2.1. Determinación de la muestra

Para la elección de las viviendas que van a ser sujeto de investigación, se consideró un mismo estrato a toda la población, debido a que el lugar de estudios es considerada como una zona rural, por tal motivo, se realizó un muestreo aleatorio simple, garantizando que todos los individuos que componen la población blanco tengan la misma oportunidad de ser incluidos en la muestra (Otzen y Manterola, 2017: p. 2).

3.7.2.2. Codificación de las viviendas

La codificación estuvo relacionada con la ubicación de cada vivienda o al lugar cerca de ella, el cual sirve de referencia para llevar a cabo la recolección de las fundas llenas de residuos sólidos. En el Anexo C se puede observar el croquis de la distribución de las viviendas de la comunidad “Sexta Cooperativa”.

Tabla 4-3: Codificación de las viviendas a muestrear

N° VIVIENDAS	CÓDIGO	N° VIVIENDAS	CÓDIGO
1	CVP05	19	CS35
2	CVSC16	20	CVF99
3	CVTA92	21	CVSC15
4	CVE48	22	CS30
5	CVE53	23	CVP38
6	CVP65	24	CVI83
7	CS29	25	CVS58
8	CVP02	26	CVP41
9	CVSC18	27	CVSC46
10	CVI66	28	CC60
11	CVF31	29	CVI69
12	CC62	30	CC72
13	CVC08	31	CVTA85
14	CVTA90	32	CVF94
15	CS51	33	CVSC18
16	CVP01	34	CS23
17	CVSC24	35	CVE43
18	CVI68		

Realizado por: Alvarez, Blanca, 2022.

CVP: Casa vía principal; **CS:** Casa Subcentro; **CVC:** Casa vía comunal; **CVI:** Casa vía Iglesia; **CVSC:** Casa vía Séptima Cooperativa; **CVE:** Casa vía Escuela; **CVTA:** Casa vía tanque de agua; **CVF:** Casa vía fincas; **CC:** Casa cementerio.

3.7.2.3. Toma de información

Una vez se registró la dirección y el número de habitantes por vivienda seleccionada, se procedió a entregar las fundas codificadas a los propietarios de cada vivienda y se les indicó que se recogería la bolsa con residuos al día siguiente y posterior a eso se entregará una nueva funda, durante el tiempo establecido para la caracterización. Adicionalmente, se solicitó que procuren no cambiar sus hábitos o rutina diaria dentro de su hogar (Cantanhede et al., 2005: p. 1).

3.7.2.4. Determinación de la generación per cápita

Para la obtención de la producción per cápita (PPC) se realizó el pesaje de las muestras en campo y posteriormente se estableció la cantidad de basura diaria generada en todas las viviendas, para luego dividirlo entre el número total de personas muestreadas (Cantanhede et al., 2005: p. 6).

Una vez recolectadas las muestras se trasladó al espacio cubierto de la comunidad, el cual fue solicitado a la comunidad a través de una carta compromiso (Anexo A). En este lugar se realizó el pesaje de las fundas codificadas, para esta actividad se utilizó una balanza común. Para efectuar el cálculo de la generación per cápita, Cantanhede et al., (2005: p. 6), manifiesta que no se debe de considerar los datos de los residuos recolectados el primer día de la caracterización .

$$PPC = \frac{Wt}{Nt}$$

Ecuación 3-3: Ecuación para determinar la producción per cápita.

Donde:

Wt: peso de los residuos

Nt: número de habitantes

3.7.2.5. Determinación de la densidad de los residuos sólidos

Para determinar la densidad de los residuos, Cantanhede et al., (2005: p. 7), recomienda poner en práctica el siguiente procedimiento:

Paso 1: Verificar el número de fundas y pesos anotados sean los correctos.

Paso 2: Es necesario contar con un cilindro homogéneo de 100 litros aproximadamente, para

que sirva como un depósito estándar a fin de definir el volumen que ocupará los residuos, de la misma manera es necesario una balanza de pie.

Paso 3: Pesar el recipiente vacío (W_1) y determinar el volumen del mismo.

$$V = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot h}{4}$$

Ecuación 4-3: Ecuación para determinar el volumen del recipiente para los residuos.

Donde:

d: diámetro del recipiente

h: altura del recipiente

Paso 4: Depositar en el cilindro los residuos que fueron utilizados en el cuarteo sin hacer presión y mover de tal forma que se llenen los espacios vacíos en dicho recipiente. Para no realizar cálculos adicionales, es conveniente que el recipiente se encuentre lleno de residuos.

Paso 5: Obtener el peso total de la basura.

$$W_r = W_2 - W_1$$

Ecuación 5-3: Ecuación para determinar el peso total de los residuos sólidos.

Donde:

W_r : Peso total de los residuos (kg)

W_2 : Peso del recipiente lleno (kg)

W_1 : Peso del recipiente vacío (kg)

Paso 6: Obtener la densidad de la basura.

$$D = \frac{W_t}{V}$$

Ecuación 6-3: Ecuación para determinar la densidad de los residuos.

Donde:

D: densidad de los residuos (kg/m^3)

W_t : peso total de los residuos (kg)

V: volumen del cilindro (m^3)

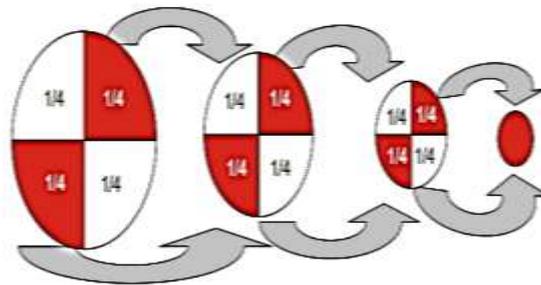
3.7.2.6. Composición física de los residuos

Paso 1: Contar con el uso de equipos de protección personal.

Paso 2: Constatar que los residuos que provienen del análisis de la densidad, estén codificados y separadas de acuerdo al tipo de generador y fuente de generación que provienen.

Paso 3: Romper las fundas y verterlas en el suelo limpio o sobre un plástico formando un montón, para luego homogenizar la muestra haciendo trozos los residuos que sean de gran proporción, hasta obtener un tamaño fácil de manipular.

Paso 4: En caso de tener un volumen grande de residuos utilizar el método de cuarteo, que consiste en dividir en cuatro partes y escoger las dos partes opuestas para formar un montón más pequeño, y si aún resulta un montón grande nuevamente repetir el método de cuarteo, repetir esta operación hasta obtener una muestra de 50 kg aproximadamente (Cantanhede et al., 2005: p. 7).



Primer montón

Figura 2-3. Método del cuarteo

Fuente: Cantanhede et al., 2005.

Paso 5: Separar por cada tipo de residuo.

Tabla 5-3: Tipos de residuos recolectados

TIPO DE RESIDUO O MATERIAL RECOLECTADO
Residuos orgánicos
Cartón y papel
Textil
Madera y residuos de plantas
Plástico
Metales
Vidrio
Otros (caucho, tierra, cuero, etc)

Fuente: Cantanhede et al., 2005.

Realizado por: Alvarez, Blanca, 2022.

Paso 6: Clasificar los residuos en recipientes de 50 litros.

Paso 7: Pesar los recipientes vacíos en una balanza antes de empezar la clasificación.

Paso 8: Pesar los recipientes con los distintos componentes y determinar por diferencia el peso de cada uno de los componentes

Paso 9: Registrar los datos en el cuaderno de campo (Cantanhede et al., 2005: p. 7).

3.7.2.7. Determinación porcentual de los residuos.

$$(\%) = \left(\frac{P_i}{W_t} \right) * 100$$

Ecuación 7-3: Ecuación para determinar el porcentaje de residuos.

Donde:

Pi: Peso de cada componente

Wt: Peso total de los residuos recolectados en un día

3.7.3. Materiales y equipos utilizados para el ensamblaje de las pilas de bocashi.

Todos los materiales y equipos manipulados durante el proceso de obtención de la materia prima utilizada para el armado de las pilas de abono y durante el desarrollo del proyecto se encuentran detalladas en la siguiente tabla.

Tabla 6-3: Materiales y equipos utilizados para armar y monitorear las pilas de abono.

MATERIALES/ EQUIPOS	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
Balanza	1 unidad	Se utilizó para el pesaje de los diferentes componentes de la pila de bocashi.
Calculadora	1 unidad	Utilizado para el cálculo (peso) de los materiales
Guantes de látex	2 pares	Se utilizó para la correcta manipulación de los materiales
Botas de caucho	1 par	Utilizada como medida de seguridad
Mascarillas	Varias unidades	Utilizada como medida de seguridad
Sacos nylon	Varias unidades	Se utilizó como material para almacenar los distintos componentes para el bocashi (gallinaza, tierra, aserrín, estiércol de ganado, carbón, ceniza)
Plástico de polietileno negro	3 metros	Permite el incremento de la temperatura de las pilas que tengan algún tipo de problema.
Carretilla	1 unidad	Utilizado para el transporte de materiales hacia el espacio destinado para el ensamblado de las pilas.
Pala metálica	1 unidad	Su función fue la mezcla y volteo de materiales al momento de formar los montículos de abono.
Libreta de campo	1 unidad	Se anotaron los cambios de temperatura, humedad y pH que experimentaron las pilas de abono.
Higrómetro	1 unidad	Permite la medición del porcentaje de humedad presente en la pila de bocashi
Termómetro	1 unidad	Mide la temperatura de cada pila.

Realizado por: Alvarez, Blanca, 2022.

3.7.4. Elaboración del abono tipo bocashi

El trabajo se llevó a cabo entre los meses de noviembre 2021 a febrero 2022; para la formación de las pilas se empleó las metodologías determinadas por Ramos et al., (2014: p. 4); Bertolí et al., (2015: p. 5); Restrepo (2007, p. 4), adaptándolas a la diversidad y cantidad de materiales que se encuentran

disponibles en la zona de estudio y sobre todo a la cantidad de residuos orgánicos que se obtuvieron como resultado de la caracterización.

3.7.4.1. Montaje de las pilas de bocashi

Para facilitar el proceso de degradación los residuos orgánicos recolectados durante la caracterización, estos fueron picados hasta obtener partículas de aproximadamente 2 a 5 cm, para luego ser esparcidos y secados a la sombra durante tres días, de igual forma el carbón fue triturado hasta obtener un tamaño de 2 a 3 cm, la ceniza y la tierra común fueron tamizadas para evitar la presencia de algún tipo de material extraño, por último, se procedió a diluirla melaza junto con la levadura de pan en un recipiente con agua no clorada (Bertolí et al., 2015: p. 23) en su publicación.

Para la formación de los montículos de bocashi, se consideró la metodología escrita por Román et al., (2013: p. 4), en la cual los materiales son ordenados en capas hasta formar una pila de forma trapezoidal. Posteriormente se realizaron volteos en los tres tratamientos para homogenizar los materiales orgánicos con la finalidad de formar una nueva pila, de una altura aproximada de 50 cm. Durante el mezclado se añadió agua no clorada para asegurar que el contenido de humedad de la pila se encuentre en el rango óptimo de 50-60% (Restrepo, 2007, p. 23).

La composición de cada una de las pilas está estrechamente relacionada con la cantidad y disposición de los materiales que pueden ser recolectados dentro de la comunidad “Sexta Cooperativa”, dado que, la idea es conformarlas tal como lo realizan comúnmente los agricultores en sus campos.

Tabla 7-3: Composición para las diferentes pilas de abono tipo bocashi

TRATAMIENTO	MATERIALES	CANTIDAD	ESTADO
PILA 1	Estiércol de vaca	18,5 kg	Fresco
	Ceniza	2,72 kg	Seco
	Carbón	2,72 kg	Seco
	Residuos orgánicos	17,5 kg	Fresco
	Estiércol de cuy	10,12 kg	Fresco
	Tierra	7,71 kg	Seco
	Aserrín	7,71 kg	Seco
	Melaza	1 L	Líquido
	Levadura para pan	1,5 kg	Sólido
PILA 2	Residuos orgánicos	22,69 kg	Fresco
	Cal	2,72 kg	Seco
	Aserrín	7,71 kg	Seco
	Tierra	7,21 kg	Seco
	Carbón triturado	2,72 kg	Seco
	Gallinaza	19,50 kg	Seco
	Melaza	1 L	Líquido
	Levadura para pan	1,5 kg	Sólido
PILA 3	Residuos orgánicos	24,28 kg	Fresco
	Aserrín	9,04 kg	Seco
	Gallinaza	19,9 kg	Seco
	Estiércol de vaca	10,3 kg	Fresco
	Carbón triturado	2,72 kg	Seco
	Cal	2,72 kg	Seco
	Tierra	7,71 kg	Seco
	Melaza	1 L	Líquido
	Levadura para pan	1,5 kg	Sólido

Realizado por: Alvarez, Blanca, 2022.

3.7.4.2. Control de la temperatura, humedad y aireación

Ya conformadas cada una de las pilas de abono, se comprobó el porcentaje de humedad que presentaba cada montículo, para luego dejar reposar por 24 horas el abono. Al día siguiente se midió la temperatura de las pilas. Mendivil et al., (2020: p. 2) manifiesta que la temperatura no debe de sobrepasar los 70°C, para proceder a realizar volteos y si las pilas no alcanzan a un rango de temperatura de 50°C a 60°C, se cubrirán con plásticos de polietileno de color negro durante los primeros días para que la temperatura aumente dentro de esta, por lo tanto, pasado este tiempo se volvió a medir la temperatura comprobando así su aumento, posterior a esto se realizó el primer volteo.

Para llevar un correcto control de la temperatura de las pilas, se realizó la medición de este parámetro dos veces por día, una en la mañana y otra en la tarde durante una semana, posteriormente se midió una vez por día, con ayuda de un termómetro digital portátil. El control de la humedad se hizo una vez al día, durante el tiempo que duró la degradación de la pila, con

ayuda de un higrómetro de jardín, además para tener mayor certeza se aplicó el método del tacto, la cual ha sido utilizada por muchos años por agricultores, este método consiste en apuñar una porción de tierra y exprimirla en la palma de la mano, permitiendo tener una estimación bastante aproximada de la humedad en el suelo (Martin, 2017, p. 3). Mientras que, para la aireación de las pilas se realizó mediante volteos manuales, la cual, se efectuó dos volteos por día durante la primera semana del tratamiento, posteriormente, sólo se realizó un volteo al día hasta que las pilas llegaron a una temperatura ambiente promedio. Una vez alcanzó esta temperatura se dio por terminado el volteo de las pilas y el abono pasó a la etapa de maduración, la cual tiene una duración de 60 días aproximadamente.

3.7.4.3. Tiempo de elaboración del bocashi y toma de muestras

Las tres pilas se armaron el 22 de noviembre del 2021 y el proceso finalizó el 25 de enero del 2022. Para la toma de muestras se consideró tres fechas dentro del tiempo que duró el estudio, la muestra inicial se tomó el día del montaje de la pila, luego se tomaron muestras una vez cada mes; para la toma de muestras se procedió a homogenizar correctamente cada pila, para luego ser dividida en cuatro partes iguales, hasta obtener una muestra representativa de 1 kg, tal como describe Cantanhede et al., (2005: p. 7) el método de cuarteo. Además, por cada tratamiento de recolectaron 3 muestras, las cuales fueron analizadas en el laboratorio.

3.7.4.4. Manejo y conservación de muestras de suelo

Las muestras de suelo fueron recolectadas en bolsas plásticas transparentes resellables, con cierre hermético. Posteriormente la muestra fue conservada en un lugar fresco y enviado lo antes posible al laboratorio, cuanto menos tiempo transcurra, más fidedignos serán los resultados, si llegara a haber demoras, no se debería mantener las muestras muy húmedas. Secarlas sobre una lona o plástico formando una capa no mayor a 2 o 3 cm de altura, teniendo la precaución de deshacer los terrones (Bolsa de Comercio de Rosario, 2019, p. 5).

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS

4.1. Determinación del número de muestras

4.1.1. Cálculo de la población de estudio

Para la ejecución en campo de este trabajo, fue necesario determinar el número exacto de viviendas dentro de la comunidad “Sexta Cooperativa”.

$$\text{Viviendas} = \frac{\text{Habitantes}}{\text{índice de personas por vivienda}}$$

$$\text{Viviendas} = \frac{248 \text{ Hab}}{2,45 \text{ hab/vivienda}}$$

$$\text{Viviendas} = 101 \text{ viviendas}$$

Ecuación 1-4: Ecuación para calcular la población de estudio

4.1.1.1. Cálculo del tamaño de la muestra

Se determinó el número de muestras a tomar en cuenta en la caracterización de residuos sólidos, por lo cual, se utilizó la fórmula de cálculo de muestras para poblaciones finitas.

$$n = \frac{(Z_{1-\alpha}^2)(N) * (\sigma^2)}{(N - 1)E^2 + (Z_{1-\alpha}^2)(\sigma^2)}$$

Donde:

σ^2 : Desviación estándar, si no se cuenta con esta información el valor a usar es de 0,20

$Z_{1-\alpha}^2$: Nivel de confianza generalmente 95% el cual presenta un valor de 1,96.

E : Error permisible 10 % de la producción per cápita de la población 0,058

N : Número total de viviendas, en este caso 101 viviendas

n : Número de muestras (viviendas que participaran en el estudio).

$$n = \frac{(1,96^2)(101) * (0,2^2)}{(101 - 1)0,058^2 + (1,96^2)(0,2^2)}$$

$$n = 32 \text{ muestras}$$

+10% imprevisto: 3

$$n = 35 \text{ muestras}$$

Ecuación 2-4: Ecuación para calcular el tamaño de las muestras.

4.1.2. Ejecución de la encuesta a la muestra poblacional

Una vez que se realizó la distribución y previa socialización con los moradores de la comunidad “Sexta Cooperativa”, se realizó las encuestas a los jefes de hogar de cada vivienda, además se les entrego una funda negra codificada, para posteriormente, explicarles que debían depositar todos los residuos que generen dentro del hogar con excepción de los residuos sanitarios. Dentro de la encuesta consta los datos personales de la persona encargada de entregar los desechos, como también el número de habitantes por vivienda (Anexo B).

4.1.2.1. Resultados de la encuesta realizada a la población

¿Cuántas personas conforman su hogar?

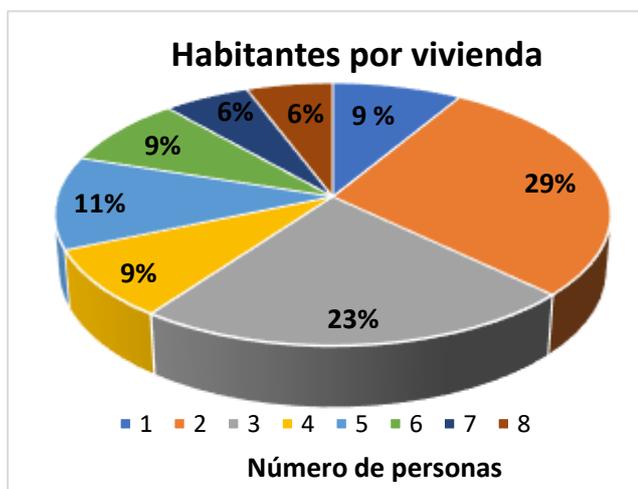


Gráfico 1-4: Cuántas personas conforman su hogar?

Realizado por: Alvarez, Blanca, 2022.

Como se puede observar en el gráfico 1-4, el 29% de las viviendas encuestadas están conformadas por 2 personas, el 23 % de las viviendas están formadas por 3 personas, un 11 % están conformadas por 3 personas, mientras que el 9% de las viviendas por 4 a 6 habitantes y el 6% de viviendas constan de 7 a 8 personas.

¿Conoce usted sobre los residuos sólidos?



Gráfico 2-4: ¿Conoce usted sobre los residuos sólidos?

Realizado por: Alvarez, Blanca, 2022.

En el gráfico 2-4, el 66% de las personas encuestadas conoce sobre los residuos sólidos, mientras que un 34% de las personas desconoce del tema.

¿Ha recibido algún tipo de capacitación acerca del manejo de los residuos sólidos?

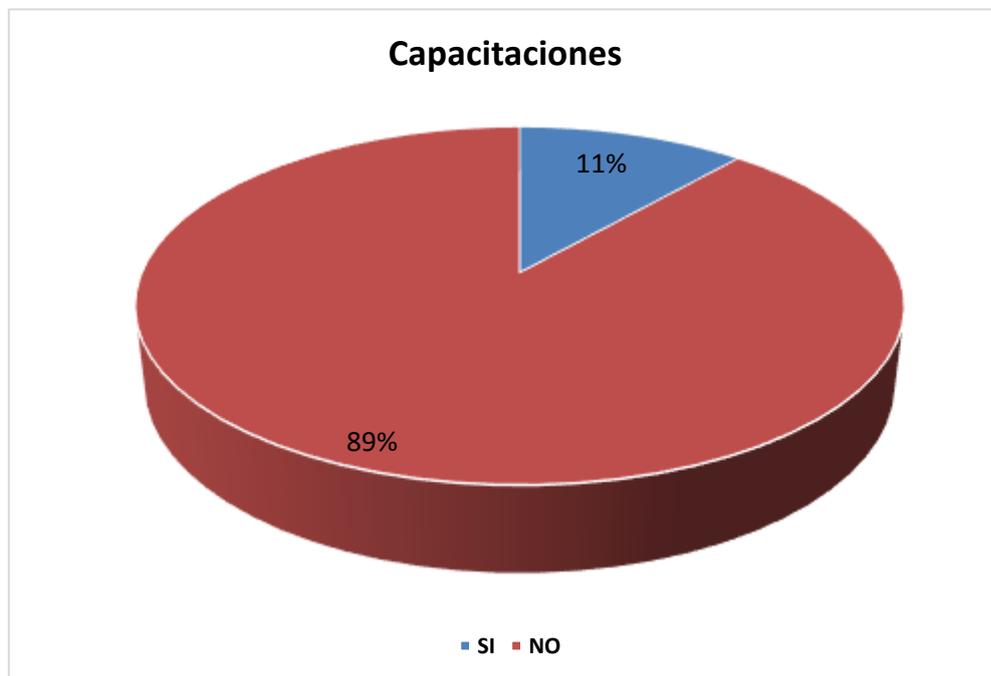


Gráfico 3-4: ¿Ha recibido algún tipo de capacitación acerca del manejo de los RS?

Realizado por: Alvarez, Blanca, 2022.

En el gráfico 3-4, el 89% de los habitantes encuestados no han recibido capacitaciones acerca del manejo de los residuos sólidos, mientras que el 11% de la población la ha recibido, pero fuera de la comunidad.

¿Qué tipo de depósitos utiliza para almacenar la basura?

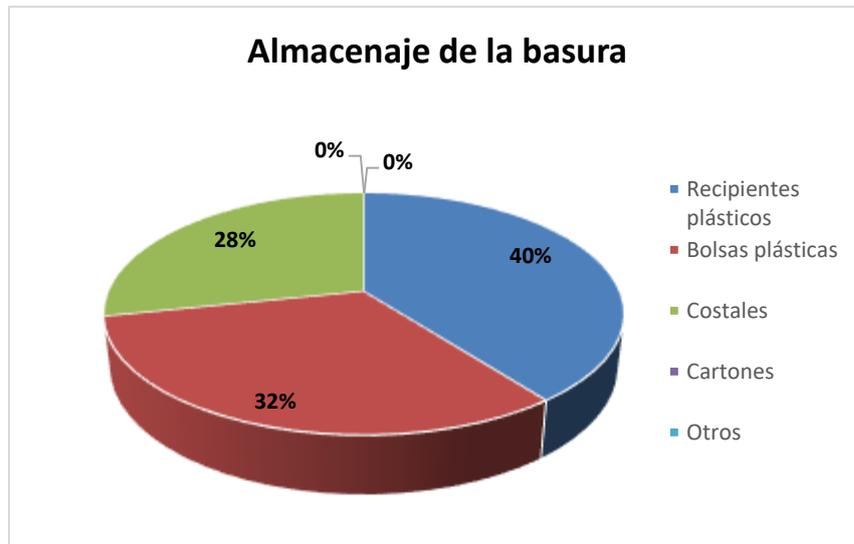


Gráfico 4-4: ¿Qué tipo de depósito utiliza para almacenar la basura?

Realizado por: Alvarez, Blanca, 2022.

En el gráfico 4-4, el 40% de las personas almacenan la basura en recipientes plásticos, el 32% lo hacen en bolsas plásticas y el 28% de los encuestados lo depositan en costales. mientras que ninguno de los habitantes opta por depositar los desechos en cartones.

¿Qué disposición final da a los residuos sólidos?

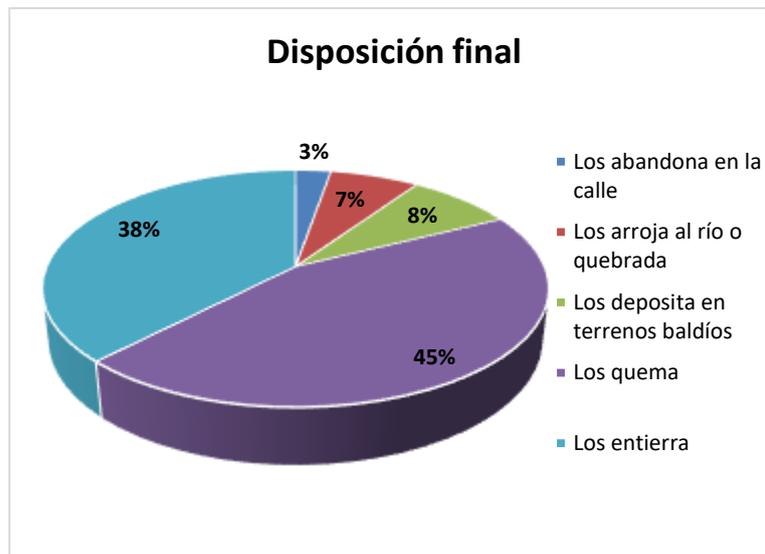


Gráfico 5-4: ¿Qué disposición final da a los residuos sólidos?

Realizado por: Alvarez, Blanca, 2022.

Del total de las personas encuestadas y como se presenta en el gráfico 5-4, el 45% quema los residuos sólidos en sus hogares, seguido de un 38%, quienes entierran los residuos orgánicos, un 8% de quienes lo depositan en terrenos baldíos, mientras que el 7% opta por arrojar la basura a ríos o quebradas y por último el 3% de las personas abandonan sus residuos en las calles.

¿Conoce los beneficios que aporta los residuos orgánicos a la agricultura?

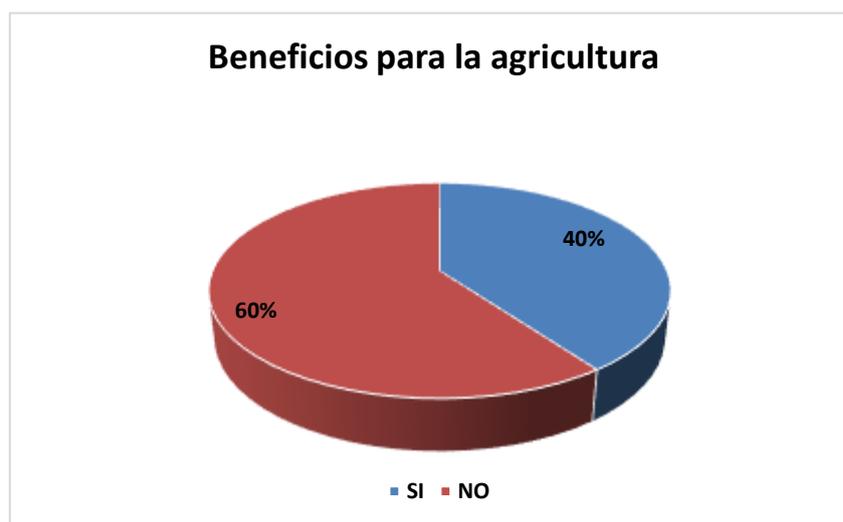


Gráfico 6-4: ¿Conoce los beneficios que aporta los RO a la agricultura?

Realizado por: Alvarez, Blanca, 2022.

Según el gráfico 6-4, el 60% de los encuestados desconoce en su totalidad los beneficios que aportan los residuos orgánicos a la agricultura, mientras que el 40% de la población manifiesta

que conocen algo del tema, debido a que utilizan los residuos orgánicos como abono, pero estos no son tratados adecuadamente, sino que son colocados directamente en los cultivos.

¿Conoce sobre alternativas que se pueden dar a los residuos sólidos?

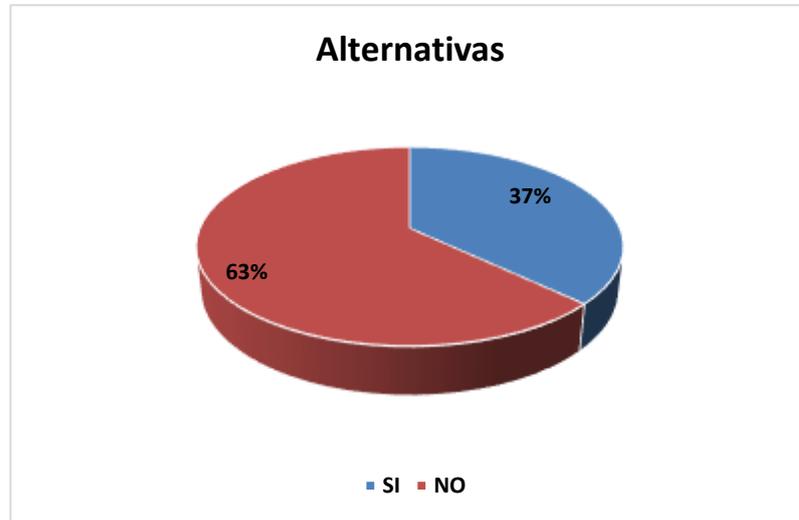


Gráfico 7-4: Conoce sobre alternativas que se pueden dar a los RS?

Realizado por: Alvarez, Blanca, 2022.

Como se muestra en el gráfico 7-4, el 63% de las personas conoce diversas alternativas que se pueden que se pueden emplear para darle un mejor uso a los residuos sólidos, mientras que el 37% de los habitantes desconoce de las alternativas que se pueden dar a los RS. Este resultado coincide con el resultado del gráfico 3-4. En el que muestra que el 89% de la población de la comunidad “Sexta Cooperativa” no ha recibido ningún tipo de capacitación.

¿Alguna vez ha realizado compostaje con residuos orgánicos?

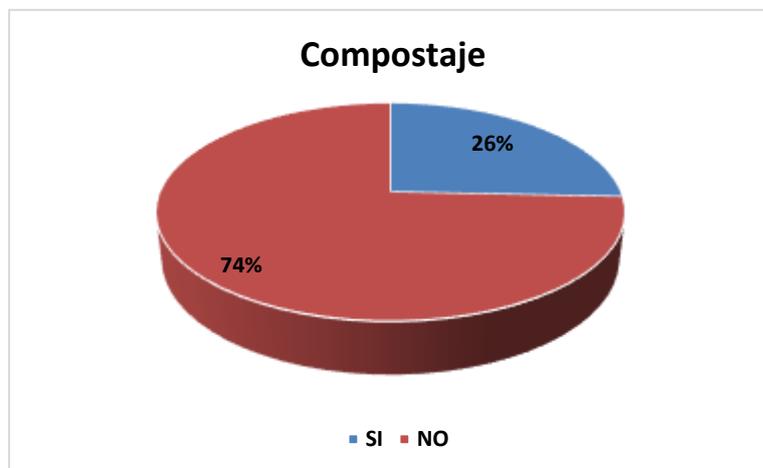


Gráfico 8-4: ¿Alguna vez ha realizado compostaje con RO?

Realizado por: Alvarez, Blanca, 2022.

Podemos observar en el gráfico 8-4, que el 74% de los encuestados jamás han realizado compostaje en sus hogares, mientras que el 26% restante a intentado hacerlo, pero solo dejando descomponer los residuos orgánicos conjuntamente con guano de cuy, para luego depositarlo en sus cultivos.

¿Usted ha escuchado hablar acerca del bocashi?

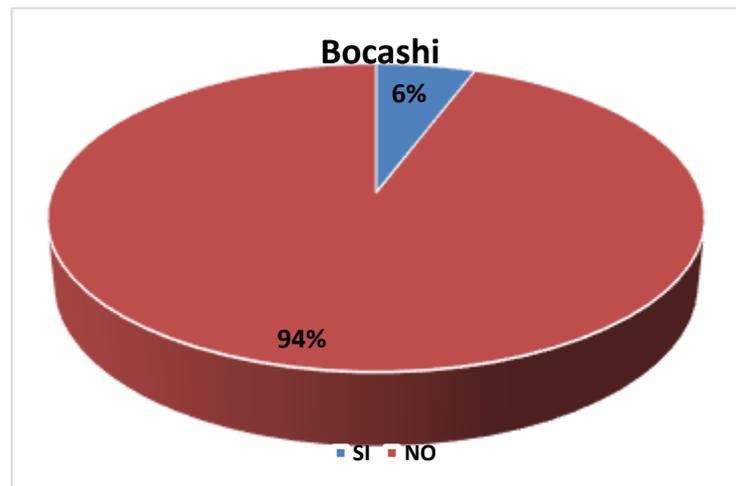


Gráfico 9-4: ¿Usted ha escuchado hablar acerca del bocashi?

Realizado por: Alvarez, Blanca, 2022.

Según el gráfico 9-4, el 94% de las personas encuestadas no conocen el bocashi y desconocen el proceso para su elaboración, mientras que el 6% restante han escuchado este término, pero no con profundidad. Esto concuerda con los resultados del gráfico 3-4, en el cual se muestra que el 11% de los encuestados han recibido capacitaciones.

¿Estaría dispuesto a aprender a cerca de la elaboración del bocashi en su comunidad?

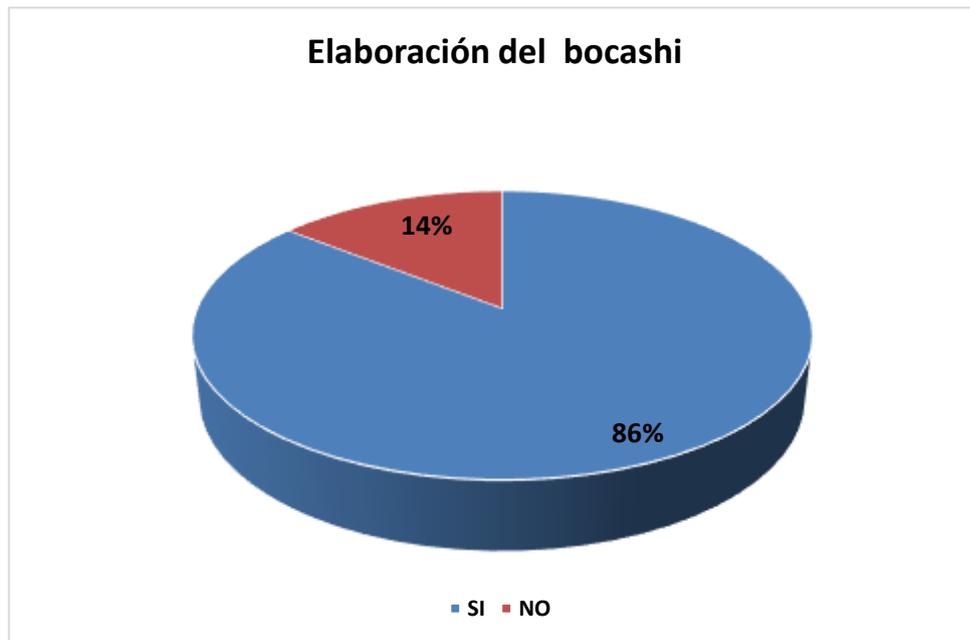


Gráfico 10-4: ¿Estaría dispuesto a aprender a cerca de la elaboración del bocashi?

Realizado por: Alvarez, Blanca, 2022.

Como se muestra en el gráfico 10-4, el 86% de la población encuestada si está dispuesta a aprender sobre el proceso de elaboración del bocashi, mientras que el 14% de los encuestados manifiestan que por falta de tiempo no podrían asistir a capacitaciones para aprender de este tema.

4.1.3. Resultados de la caracterización de los residuos sólidos

4.1.3.1. Generación de residuos sólidos dentro de la comunidad.

La recolección de los residuos generados por las familias de la comunidad se llevó a cabo en el mes de noviembre durante 8 días consecutivos en el horario de 10:00 am, este horario se eligió debido a que la mayoría de los habitantes de la comunidad salen de sus domicilios muy temprano a sus labores diarios. En la tabla 1-4, se detalla los valores obtenidos de la recolección de los residuos sólidos por día.

Tabla 1-4: Generación de residuos por día en la comunidad “Sexta Cooperativa”

Generación de residuos por día									
$\left(\frac{Kg}{día}\right)$									
N° vivienda	Código	Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
		Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles
1	CP05	1,86	0,54	1,86	0,54	0,68	0,27	0,91	0,27
2	CA30	0,95	0,50	0,45	0,27	0,27	0,23	0,18	0,54
3	CF34	0,45	0,64	1,32	1,00	0,54	1,13	0,82	0,68
4	CS17	0,27	0,27	0,00	0,09	0,09	0,45	0,36	0,00
5	CS14	0,09	0,41	0,41	0,45	0,54	0,54	0,18	0,91
6	CI23	0,36	0,27	0,41	0,36	0,23	0,23	0,18	0,45
7	CP07	0,23	0,68	0,54	1,00	0,50	0,91	0,23	1,91
8	CP02	2,59	1,18	2,77	2,72	1,23	0,68	2,72	2,00
9	CS18	0,50	2,04	0,50	2,95	1,91	2,00	1,13	1,00
10	CI25	0,86	0,50	0,68	0,82	0,95	0,27	0,54	0,54
11	CA31	2,13	0,45	0,45	0,50	0,50	0,91	0,23	0,68
12	CD39	0,23	0,18	0,14	0,00	0,23	0,23	0,23	0,18
13	CVS41	1,81	0,09	0,23	0,18	0,68	2,54	0,54	0,91
14	CP03	1,81	0,91	2,18	1,59	2,72	2,36	2,27	2,09
15	CVS43	4,08	1,41	0,91	1,18	0,23	0,64	0,91	1,36
16	CS11	1,68	0,09	0,45	0,91	0,68	0,18	0,68	1,13
17	CA32	0,23	0,82	0,09	1,72	0,45	1,00	0,36	0,45
18	CP06	0,50	0,91	1,00	1,36	1,13	1,81	1,36	0,68
19	CE40	0,54	0,86	0,45	0,23	0,64	0,45	0,91	0,68
20	CS15	0,18	0,18	0,23	0,18	0,23	0,18	0,18	0,18
21	CF38	1,45	0,09	0,68	0,23	1,36	0,09	1,59	0,64
22	CA28	0,45	0,18	0,91	0,14	0,18	1,00	0,91	0,36
23	CP13	0,23	0,09	0,23	0,09	0,09	0,09	0,23	0,45
24	CI24	2,59	1,72	1,13	1,81	1,81	2,00	1,59	1,36
25	CA29	1,13	0,54	0,09	1,36	0,09	0,91	0,91	0,45
26	CVS42	0,91	0,23	0,50	1,00	0,91	1,36	0,36	0,91
27	CF35	0,45	0,23	0,23	1,13	1,86	0,68	1,59	0,45
28	CS08	4,26	0,45	0,64	0,91	1,27	0,91	2,18	1,00
29	CI26	0,41	0,50	0,54	0,09	0,45	0,09	0,45	0,82
30	CS16	1,36	0,09	0,23	0,09	0,27	0,18	0,09	1,13
31	CS10	8,53	0,36	0,73	0,68	0,73	0,36	0,27	1,18
32	CF36	0,36	0,32	0,45	0,77	0,73	0,45	0,27	0,91
33	CS19	1,00	0,09	0,23	0,09	1,63	0,45	0,23	0,68
34	CS12	0,41	0,09	0,23	0,54	0,09	0,23	0,18	0,23
35	CS09	1,81	0,45	0,86	0,09	0,68	1,59	0,45	1,27
TOTAL		46,73	18,38	22,73	27,09	26,59	27,40	26,23	28,49

Realizado por: Alvarez, Blanca, 2022.

Durante los 7 días que duro la caracterización dentro de la comunidad de estudio, se recolectaron un total de 176,91 kg de residuos sólidos, para determinar este valor no se tomó en cuenta los residuos del día 0.

4.1.3.2. Producción per cápita (PPC)

La tabla 2-4 presenta los valores obtenidos de la PPC de cada vivienda muestreada durante el periodo de caracterización. para el cálculo de la PPC se empleó la ecuación 3-3.

Tabla 2-4: Producción per cápita en la comunidad Sexta Cooperativa"

Producción per cápita									
$\left(\frac{Kg}{Hab.* día}\right)$									
N° vivienda	Código	N° Habitantes	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
			Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles
1	CP05	3	0,18	0,62	0,18	0,23	0,09	0,30	0,09
2	CA30	7	0,07	0,06	0,04	0,04	0,03	0,03	0,08
3	CF34	3	0,21	0,44	0,33	0,18	0,38	0,27	0,23
4	CS17	1	0,27	0,00	0,09	0,09	0,45	0,36	0,00
5	CS14	2	0,20	0,20	0,23	0,27	0,27	0,09	0,45
6	CI23	3	0,09	0,14	0,12	0,08	0,08	0,06	0,15
7	CP07	7	0,10	0,08	0,14	0,07	0,13	0,03	0,27
8	CP02	5	0,24	0,55	0,54	0,25	0,14	0,54	0,40
9	CS18	8	0,26	0,06	0,37	0,24	0,25	0,14	0,12
10	CI25	5	0,10	0,14	0,16	0,19	0,05	0,11	0,11
11	CA31	3	0,15	0,15	0,17	0,17	0,30	0,08	0,23
12	CD39	2	0,09	0,07	0,00	0,11	0,11	0,11	0,09
13	CVS41	5	0,02	0,05	0,04	0,14	0,51	0,11	0,18
14	CP03	2	0,45	1,09	0,79	1,36	1,18	1,13	1,04
15	CVS43	5	0,28	0,18	0,24	0,05	0,13	0,18	0,27
16	CS11	2	0,05	0,23	0,45	0,34	0,09	0,34	0,57
17	CA32	8	0,10	0,01	0,22	0,06	0,12	0,05	0,06
18	CP06	6	0,15	0,17	0,23	0,19	0,30	0,23	0,11
19	CE40	3	0,29	0,15	0,08	0,21	0,15	0,30	0,23
20	CS15	2	0,09	0,11	0,09	0,11	0,09	0,09	0,09
21	CF38	2	0,05	0,34	0,11	0,68	0,05	0,79	0,32
22	CA28	1	0,18	0,91	0,14	0,18	1,00	0,91	0,36
23	CP13	3	0,03	0,08	0,03	0,03	0,03	0,08	0,15
24	CI24	6	0,29	0,19	0,30	0,30	0,33	0,26	0,23
25	CA29	4	0,14	0,02	0,34	0,02	0,23	0,23	0,11
26	CVS42	3	0,08	0,17	0,33	0,30	0,45	0,12	0,30
27	CF35	2	0,11	0,11	0,57	0,93	0,34	0,79	0,23
28	CS08	2	0,23	0,32	0,45	0,64	0,45	1,09	0,50
29	CI26	3	0,17	0,18	0,03	0,15	0,03	0,15	0,27
30	CS16	6	0,02	0,04	0,02	0,05	0,03	0,02	0,19

31	CS10	4	0,09	0,18	0,17	0,18	0,09	0,07	0,29
32	CF36	4	0,08	0,11	0,19	0,18	0,11	0,07	0,23
33	CS19	2	0,05	0,11	0,05	0,82	0,23	0,11	0,34
34	CS12	1	0,09	0,23	0,54	0,09	0,23	0,18	0,23
35	CS09	2	0,23	0,43	0,05	0,34	0,79	0,23	0,64
TOTAL			0,15	0,23	0,22	0,26	0,26	0,28	0,26

Realizado por: Alvarez, Blanca, 2022.

Una vez obtenido los resultados de la PPC de los siete días de recolección, se procede a calcular la producción per cápita promedio, la misma que, sirvió como dato para calcular la cantidad de residuos que genera una persona al día dentro de la comunidad de estudio. Con los valores obtenidos en la tabla 3-4, se determinó que cada habitante de la comunidad, produce en promedio 0,24 kg de residuos por día.

Tabla 3-4: Producción per cápita promedio

N° vivienda	Código	N° Habitante	Producción per cápita promedio $\left(\frac{Kg}{hab. día}\right)$
1	CP05	3	0,24
2	CA30	7	0,05
3	CF34	3	0,29
4	CS17	1	0,18
5	CS14	2	0,25
6	CI23	3	0,10
7	CP07	7	0,12
8	CP02	5	0,38
9	CS18	8	0,21
10	CI25	5	0,12
11	CA31	3	0,18
12	CD39	2	0,08
13	CVS41	5	0,15
14	1CP03	2	1,01
15	CVS43	5	0,19
16	CS11	2	0,29
17	CA32	8	0,09
18	CP06	6	0,20
19	CE40	3	0,20
20	CS15	2	0,10
21	CF38	2	0,33
22	CA28	1	0,53
23	CP13	3	0,06
24	CI24	6	0,27
25	CA29	4	0,16
26	CVS42	3	0,25
27	CF35	2	0,44
28	CS08	2	0,53
29	CI26	3	0,14
30	CS16	6	0,05

31	CS10	4	0,15
32	CF36	4	0,14
33	CS19	2	0,24
34	CS12	1	0,23
35	CS09	2	0,39
TOTAL		127	0,24

Realizado por: Alvarez, Blanca, 2022.

4.1.3.3. Densidad de los residuos sólidos

Para determinar la densidad total de los residuos recolectados durante los 8 días de recolección, es necesario contar con el volumen del recipiente en el cual se pesó los residuos sólidos domiciliarios (ecuación 4-3). Además, es necesario establecer el peso total de los residuos por día (ecuación 5-3).

- Volumen del cilindro

$$V = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot h}{4}$$

Donde:

V: volumen del cilindro (m³)

d: diámetro del cilindro (m)

h: altura del recipiente (m)

π: 3.1415 constante

$$V = \frac{\pi * (0.565 \text{ m})^2 * (0.426 \text{ m})}{4}$$

$$V = 0.1 \text{ m}^3$$

Ecuación 3-4: Ecuación para el cálculo del volumen del recipiente.

- Peso total de los residuos

$$Wr = W2 - W1$$

Donde:

Wr: Peso total de los residuos (kg)

W2: Peso del recipiente lleno (kg)

W1: Peso del recipiente vacío (kg), en este caso fue 7,94 kg.

Tabla 4-4: Cálculo del peso total de los residuos.

Día	W1 (kg)	W2 (kg)	Wr (kg)
0	7,94	29,08	21,14
1	7,94	27,31	19,37
2	7,94	28,77	20,83
3	7,94	27,77	19,83
4	7,94	28,40	20,46
5	7,94	28,36	20,42
6	7,94	28,90	20,96
7	7,94	28,13	20,19

Realizado por: Alvarez, Blanca, 2022.

En la tabla 5-4, se encuentran detallada la densidad de los residuos sólidos obtenidos durante el tiempo que duró la caracterización dentro de la comunidad “Sexta Cooperativa”.

Tabla 5-4: Densidad total de los residuos sólidos

Día	Vol. Recipiente (m3)	Peso total de residuos (kg)	Densidad (kg/m3)
0	0,1	21,14	211,43
1	0,1	19,37	193,74
2	0,1	20,83	208,26
3	0,1	19,83	198,28
4	0,1	20,46	204,63
5	0,1	20,42	204,17
6	0,1	20,96	209,62
7	0,1	20,19	201,91
TOTAL			1420,60

Realizado por: Alvarez, Blanca, 2022.

4.1.3.4. Generación y composición de residuos sólidos

Tal como se aprecia en la tabla 6-4, los residuos que mayor generación ha presentado dentro de la comunidad son los residuos orgánicos, pues durante el tiempo que duro este estudio se recolecto un total de 64,47 kg de este residuo. Mientras que los residuos del cartón y papel tienen un peso de 1,63 kg, aunque esta cantidad no es significativa en comparación con los residuos orgánicos.

Tabla 6-4: Generación de residuos sólidos de la comunidad "Sexta Cooperativa"

Generación de los residuos sólidos por día								
Tipo de residuo	Día 1 kg	Día 2 kg	Día 3 kg	Día 4 kg	Día 5 kg	Día 6 kg	Día 7 kg	Peso total kg
Orgánicos	5,44	10,16	10,44	11,57	8,71	10,44	7,71	64,47
Cartón y papel	0,23	0,23	0,18	0,23	0,09	0,23	0,45	1,63
Textil	0,09	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00	0,09	0,27
Plástico	0,73	1,36	0,50	0,68	0,91	0,64	0,68	5,49
Metales	0,09	0,18	0,09	0,23	0,09	0,18	0,18	1,04
Vidrio	0,18	0,09	0,00	0,09	0,00	0,00	0,23	0,59
Peligrosos	0,05	0,05	0,09	0,05	0,18	0,18	0,23	0,82
Otros (Caucho, tierra, cerámica, madera)	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,14
TOTAL	6,85	12,07	11,30	12,93	9,98	11,66	9,66	74,46

Realizado por: Alvarez, Blanca, 2022.

Para determinar la composición porcentual de los residuos sólidos domiciliarios generados dentro de la zona de estudio, se aplicó la ecuación 7-3 detallada anteriormente. Teniendo como resultado que, del total de residuos recolectados durante los 7 días de estudio, el 86,01% fueron residuos orgánicos, tal como se muestra a continuación en la tabla 7-4.

Tabla 7-4: Composición porcentual de los residuos sólidos recolectados por día

Composición porcentual de residuos sólidos por día								
Tipo de residuo	Día 1 %	Día 2 %	Día 3 %	Día 4 %	Día 5 %	Día 6 %	Día 7 %	Composición % Total
Orgánicos	79,47	84,21	92,37	89,47	87,27	89,49	79,81	86,01
Cartón y papel	3,31	1,88	1,61	1,75	0,91	1,95	4,69	2,30
Textil	1,32	0,00	0,00	0,70	0,00	0,00	0,94	0,42
Plástico	10,60	11,28	4,42	5,26	9,09	5,45	7,04	7,59
Metales	1,32	1,50	0,80	1,75	0,91	1,56	1,88	1,39
Vidrio	2,65	0,75	0,00	0,70	0,00	0,00	2,35	0,92
Peligrosos	0,66	0,38	0,80	0,35	1,82	1,56	2,35	1,13
Otros (Caucho, tierra, cerámica, madera)	0,66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,94	0,23
TOTAL	100							

Realizado por: Alvarez, Blanca, 2022.

4.1.4. Elaboración y caracterización de bocashi a partir de RSO

4.1.4.1. Parámetros de control analizados

- Temperatura

En el gráfico 11-4, se observó que la temperatura de la pila 1 durante los primeros días no alcanzo las temperaturas altas, posiblemente se haya debido al exceso de humedad de los diferentes tipos de materiales utilizados en la mezcla, pudiendo afectar la actividad microbiológica por la falta de oxigenación dentro de esta pila (Restrepo, 2007, p. 18). Resultados similares se obtuvieron en el trabajo realizado por Moreno (2019, p. 49), donde las pilas no alcanzaron las temperaturas óptimas. Las pilas 2 y 3 presentaron temperaturas altas (>50 °C), dentro de las primeras 14 horas de haber iniciado el proceso, por lo tanto, es posible atribuir estos valores a una alta actividad microbiológica dentro del bocashi (Restrepo y Hensel, 2009: p. 18).

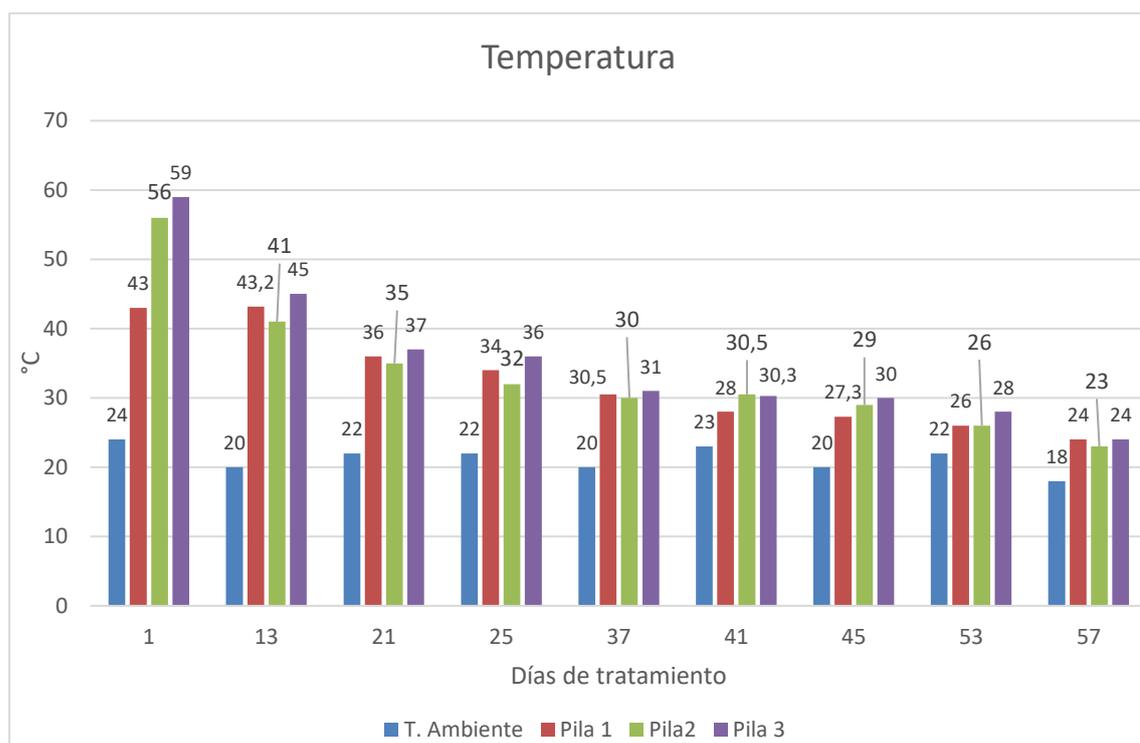


Gráfico 11-4: Variación de temperatura de las pilas

Realizado por: Alvarez, Blanca, 2022.

Tal como se puede observar en el gráfico 11-4, la pila que mayor temperatura tuvo al inicio del tratamiento fue la pila 3 con 59 °C, la pila 2 con 56 °C y la pila 1 con 43 °C, debido al incremento de la actividad microbiana de la diversidad de componentes de las pilas y su riqueza de nutrientes (Moreno, 2019, p. 49), además alcanzar altas temperaturas como estas favorece el

proceso de destrucción de microorganismos patógenos y acelera la descomposición de la materia orgánica (Ramos et al., 2014: p. 6).

En todas las pilas la fase de fermentación duró aproximadamente 7 días, esto ayudó a la eliminación patógenos, parásitos y semillas (Varela y Basil, 211: p. 4). En los siguientes 20 días las pilas entraron a la etapa mesofílica en la que la temperatura del abono comienza a bajar provocando una disminución en la actividad microbiana, esto se lo relaciona con el agotamiento de la fuente energética que retroalimentaba el proceso (Bertolí, Terry y Ramos, 2015: p. 21).

Durante esta etapa se visualizó el aumento y caída de temperatura en cada una de las pilas, posiblemente sea debido a la añadidura de agua, provocando así, que las poblaciones microbianas vuelvan a activarse (Soto y Meléndez, 2004: p. 4). En la etapa de maduración las pilas presentaron temperaturas promedio cercanas a la temperatura ambiente, esta etapa duró 30 días, en donde la degradación de los materiales orgánicos que todavía permanecen fue más lenta, para luego llegar a su estado ideal (Bertolí et al., 2015: p. 21).

- Potencial de hidrógeno (pH)

Los valores de pH presentados en el gráfico 12-4, varían en función de la naturaleza de los materiales originales a partir de los cuales se conformaron las pilas (tabla 7-3), ya que algunas materias primas pueden aumentar el pH, como es el caso de la ceniza y la cal orgánica (Ramos y Terry, 2014: p. 53).

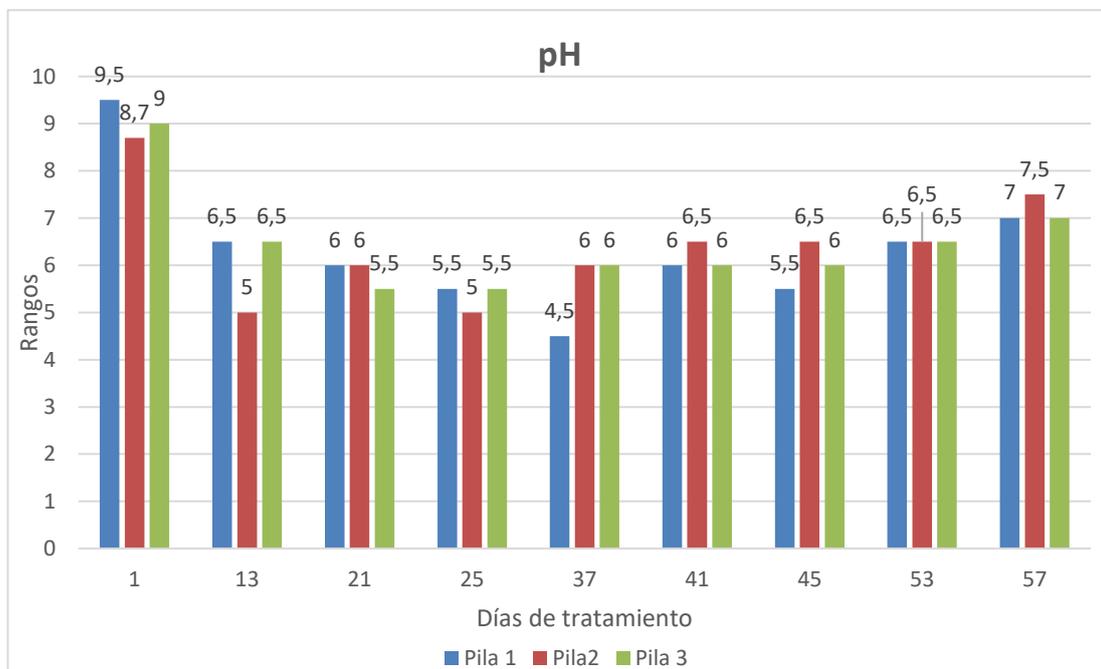


Gráfico 12-4: Variación del pH en cada una de las pilas

Realizado por: Alvarez, Blanca, 2022.

Los valores iniciales de pH en las pilas 1 y 3 fueron de: 9,5 y 9 respectivamente, mientras que la pila 2 tuvo un valor de 8,7. En los primeros 7 días se detectó un descenso en las pilas 1 y 3, ocasionado por la intervención de los microorganismos sobre la materia orgánica, produciendo una liberación de ácidos orgánicos, mientras que la pila 2 aumento su valor inicial (Albarracín, 2019, p. 35). Jordán y Pizarro (2020: p. 26) explica que esto se debe a la degradación de los compuestos ácidos y la mineralización de los compuestos que contienen nitrógeno en formas de amoníaco. Los valores finales de pH de las pilas 1 y 2 fueron de 7, mientras que en la pila 3 se obtuvo un valor de 7,5, estos valores se encuentran dentro del rango establecido por Restrepo (2007, p. 23), el cual manifiesta que la elaboración de este tipo de abono requiere que el pH se encuentre en un rango de 6 a 7,5, por lo cual, resultados altos inhiben la actividad microbiana durante el proceso de degradación de los materiales.

- Conductividad Eléctrica (CE)

Según Gordillo (2010, p. 55), la CE tiende a aumentar durante el proceso de compostaje por la mineralización de la materia orgánica, lo cual favorece al aumento en la concentración de nutrientes.

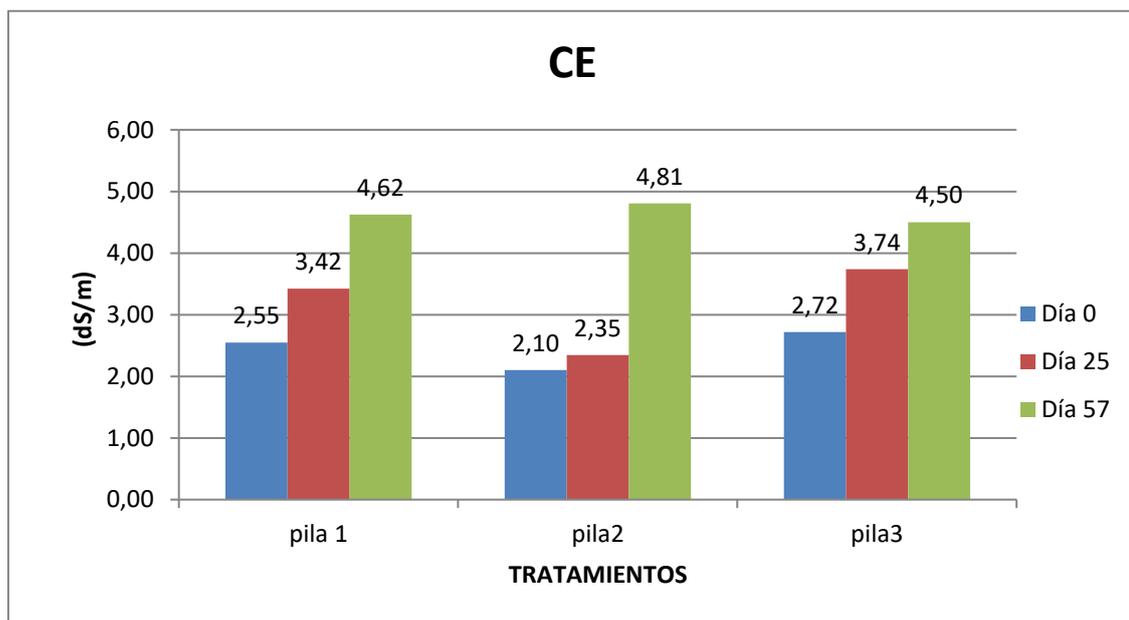


Gráfico 13-4: Variación de CE en cada tratamiento

Realizado por: Alvarez, Blanca, 2022.

Como se puede observar en el gráfico 13-4, en todas las pilas de bocashi hay una tendencia al aumento de este parámetro. Resultados similares se obtuvieron en Moreno (2019, p. 52), en el cual se evidencio que en el periodo de maduración los valores de CE aumentaron más. De la misma manera, manifiesta que es posible que estos valores estén relacionados con la transformación de la materia orgánica y la liberación de sales con el paso del tiempo de los diferentes tipos de

estiércoles compostados (Irshad et al., 2013: p. 5). Todas las pilas presentaron una CE inferior a 6 dS/m, lo cual, es el valor óptimo para un abono orgánico sea considerado de buena calidad (The Us Composting Council, 2001, p. 11).

4.1.4.2. Parámetros fisicoquímicos

- **Materia Orgánica (MO)**

El gráfico 14-4, refleja la variación que tuvo la materia orgánica en todas las pilas, el porcentaje de MO inicial de la pila 1 fue el más alto con 59,88 %, seguido de las pilas 3 y 2 (58,40% y 50,62 % respectivamente). Los variación de MO pueden deberse a los materiales al momento del montaje de las pilas de bocashi (Ramos y Terry, 2014: p. 5). La composición de cada pila se encuentra detallada en la tabla 8-3.

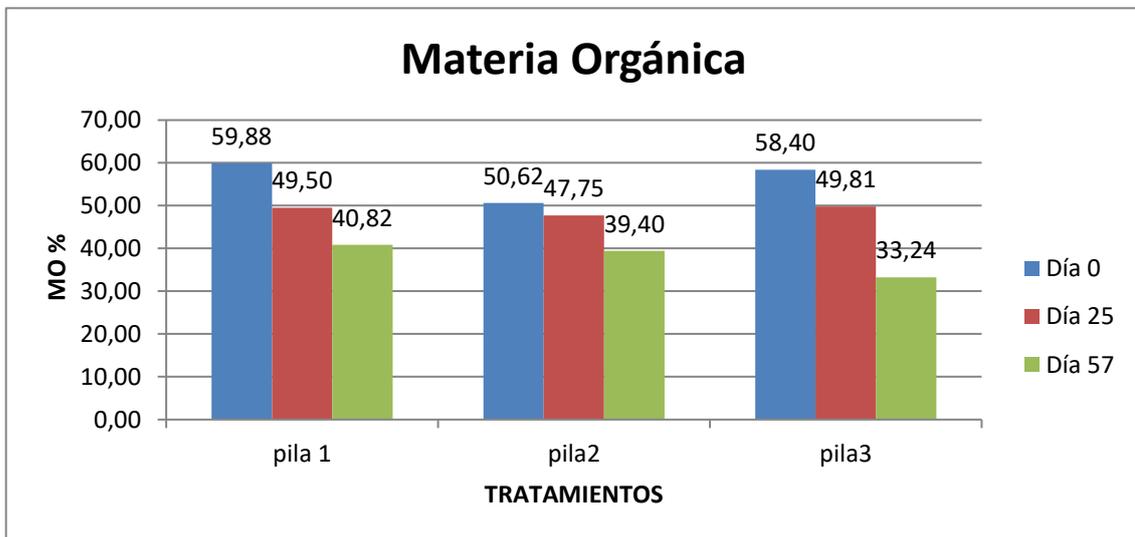


Gráfico 14-4: Variación de la materia orgánica

Realizado por: Alvarez, Blanca, 2022.

Al final del proceso se pudo observar que la pila 1 presento el mayor porcentaje de MO con 40,82 %, seguido de la pila 2 (39,40%) y la pila 3 (33,24%). Es así que, Pérez et al., (2008: p. 18) manifiesta que el porcentaje de MO presente en un abono depende de los materiales que se eligen, dado que, los mayores valores obtenidos de este parámetro se encuentran en los residuos animales en relación a los vegetales. Según Pierre et al., (2009: p. 7) el rango de MO en un abono de calidad debe estar entre 25 y 70%, los valores obtenidos en la investigación se encuentran en el rango establecido por el autor.

- Relación Carbono/Nitrógeno (C/N)

Castillo (2015, p. 18), señala que carbono y el nitrógeno son constituyentes básicos de la materia orgánica y para que un abono orgánico sea considerado de buena calidad, debe existir un balance C/N adecuado. Esta igualdad es tomada en cuenta como el índice de velocidad en la que un organismo logra desintegrar por completo la materia orgánica (Ramos et al., 2014: p. 5).

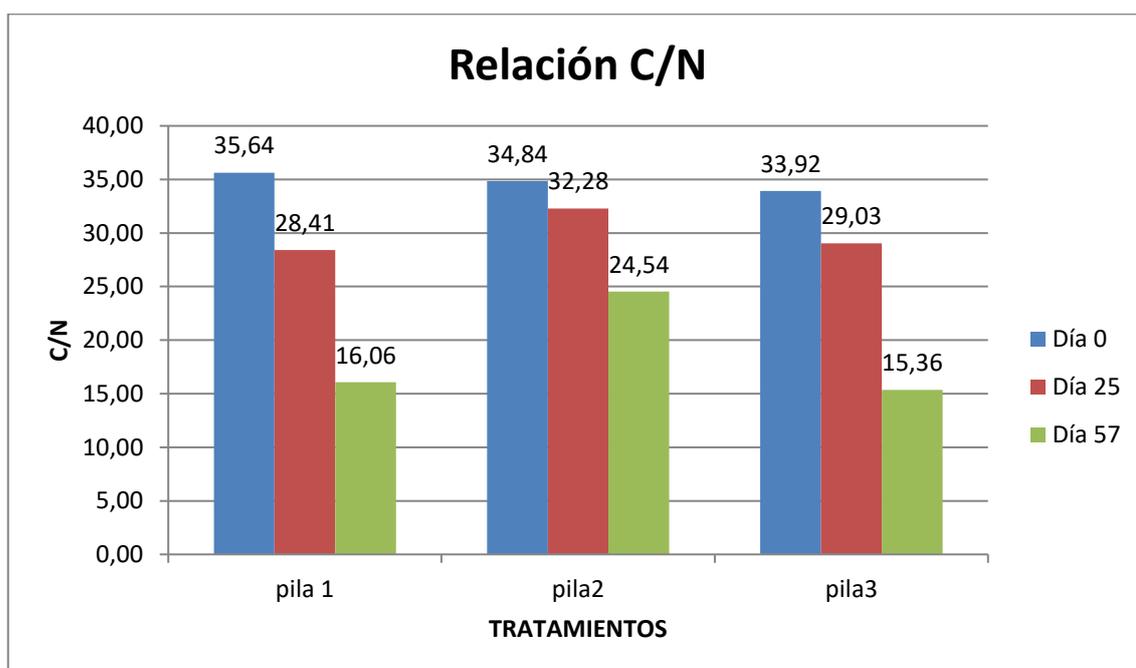


Gráfico 1-4: Variación de la relación C/N

Realizado por: Alvarez, Blanca, 2022.

En el gráfico 15-4 se puede observar la relación C/N inicial y final de las pilas, la pila 2 presento el valor inicial más alto con 24,54, luego la pila 1 (16,06) y por último la pila 3 con el valor más bajo de 15,36. La relación C/N cambia conforme la hace la edad del residuo o materia orgánica (Silva et al., 2014: p. 10).

Restrepo (2007, p. 24) menciona, que la relación C/N teórica e ideal para la elaboración de un buen abono de rápida fermentación es de 25 a 35, las relaciones menores pueden resultar en pérdidas importantes de nitrógeno por volatilización, mientras que relaciones mayores resultan en una fermentación y descomposición de la materia orgánica. Sin embargo, Soto y Meléndez (2004: p. 4) consideran un compost maduro cuando este tiene una relación menor al rango 20-25, de igual forma, afirman que un abono cuya relación C/N se encuentre entre 15 y 18 se puede considerar maduro (Guerrero y Monsalve, 2007: p. 5).

4.1.5. Caracterización química de las pilas

4.1.5.1 Contenido de macronutrientes

En la tabla 8-4, se observa que en todas las pilas de bocashi hubo mayor concentración de NT en la etapa final (día 57), donde el mayor contenido de NT se presentó al final del tratamiento, por ende es posible que durante este tiempo se mantiene el proceso de mineralización (Moreno 2019, p. 55).

Tabla 8-4: Contenido de N, P y K en cada pila de bocashi

TRATAMIENTOS	PARÁMETROS ANALIZADOS	UNIDAD	RESULTADOS		
			DÍA 0	DIA 25	DÍA 57
PILA 1	NT	%	0,60	0,93	1,12
	P2O5	%	0,61	0,7	0,61
	K2O	%	0,55	0,57	0,74
PILA 2	NT	%	0,94	1,11	1,11
	P2O5	%	1,62	1,74	1,09
	K2O	%	1,05	1,45	1,24
PILA 3	NT	%	1,55	1,16	1,41
	P2O5	%	0,96	0,86	0,95
	K2O	%	1,05	1,12	0,92

Realizado por: Alvarez, Blanca, 2022.

Piedrahita y Caviedes (2012: p. 82) mencionan, que el rango óptimo de NT debe ir de 0,93% a 1,2% para ser considerado un compost con contenido nutrimental óptimo. Del mismo modo, Soto y Meléndez (2004: p. 3), mencionan que, el N es considerado un indicador nutricional del abono orgánico, en Costa Rica se han ido formando rangos de contenidos esperados por proceso y por materia prima. Como el caso de, las gallinazas que poseen rangos entre 1 y 3% de N, los bocashi varían entre 0,9 y 1,5% de N, el compost de 1 a 1,5% y el lombricompost de 1,5 a 2,5%. El porcentaje más alto de N se registró en la pila 3 y pila 1 con 1,41 % y 1,12 % respectivamente, mientras que la pila 2, a partir del día 25 al día 57 no registro ninguna variación (1,11%), es posible que se deba a la desnitrificación, esta se ve favorecida por condiciones de reducción la cual es ocasionada por falta de volteo frecuente o por humedades muy elevada. No obstante, los valores de N de todas las pilas de bocashi se encuentran en los rangos óptimos mencionados anteriormente.

Las concentraciones de P y K en las pilas 1 y 2 fueron más altos (0,7% y 1.74%) esto debido a que existió una disminución de la temperatura, lo cual conlleva, a que el proceso de

mineralización sucede en esta fase (Moreno 2019, p.56). Mientras que la pila 3 tuvo un ligero descenso en esta etapa, a partir de los 57 días, el P y K disminuyeron ligeramente su valor porcentual.

4.1.6. Caracterización biológica de los tratamientos

4.1.6.1. Prueba de fitotoxicidad

- Índice de germinación (IG)

Soto y Meléndez (2004: p. 4) manifiestan que los abonos orgánicos pueden ser analizados a través de la germinación de semillas. El IG consiste en realizar bioensayos con semillas sensibles a sustancias fitotóxicas, basados en el método propuesto por Zucconi (1981) (Huerta et al., 2015: p. 2).

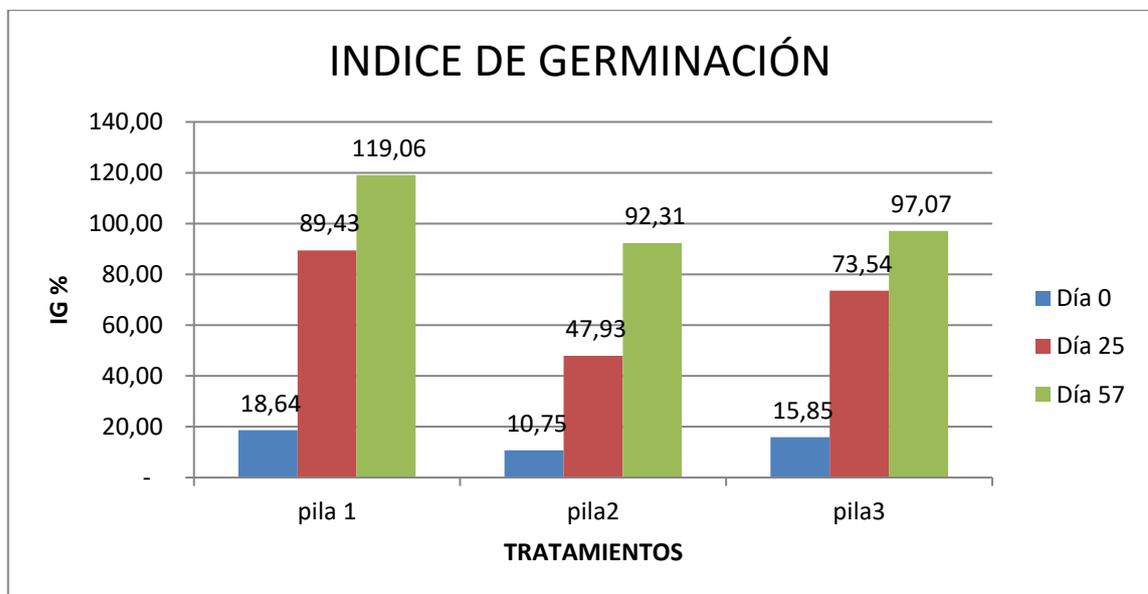


Gráfico 16-4: Variación del IG de cada pila

Realizado por: Alvarez, Blanca, 2022.

Al analizar el índice de germinación, indica si existe desarrollo o no de sustancias fitotóxicas que son considerados como indicadores para establecer la madurez del compost (Bertolí et al., 2015: p. 33). Según Soto y Meléndez (2004: p. 5) la legislación de Austria para abonos menciona que si el IG llega al menos al 80% significa que hay ausencia de fitotoxicidad y que el abono se encuentra maduro, mientras que en Canadá debe de tener al menos el 70% de germinación.

En el gráfico 16-4, se pudo observar que la pila 1 fue la que mayor IG presentó (>100%), luego la pila 3 (97,07%) y por último la pila 2 (92,31%). Por ende, al tener un porcentaje mayor al 80% de IG, las tres pilas tienen una buena estabilización y no hay presencia de alguna sustancia

tóxica que afecta el abono, por lo tanto, el abono ya puede ser utilizado directamente en los suelos agrícolas (Moreno 2019, p.56).

4.1.7. Análisis estadístico

Tabla 9-4: Análisis estadísticos

ANÁLISIS DE VARIANZA					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	14932,6	9	1659,18	76,85	0,0000
Within groups	431,82	20	21,591		
Total (Corr.)	15364,4	29			

Realizado por: Alvarez, Blanca, 2022.

En la Tabla 19-4, se observó que los valores de la probabilidad del estadístico de prueba (Anova) son menores al nivel de significancia (0,05) por lo que se rechazó la hipótesis nula (Ho) y se aceptó la hipótesis alternativa (Hi), es decir que existe diferencias significativas entre cada uno de los factores de estudio.

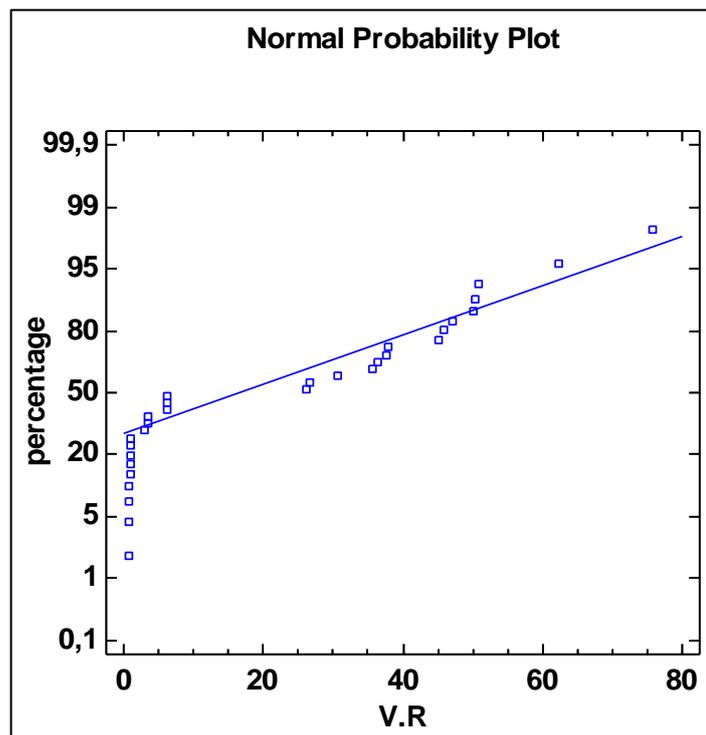


Figura 1-4: Supuesto de normalidad de datos

Realizado por: Alvarez, Blanca, 2022.

Se verificó el supuesto de normalidad de datos, en donde se visualizó que los datos al seguir la línea de tendencia y al encontrarse los valores dentro del rango permitido según al estadístico de

la kurtosis, en donde indica que, los datos en encontrarse dentro del rango -2, +2, están cumpliendo con este primer supuesto, dado que el valor obtenido fue de -1,12.

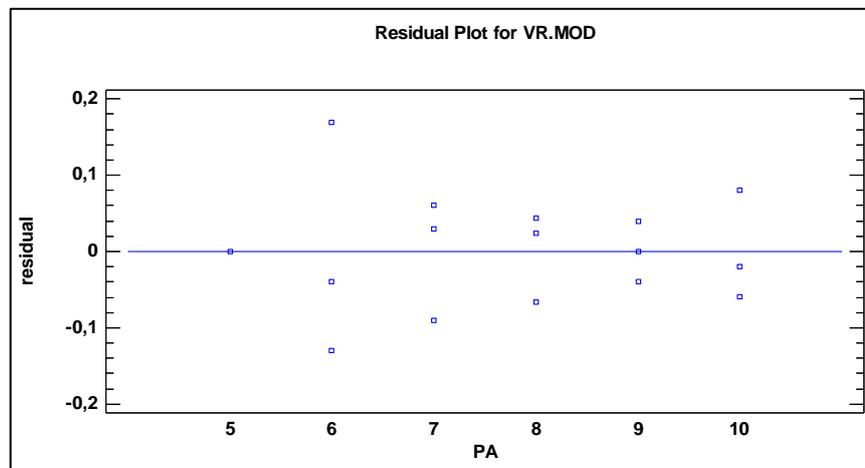


Figura 2-4: Supuesto de interdependencia de datos

Realizado por: Alvarez, Blanca, 2022.

Al mismo tiempo se verificó el supuesto de interdependencia de datos, mediante una gráfica de residuos, en donde se indicó que los datos se encuentran dispersos y al no seguir una tendencia, cumplen con el segundo supuesto.

Tabla 10-4: Supuesto de homocedasticidad de varianzas

	<i>Test</i>	<i>P-Value</i>
Levene's	0,599754	0,701915

Realizado por: Alvarez, Blanca, 2022.

Finalmente, se analizó el tercer supuesto de homocedasticidad de varianzas mediante la prueba estadística de Levene, en donde se acepta la hipótesis nula al tener valores mayores a 0,05 de significancia, es decir que las varianzas son iguales.

4.1.7.1. Parámetros microbiológicos

Tabla 11-4: Caracterización microbiológica

PARAMETROS ANALIZADOS		PILA1		PILA2		PILA3	
Parámetro	Unidad	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
<i>E. Coli</i>	UFC/g	2000	1000	1100	800	1300	950
<i>Salmonella</i>	Ausencia /Presencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Presencia	Ausencia

Realizado por: Alvarez, Blanca, 2022.

Tal como se puede observar en la tabla, la E. Coli presento en la pila 1 una carga inicial de 2000 UFC, siendo esta pila la que mayor presencia de E. Coli tuvo, pero durante el tiempo que duro el tratamiento se redujo su carga a 1000 UFC es así que la pila 2 llevo a reducir la E. Coli hasta 800 UFC y la pila 3 a 950 UFC, demostrando que la fermentación ha controlado a esta especie, la cual es uno de los mejor indicadores de patógenos. Según García y Félix (2014: p. 23) es imprescindible que se logre la fase termófila en la elaboración de abonos, pues en ella es donde se produce la muerte de microorganismos que pueden ser perjudiciales para la salud humana, por lo tanto, la muerte térmica estimada de E. Coli ocurre por exposiciones a 57 °C durante 60 minutos o si llega a estar expuesta a 60 °C durante un periodo de 15 a 20 minutos.

Por otra parte, al principio del proceso la *Salmonella* estuvo ausente en las pilas 1 y 2, no así en la pila 3, pero al transcurso del tratamiento en todas las pilas no hubo presencia de este patógeno, debido a la adecuada fase térmica que se mantuvo en cada montículo de abono. Es así que, Bautista (2009, p. 20) afirma que el control de la temperatura durante los diversos procesos agrícolas, como la elaboración de bioabonos, ha resultado ser una metodología eficiente para el control de patógenos.

4.1.8. Caracterización física de los tratamientos

4.1.8.1. Color

Todas las pilas presentaron un color café oscuro como resultado de la transformación de la materia orgánica en sustancias húmicas, además, el aspecto que presentaron las pilas fue granulado fino. Es así que, se considera que un abono de buena calidad tiene este color característico y el tamaño de la partícula debe de ser menor a 2 mm (Soto y Meléndez, 2004: p. 6).

4.1.8.2. Olor

Todos los tratamientos presentaron un olor característico del abono orgánico, el cual es semejante a el olor a suelo de bosque, este es considerado un indicador de madurez (Soto y Meléndez, 2004: p. 6).

4.1.9. Rendimiento

Al iniciar el proceso de compostaje del bocashi las pilas iniciaron con una cierta cantidad de materia (tabla 8-3), pero a medida que el proceso de degradación de la materia orgánica avanza

dicha cantidad de materiales fue disminuyendo lo cual se pudo constatar en el peso final de cada pila, el porcentaje de rendimiento por pila se puede apreciar en el siguiente gráfico.

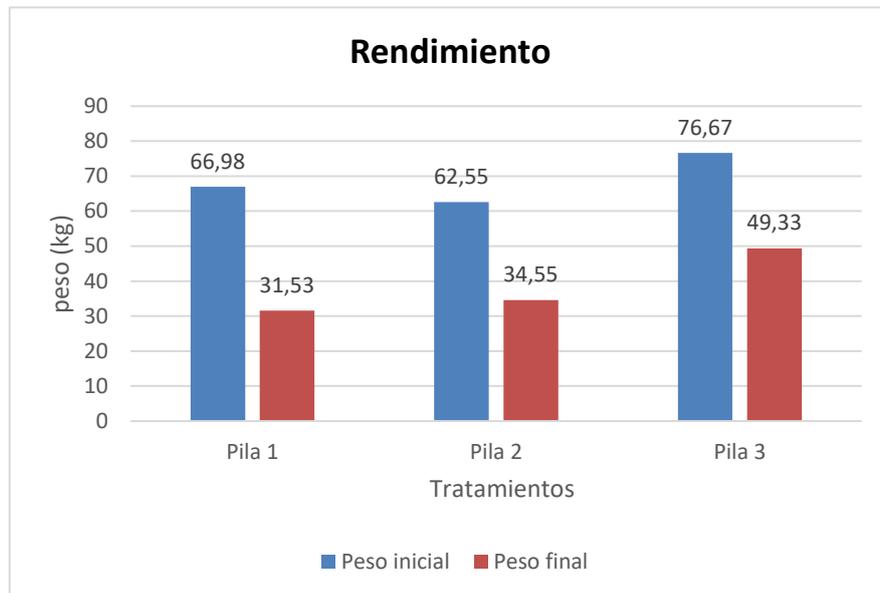


Gráfico 2-4: Rendimiento de las pilas

Realizado por: Alvarez, Blanca, 2022.

Al dar por concluido el proceso de compostaje se pudo determinar que el peso de cada pila disminuyo considerablemente, es así que, la pila 1 obtuvo una reducción del 47,07 %, la pila 2 se redujo un 55,24 %, mientras que la pila 3 no presento una reducción considerable pues solo llego al 64.34 %. Es posible que este resultado se deban a que en la pila 3 hubo mayor proporción de materiales en los cuales destaca el aserrín, el cual contienen lignina y taninos, estos factores influyen en la velocidad de degradación de la materia fresca y en el contenido final de materia orgánica humificada (Mendivil et al., 2020: p. 4).

CONCLUSIONES

- Se realizó la caracterización de residuos sólidos en la comunidad “Sexta Cooperativa”, durante los 7 días que duro la caracterización se recolecto 176,91 kg de residuos sólidos sin considerar el día 0 de la recolección. Los residuos que se encontraron en mayor cantidad fueron los orgánicos con un peso total de 64,47 kg, representando el 86,01% de los residuos sólidos, seguido de los residuos plásticos con 5,49 kg, correspondiente al 7,59% del total residuos recolectados.
- Se analizó los parámetros físicos, químicos y biológicos de las tres pilas de bocashi elaborado con los residuos orgánicos y diversos materiales recolectados en la comunidad, los resultados de cada parámetro estuvieron dentro de los rangos establecidos por las diferentes normas internacionales. Al final del proceso ninguna pila presentó *Salmonella*, de igual forma, la *E. Coli* presentó una disminución considerable en todos los tratamientos.
- Se instauró de manera eficiente y óptima la composición idónea para la elaboración del bocashi en la comunidad “Sexta Cooperativa”, la cual fue empleada en la pila 1 por su alto contenido nutricional (N, P y K), porcentaje de IG (>100%) e inocuidad de patógenos.

RECOMENDACIONES

- Llevar un correcto control de la aireación realizada mediante volteos manuales, debido a que, el bocashi puede presentar temperaturas demasiado elevadas en muy poco tiempo, estas temperaturas pueden afectar a los microorganismos encargados de degradar la materia orgánica.
- Triturar adecuadamente los residuos orgánicos asegurando un tamaño de partícula apropiado 2 a 5 cm, ya que si las partículas son demasiado pequeñas puede llevar fácilmente a una compactación que favorece el desarrollo de un proceso anaeróbico.
- Mezclar materiales ricos en carbono (aserrín, pajas, tamo de arroz), con aquellos altos en nitrógeno (estiércoles animales, leguminosas, desechos de cocina), y de esta forma a través de su composición puedan aportar de manera significativa en la elaboración del bocashi, evitando la disminución de la disponibilidad de nutrientes en el suelo.
- Utilizar instrumentos de medición confiables y precisos que ayuden a determinar de manera veraz todos los valores de los parámetros de control de cada pila de bocashi y de esta forma evitar cualquier confusión al momento de realizar las mediciones.
- Suministrar agua de manera homogénea en cada una de las pilas, evitando así que queden zonas secas o muy húmedas dentro del montículo, ya que el aserrín no permite filtrar fácilmente el agua.
- Las herramientas y utensilios (pala, machete, balde) con las cuales se realizó los volteos o se armaron las pilas deben estar libres de cualquier residuo distinto al que se utilizó en cada pila, dado que a través de estas herramientas pueden ingresar patógenos al abono y dañar el producto final.
- Considerar la condición climática del lugar de estudio, ya que el clima puede afectar directamente el proceso de elaboración del bocashi, es así que, si la zona se encuentra en época invernal la temperatura ambiente afectará el proceso de degradación enfriando fácilmente la pila de abono.

GLOSARIO

Bocashi: Abono tipo fermentado de origen japonés, donde se utilizan mezclas de diferentes materiales o residuos orgánicos.

Caracterización de residuos sólidos: Actividad que permite establecer aquellas fuentes características y cantidades de residuos producidos sobre una determinada zona geográfica.

Conductividad eléctrica: Indica la capacidad que posee el suelo para conducir corriente eléctrica al aprovechar la propiedad de las sales presentes en el medio.

Impacto ambiental: Alteración del medio ambiente, resultado de la intervención directa o indirecta del hombre.

Índice de germinación: Se calcula a través de bioensayos con semillas sensibles a sustancias fitotóxicas.

Patógeno: Cualquier microorganismo infeccioso que se encuentre dentro del abono y sea capaz de causar enfermedades a su huésped.

Potencial de hidrógeno: Medida que determina el grado de acidez o alcalinidad de un sustrato, se mide en una escala de 1 a 14.

Producción per cápita: Cantidad de residuos sólidos que genera una persona por día en una zona específica.

Relación carbono / nitrógeno: Medida adimensional que indica la concentración entre el contenido en carbono y el contenido de nitrógeno presente en un suelo.

Residuos sólidos orgánicos: Materiales sólidos o semisólidos de origen animal o vegetal que se abandonan o desechan y son susceptibles a la biodegradación.

BIBLIOGRAFÍA

AGUILAR CAMBA, MIGUEL ANGEL. Aprovechamiento de los desechos orgánicos en la elaboración de compost mediante la implementación de un sistema mecánico amigable con el ambiente (Trabajo de titulación) (Ingeniería) [en línea]. Universidad Agraria del Ecuador. 2020. pp. 1-15. [Consulta: 23 julio 2021]. Disponible en: <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/AGUILAR%20CAMBA%20MIGUEL%20ANGEL.pdf>

ALBARRACÍN MACÍAS, KLEBER RAÚL. Elaboración de bocashi utilizando microorganismos en diferentes dosis, preparado con estiercol y residuos vegetales en el cantón Quevedo (Trabajo de titulación) (Ingeniería) [en línea]. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. 2019. p. 58. [Consulta: 23 julio 2021]. Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/3839>

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ, & UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. *Guía técnica para el aprovechamiento de residuos orgánicos a través de metodologías de compostaje y lombricultura.* [blog]. La Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos, 2014. [Consulta: 25 julio 2021]. Disponible en: https://www.uaesp.gov.co/images/Guia-UAESP_SR.pdf.

ANGUITA, C.; et al. "La encuesta como técnica de investigación. Elaboración de cuestionarios y tratamiento estadístico de los datos (I)". *Atención Primaria* [en línea], 2003, 31(8), p. 12. [Consulta: 25 julio 2021]. ISSN 02126567. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-atencion-primaria-27-pdf-13047738>

ASAMBLEA NACIONAL. *Código Orgánico de Organización Territorial COOTAD.* [blog]. Lexis, 2015. [Consulta: 25 julio 2021]. Disponible en: <http://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/02/Código-Orgánico-de-Organización-Territorial-Autonomía-y-Descentralización-COOTAD.pdf>.

AZUERO, Á. "Significatividad del marco metodológico en el desarrollo de proyectos de investigación". *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía* [en línea], 2019, 8(4), pp. 110-120. [Consulta: 26 julio 2021]. ISSN 2542-3088. Disponible en: <https://fundacionkoinonia.com.ve/ojs/index.php/revistakoinonia/article/view/274/pdf>.

BAUTISTA BALLEEN, GERMAN ANDRES. Evaluación en 3 microambientes diferentes de la termorresistencia de una cepa de *Salmonella* spp aislada de compost (Trabajo de titulación)

(Microbiólogo)[en línea]. Pontificia Universidad Javeriana. 2009. pp. 8-15. [Consulta: 26 julio 2021]. Disponible en: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/8249/tesis235.pdf?sequence=1>.

BERTOLÍ, M.; et al. "Producción y uso del abono orgánico tipo Bocashi. Una alternativa para la nutrición de los cultivos y la calidad de los suelos". Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas [en línea], 2015, 1(5), p. 5. [Consulta: 27 julio 2021]. Disponible en: https://www.academia.edu/41271003/FOLLETO_PRODUCCIÓN_Y_USO_DEL_ABONO_ORGÁNICO_TIPO_BOCASHI_UNA_ALTERNATIVA_PARA_LA_NUTRICIÓN_DE_LOS_CULTIVOS_Y_LA_CALIDAD_DE_LOS_SUELOS.

BOLSA DE COMERCIO DE ROSARIO. *Toma de muestras en análisis de suelo.* [blog]. Complejo de Laboratorios, 2019. [Consulta: 27 julio 2021]. Disponible en: https://www.bcr.com.ar/sites/default/files/2019-03/instructivo_toma_de_muestras_de_suelo.pdf

CABRERA CÓRDOVA, Víctor Carlos, & ROSSI LUNA, María Grazia. Propuesta para la elaboración de compost a partir de los residuos vegetales provenientes del mantenimiento de las áreas verdes públicas del distrito de Miraflores (Trabajo de titulación) (Ingeniería) [en línea]. Universidad Nacional Agraria La Molina. 2016. pp. 15-20. [Consulta: 28 julio 2021]. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/2251>

CANTANHEDE, A.; et al. "Procedimientos estadísticos para los estudios de caracterización de residuos sólidos". Organización Panamericana de la Salud [en línea], 2005, (Perú), 1(97), p. 8. [Consulta: 28 julio 2021]. ISSN 0718-378X. Disponible en: <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/procedimientos-estadisticos-estudios-caracterizacion-residuos-solidos>.

CASTILLO TARQUI, JHOSWIL OSCAR. Evaluación de la calidad de abonos ecológicos (Compost, Bokashi y Lumbrifert) elaborados a partir de residuos sólidos orgánicos de la ciudad de El Alto (Trabajo de titulación) (Licenciatura) [en línea]. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz - Bolivia. 2015. pp. 15-18. [Consulta: 29 julio 2021]. Disponible en: <http://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/6835/T-2189.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

CHIMBO CHIMBO, INÉS MARIA. Diseño del plan de manejo de los residuos sólidos de la comunidad de Larkaloma-Bolivar (Trabajo de titulación) (Ingeniería) [en línea]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba-Ecuador. 2015. pp. 100-102. [Consulta: 29 julio

2021]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/4809>.

CONADESUCA. *Melazas de caña de azúcar y su uso en la fabricación de dietas para ganado*. [blog]. Universidad Autónoma Chapingo, 2016. [Consulta: 29 julio 2021]. Disponible en: http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/171888/Nota_Informativa_Noviembre_Melazas.pdf.

CONTRERAS, E.; et al. "Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios". Manuales de la CEPAL [en línea], 2016, (Chile), 1(2), pp. 25-27. [Consulta: 1 agosto 2021]. ISSN 2518-3923. Disponible en: <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/40407>.

CORONEL RAMÓN, Christian Jeovanny, & VARGAS ROMERO, Jorge Raúl. Caracterización de residuos generados por la actividad comercial en el centro Histórico de la ciudad de Cuenca y rediseño de rutas de los recicladores 2019 (Trabajo de titulación) (Ingeniería) [en línea]. Universidad politécnica Salesiana Sede Cuenca, Cuenca-Ecuador. 2020. p. 80. [Consulta: 1 agosto 2021]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/18917>

DIPUTACIÓN DE BARCELONA. *Contaminación ambiental debida a factores físicos* [blog]. Diputación de Barcelona, 2020. [Consulta: 1 agosto 2021]. Disponible en: <https://www.diba.cat/es/web/salutpublica/contaminacio-per-factors-fisics>.

FAO. *Elaboración y uso de Bocashi* [blog]. Ministerio De Agricultura Y Ganadería, 2011. [Consulta: 3 agosto 2021]. Disponible en: <http://www.fao.org/3/at788s/at788s.pdf>.

FERREO, R. & LÓPEZ, J. *Qué es el anova* [blog]. Máxima Formación, 2020. [Consulta: 7 agosto 2021]. Disponible en: <https://www.maximaformacion.es/blog-dat/que-es-el-anova-de-una-via/>.

GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DE HUAMBOYA. *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial* [blog]. GADH, 2014. [Consulta: 7 agosto 2021]. Disponible en: http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/DIAGNOSTICO%20PDOT%20HUAMBOYA_15-11-2014.pdf

GARCÍA, C. & FÉLIX, J. *Manual para la producción de abonos orgánicos y biorracionales* [en línea]. Mexico: Fundación Produce Sinaloa A.C., 2014. [Consulta: 8 agosto 2021].

Disponible en:
https://www.ciaorganico.net/documypublic/271_Manual_para_la_produccion_de_abonos_organicos_y_biorracionales.pdf

GARCÍA ORTÍZ, TANIA PAOLA. Caracterización de los residuos sólidos urbanos generados en la parroquia el vecino - Cuenca y estimación del metano teórico generado por los mismos (Trabajo de titulación) (Magíster) [en línea]. Universidad Internacional SEK, Quito, Ecuador. 2019. pp. 20-22. [Consulta: 8 agosto 2021]. Disponible en: https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/3334/1/Tesis_RSU_-_Paola_García.pdf.

GOBIERNO DE NAVARA. *Riesgos por agentes contaminantes* [blog]. Instituto Navarro de Salud Laboral, 2010. [Consulta: 9 agosto 2021]. Disponible en: <http://www.navarra.es/NR/rdonlyres/2EFDBE3F-EA49-4BDE-9CFB-7EEF169F4ECA/0/m2ud2.pdf>.

GOMEZ TEQUIA, Adriana Nathalia, & TOVAR GIL, Ximena del Pilar. Elaboración de un abono orgánico fermentado a partir de residuos de flores (petalos de rosa) y su caracterización para uso en la producción de albahaca (*Ocimum basilium* L.) (Trabajo de titulación) (Microbióloga) [en línea]. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia. 2008. p. 20. [Consulta: 9 agosto 2021]. Disponible en: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/8322/tesis121.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

GORDILLO MANSSUR, FABIÁN ALBERTO. Evaluación comparativa de la calidad del compost producido a partir de diferentes combinaciones de desechos agroindustriales azucareros (Trabajo de titulación) (Ingeniería) [en línea]. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador. 2010. pp. 45-47. [Consulta: 9 agosto 2021]. Disponible en: <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/35309059-e37a-4222-8ea1-b8ac3450f362/D-65999.pdf>.

GRUPO BANCO MUNDIAL. *Los desechos: un análisis actualizado del futuro de la gestión de los desechos sólidos* [blog]. Banco Mundial, 2018. [Consulta: 10 agosto 2021]. Disponible en: <https://www.bancomundial.org/es/news/immersive-story/2018/09/20/what-a-waste-an-updated-look-into-the-future-of-solid-waste-management>

GUERRERO, J. & MONSALVE, J. "Evaluación del compostaje de subproductos derivados del sacrificio y faenado del ganado". Scientia Et Technica [en línea], 2007, (Colombia),

XIII(34), pp. 595-600. [Consulta: 10 agosto 2021]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/849/84934101.pdf>.

HUERTA, E.; et al. "Toxicidad de fertilizantes orgánicos estimada con bioensayo de germinación de lechuga". *Terra Latinoamericana* [en línea], 2015, (México), 33(2), pp. 179-185. [Consulta: 18 agosto 2021]. ISSN 0187-5779. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/573/57339210008.pdf>

INCINEROX. *Separación, almacenamiento y disposición final de residuos* [blog]. INCINEROX, 2020. [Consulta: 18 agosto 2021]. Disponible en: <https://incinerox.com.ec/separacion-almacenamiento-y-disposicion-final-de-residuos/>.

IRSHAD, M.; et al. "Caracterización química del ganado fresco y compostado abonos". *Journal of Soil Science and Plant Nutrition* [en línea], 2013, 13(1), pp. 115-121. [Consulta: 18 agosto 2021]. ISSN 07189516. Disponible en: <https://www.scielo.cl/pdf/jssp/v13n1/aop1113.pdf>.

JARAMILLO HENAO, Gladys, & ZAPATA MÁRQUEZ, Liliana María. Apovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia (Trabajo de titulación) (Especialista) [en línea]. Universidad de Antioquia, Antioquia, Colombia. 2008. p. 16-17. [Consulta: 19 agosto 2021]. Disponible en: <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/45/1/AprovechamientoRSOUenColombia.pdf>

JORDÁN LLAVE, Flor de Liz, & PIZARRO ZEGRRA, Milka Zhuley. Elaboración de abono tipo bocashi a partir de residuos orgánicos de origen doméstico y de actividad agropecuaria (Trabajo de investigación) (Bachiller) [en línea]. Escuela Académico Profesional Ingeniería de Ambiental, Arequipa, Perú. 2020. pp. 15-17. [Consulta: 19 agosto 2021]. Disponible en: https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/10557/1/IV_FIN_107_TI_Jordán_Pizarro_2020.pdf.

MARTIN, E. "Métodos para medir la humedad del suelo para la programación del riego". Universidad de Arizona [en línea], 2017, (Arizona). p. 5. [Consulta: 20 agosto 2021]. Disponible en: https://repository.arizona.edu/bitstream/handle/10150/625275/az1220s-2017_0.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

MEJÍA HIDALGO, Esteban Fabián, & RAMOS ROMERO, Steven Stalin. Aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos de la empresa Mancomunada de aseo de los cantones Colta, Alausi y Guamate, mediante tratamientos biológicos, compostaje, co-compostaje, vermicompostaje y Takakura (Trabajo de titulación) (Ingeniería) [en línea]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2019. p. 36. [Consulta: 20 agosto 2021]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/10799>.

MELO, A. "Generación de residuos sólidos en el municipio de Galapa (Atlántico) y su aprovechamiento como forma de minimizar la problemática ambiental". Inge Cuc [en línea], 2014, 10(1), pp. 89-96. [Consulta: 20 agosto 2021]. ISSN 2382-4700. Disponible en: <https://revistascientificas.cuc.edu.co/ingecuc/article/view/348/324>.

MENDIVIL, C.; et al. "Elaboración de un abono orgánico tipo bocashi y su evaluación en la germinación y crecimiento del rábano". Biotecnia [en línea], 2020, 22(1), pp. 17-23. [Consulta: 22 agosto 2021]. ISSN 1665-1456. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/biotecnia/v22n1/1665-1456-biotecnia-22-01-17.pdf>.

MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERÍA, ACUACULTURA y PESCA. "Cobertura y uso de la tierra sistemas productivos zonas homogéneas de cultivo". Consorcio Tracasa [en línea], 2015, 1(1), p. 52. [Consulta: 22 agosto 2021]. Disponible en: http://metadatos.sigtierras.gob.ec/pdf/Memoria_tecnica_Coberturas_HUAMBOYA_20150221.pdf.

MORALES PONCE, Lenin Fabicio, & ROCHA CAJAS, Paúl Andrés. Caracterización de los desechos orgánicos de la parroquia Ayora y su potencial uso como abono dentro de una agricultura sustentable de la zona (Trabajo de titulación) (Ingeniería) [en línea]. Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito, Ecuador. 2019. p. 50. [Consulta: 22 agosto 2021]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/16707/1/UPS-ST003888.pdf>.

MORENO MENA, BRYAN ROBINSON. Elaboración de un abono (Bocashi) a partir de residuos orgánicos del bioterio de la facultad de Ciencias - ESPOCH (Trabajo de titulación) (Ingeniería) [en línea]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2019. pp. 35-37. [Consulta: 24 agosto 2021]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/13275/1/236T0472.pdf>.

OTZEN, T., & MANTEROLA, C. "Técnicas de muestreo sobre una población a estudio". International Journal of Morphology [en línea], 2017, (Chile), 35(1), pp. 6. [Consulta: 24 agosto 2021].

2021]. ISSN 07179502. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ijmorphol/v35n1/art37.pdf>.

PERVOCHTCHIKOVA, M. "La evaluación del impacto ambiental y la importancia de los indicadores ambientales". *Gestión y política pública* [en línea], 2013, (México), 22(2), pp. 30. [Consulta: 7 septiembre 2021]. ISSN 1405-1079. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-10792013000200001&script=sci_arttext&lng=pt.

PÉREZ, A.; et al. "Caracterización física-química y biológica de enmiendas orgánicas aplicadas en la producción de cultivos en República Dominicana". *Revista de la Ciencia del Suelo y Nutrición Vegetal* [en línea], 2008, (República Dominicana), 8(4), pp. 10-29. [Consulta: 7 septiembre 2021]. ISSN 0717635X. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rcsuelo/v8n3/art02.pdf>.

PÉREZ, E. *Análisis estadístico multivariante de un conjunto de datos biológicos experimentales* [blog]. Universidad de Granada, 2013. [Consulta: 7 septiembre 2021]. Disponible en: [http://masteres.ugr.es/moea/pages/curso201314/tfm1314/tfm-septiembre1314/memoriasterevaristoperezrial/!](http://masteres.ugr.es/moea/pages/curso201314/tfm1314/tfm-septiembre1314/memoriasterevaristoperezrial/)

PIEDRAHITA GAVIRIA, Cristian Andrés, y CAVIEDES ALBÁN, Diego Andrés. Elaboración de un abono tipo "Bocashi" a partir de desechos orgánicos y sub producto de industria láctea (Lacto suero) (Trabajo de titulación) (Ingeniería) [en línea]. Universidad de San Buenaventura Cali, Colombia. 2012. pp. 15-20. [Consulta: 8 septiembre 2021]. Disponible en: http://bibliotecadigital.usbcali.edu.co/bitstream/10819/1114/1/Abono_Bocashi_Lactea_Piedrahita_2012.pdf.

PIERRE, F.; et al. "Evaluación química y biológica de compost de pulpa del café en caspito municipio Andrés Eloy Blanco, estado Lara, Venezuela". *Bioagro* [en línea], 2009, (Venezuela), 21(2), pp. 105-110. [Consulta: 9 septiembre 2021]. ISSN 13163361. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=85714162004>.

PLANÉTICA. *Clasificación de los residuos* [blog]. Planetica.org, 2011. [Consulta: 9 septiembre 2021]. Disponible en: [https://planetica.org/clasificacion-de-los-residuos/#:~:text=Residuo domiciliario%3A basura proveniente de,pueden ser orgánicos e inorgánicos.](https://planetica.org/clasificacion-de-los-residuos/#:~:text=Residuo%20domiciliario%3A%20basura%20proveniente%20de,pueden%20ser%20org%C3%A1nicos%20e%20inorg%C3%A1nicos.)

QUISPE COCHACHI, DANIELA MERCEDES. Estudio de caracterización de residuos

sólidos municipales en el distrito del distrito de Huancabamba, provincia de Oxapampa-Región Pasco-2017 (Trabajo de titulación) (Ingeniería) [en línea]. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Perú. 2018. p. 85. [Consulta: 10 septiembre 2021]. Disponible en: <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/715>.

RAMOS, D, & TERRY, E. "Generalidades de los abonos orgánicos: Importancia del Bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas". Cultivos Tropicales [en línea], 2014, 35(4), pp. 8. [Consulta: 11 septiembre 2021]. ISSN 1819-4087. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362014000400007

RAMOS, D.; et al. "Bocashi: Abono orgánico elaborado a partir de residuos de la producción de plátanos en bocas del toro, Panamá". Cultivos Tropicales [en línea], 2014, 35(2), pp. 90-97. [Consulta: 13 septiembre 2021]. ISSN 0258-5936 1819-4087. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v35n2/ctr12214.pdf>.

RESTREPO, J. *Manual práctico el A, B, C de la agricultura orgánica y harina de rocas* [blog]. Yumpu, 2007. [Consulta: 13 septiembre 2021]. Disponible en: <https://www.yumpu.com/es/document/view/14911863/manual-practico-el-a-b-c-de-la-agricultura-organica-y-harina-de-rocas>

RESTREPO, J, & HENSEL, J. *Manual Práctico de Agricultura Orgánica Y Panes de Piedra* [en línea]. Cali: Impresora Feriva S.A., 2009. [Consulta: 13 septiembre 2021]. Disponible en: <http://agroecologiar.com/wp-content/uploads/2019/07/Jairo-Restrepo-Julius-Hensel-Manual-Practico-de-Agricultura-Organica-y-Panes-de-Piedra.pdf>.

REVELO MORALES, JORGE ANDRÉS. Propuesta de un plan de manejo integral de residuos sólidos para la población del cantón Piñas, provincia de El Oro (Trabajo de titulación) (Ingeniería) [en línea]. Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca, Ecuador. 2019. p. 56. [Consulta: 13 septiembre 2021]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/17504/1/UPS-CT008349.pdf>.

ROGEL CELI, GABRIELA ELIZABETH. Generación y manejo de residuos sólidos de la parroquia urbana Catamayo, cantón Catamayo: Diagnostico de las fases del manejo y alternativas de mejora (Trabajo de titulación) (Ingeniería) [en línea]. Universidad Nacional de Loja, Ecuador. 2020. pp. 56-58. [Consulta: 15 septiembre 2021]. Disponible en: <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/23804>.

ROJAS, A. "Calidad de vida, calidad ambiental y sustentabilidad como conceptos urbanos complementarios". Revista Venezolana de Sociología y Antropología [en línea], 2011, (Venezuela), 21(61), pp. 33. [Consulta: 20 septiembre 2021]. ISSN: 0798-3069. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/705/70538663003.pdf>.

ROMÁN, P.; et al. "Manual de compostaje del agricultor". Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [en línea], 2013, 1(1), pp. 15-20. [Consulta: 21 septiembre 2021]. ISBN: 978-92-5-307844-8. Disponible en: <https://www.fao.org/3/i3388s/I3388S.pdf>.

SAMANIEGO VALLE, EMILIO NICHOLAS. Diseño de un sistema de compostaje a partir de los residuos sólidos orgánicos del mercado central municipal del cantón Montalvo, provincia de Los Ríos (Trabajo de titulación) (Ingeniería) [en línea]. Universidad de Guayaquil, Ecuador. 2019. pp. 55-60. [Consulta: 21 septiembre 2021]. Disponible en: http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/39717/1/Tesis-Emilio_Samaniego.pdf.

SÁNCHEZ PALOMEUQUE, FERNANDA ROSALÍA. Evaluación de los residuos sólidos urbanos generados en tres parroquias del cantón Sucúa (Trabajo de titulación) (Ingeniería) [en línea]. Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca, Ecuador. 2019. pp. 115-125. [Consulta: 22 septiembre 2021]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/18016/1/UPS-CT008560.pdf>.

SÁNCHEZ, J. *Qué son los residuos sólidos y cómo se clasifican* [blog]. Ecología Verde, 2021. [Consulta: 25 septiembre 2021]. Disponible en: <https://www.ecologiaverde.com/que-son-los-residuos-solidos-y-como-se-clasifican-1537.html>.

SILVA, J.; et al. "Caracterización física y química de Bokashi y Lombricompost y su evaluación agronómica en plantas de maíz". Ingenierías & Amazonia [en línea], 2014, 7(1), pp. 31-40. [Consulta: 25 octubre 2021]. Disponible en: https://www.uniamazonia.edu.co/revistas/index.php/ingenierias-y-amazonia/article/view/336/pdf_26.

SOLÍZ TORRES, MARÍA FERNANDA. "Ecología política y geografía crítica de la basura en el Ecuador". Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales [en línea], 2015, 17(1), pp. 4-28. [Consulta: 25 octubre 2021]. Disponible en: <https://revistas.flacsoandes.edu.ec/letrasverdes/article/download/1259/1281/>.

SOLÍZ, M.; et al. *Cartografía de los residuos sólidos en Ecuador* [en línea]. Ecuador: Universidad Andina Simón Bolívar, 2020. [Consulta: 28 octubre 2021]. Disponible en: <https://www.no-burn.org/wp-content/uploads/Cartografía-residuos-sólidos-Ecuador-2020.pdf>.

SOTO, G, & MELÉNDEZ, G. "Cómo medir la calidad de los abonos orgánicos". *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología* [en línea], 2004, (Costa Rica), 72(1), p. 8. [Consulta: 28 octubre 2021]. Disponible en: <https://www.kerwa.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/318/A1909E.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

THE US COMPOSTING COUNCIL. *Guía de campo para el uso de compost* [blog]. The US Composting Council, 2001. [Consulta: 29 octubre 2021]. Disponible en: <http://www.mncompostingcouncil.org/uploads/1/5/6/0/15602762/fgcu.pdf>.

UNEP. *Aumenta la generación de residuos en América Latina y el Caribe mientras 145 000 toneladas aún se disponen de forma inadecuada cada día* [blog]. ONU- Programa para el medio ambiente, 2017. [Consulta: 29 octubre 2021]. Disponible en: <https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/reportajes/aumenta-la-generacion-de-residuos-en-america-latina-y-el-caribe>.

VALENCIA COFRE, WASHINGTON SANTIAGO. *Elaboración y caracterización de compost obtenido a partir de los residuos sólidos orgánicos generados en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo(ESPOCH) (Trabajo de titulación) (Ingeniería)* [en línea]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2016. pp. 100-105. [Consulta: 15 noviembre 2021]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/4887>.

VARELA, S, & BASIL, G. "Uso de compost en la producción de plantines de especies forestales". *INTA* [en línea], 2011, 4(1), pp. 4-8. [Consulta: 18 diciembre 2021]. ISSN 1853-4775. Disponible en: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_utilizaciondeenmiendas.pdf.

ANEXOS

ANEXO A: CARTA DE COMPROMISO

Macas, 11 de octubre del 2021

Asunto: Carta de compromiso

Por medio del presente, yo FROLIAN EUSEBIO MÉNDEZ ORTÍZ, con cédula de identidad 030110156-4, presidente de la comunidad "Sexta Cooperativa", me comprometo a:

Prestar durante los meses de octubre y noviembre del presente año, el espacio cubierto de la comunidad para que la estudiante: Srta. BLANCA JOMAYRA ALVAREZ BARRETO realice su Proyecto de Integración Curricular con el Tema CARACTERIZACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS GENERADOS EN LA COMUNIDAD "SEXTA COOPERATIVA" DE LA PARROQUIA CHIGUAZA, CANTÓN HUAMBOYA, PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO, además acompañar constantemente en el transcurso de este proceso y brindar asesoramiento en caso de ser necesario.

Sin más por el momento, agradezco de antemano la atención prestada, quedando pendiente para cualquier duda o aclaración que pudiera surgir.

Me despido de usted, con un afectuoso abrazo.

Atentamente,



PRESIDENTE DE LA COMUNIDAD "SEXTA COOPERATIVA"
C.I: 030110156-4

ANEXO B: ENCUESTA A LOS HOGARES ELEGIDOS

	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO SEDE MORONA SANTIAGO
Cuestionario sobre el manejo de residuos sólidos domiciliarios producidos en la comunidad "Sexta Cooperativa".	
Objetivo: Diferenciar y caracterizar los residuos sólidos a fin de identificar el tipo de desecho que se genera.	

FECHA:

1. ¿Cuántas personas conforman su hogar?

2. ¿Conoce usted sobre los residuos sólidos?

SI	NO
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3. ¿Ha recibido algún tipo de capacitación acerca del manejo de los residuos sólidos?

SI	NO
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4. ¿Qué disposición final da a los residuos sólidos?

TIPO	
Los abandona en la calle	<input type="checkbox"/>
Los arroja al río o quebrada	<input type="checkbox"/>
Los deposita en terrenos baldíos	<input type="checkbox"/>
Los quema	<input type="checkbox"/>
Los entierra	<input type="checkbox"/>

5. ¿Qué tipo de depósitos utiliza para almacenar la basura?

TIPO	
Recipientes plásticos	<input type="checkbox"/>
Bolsas plásticas	<input type="checkbox"/>
Costales	<input type="checkbox"/>
Cartones	<input type="checkbox"/>
Otros	<input type="checkbox"/>

6. ¿Conoce los beneficios que aporta los residuos orgánicos a la agricultura?

SI	NO
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

7. ¿Conoce sobre alternativas que se pueden dar a los residuos sólidos?

SI	NO

8. ¿Alguna vez ha realizado compostaje con residuos sólidos orgánicos?

SI	NO

9. ¿Usted ha escuchado hablar acerca del bocashi?

SI	NO

10. ¿Estaría dispuesto a aprender acerca de la elaboración del bocashi en su comunidad?

SI	NO

ANEXO C: CROQUIS DE LA COMUNIDAD "SEXTA COOPERATIVA"



ANEXO D: REGISTRO FOTOGRÁFICO

CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS



Encuesta a los habitantes



Recolección de las fundas codificadas



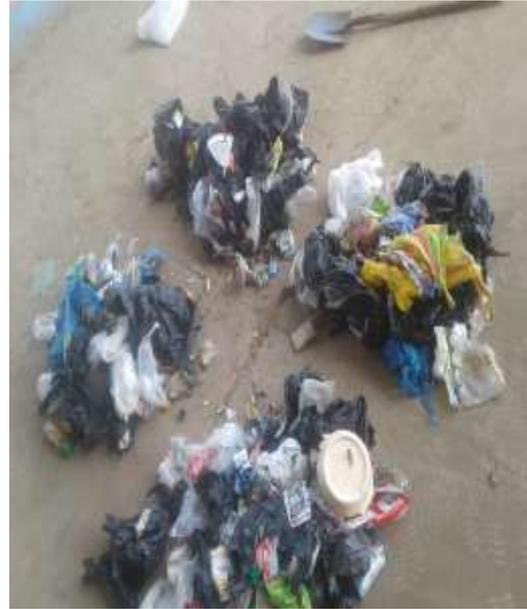
Recolección de los RS en cada hogar



Pesaje de las fundas



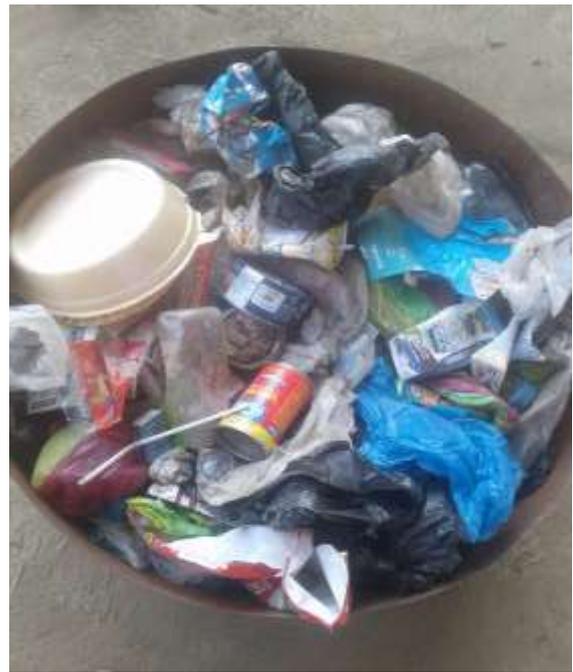
Mezclado de los residuos recolectados



Aplicación del método de cuarteo



Pesaje de cada tipo de residuos recolectado



Determinación de la densidad

ENSAMBLAJE DE LAS PILAS



Recolección de ceniza de fogón y carbón



Recolección de estiércol



Picado de los residuos orgánicos



Secado en sombra de los residuos picados



Pesaje de diferentes materiales



Mezcla de la melaza y la levadura



Armado de las pilas



Mezcla de los materiales con la melaza y levadura



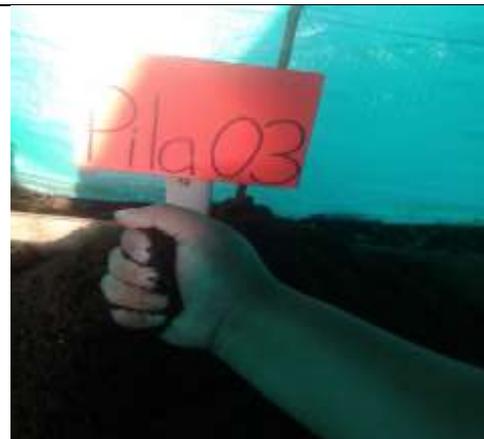
Control de temperatura



Medición de pH



Control de humedad



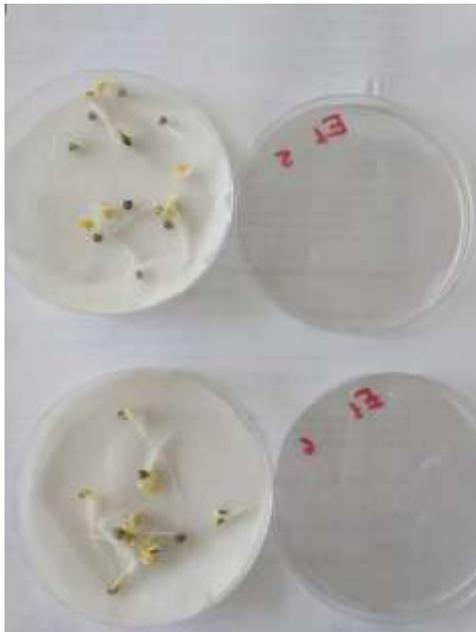
Control de la humedad mediante el tacto

ANÁLISIS DE LABORATORIO



Muestras de cada pila para ser llevadas a laboratorio

Pesaje de las muestras



Germinación de semillas de cada pila

Determinación de la elongación de cada semilla

ANEXO E: CERTIFICADO DE LABORATORIO



La suscrita Dra. Gina Alvarez Reyes Responsable Técnico del Laboratorio de Análisis Químicos y Microbiológicos SAQMIC, a petición de la parte interesada.

CERTIFICA

Que, la señorita Blanca Alvarez estudiante de la ESPOCH sede MORONA SANTIAGO, portadora de cedula de identidad No. 1400588583, contrato el servicio de análisis del laboratorio SAQMIC para la caracterización de 3 muestras de material sólido que identificó como PB 1, 2 y 3 a los que se realizó las siguientes determinaciones:

Parámetros	No. De muestras	Método de análisis
Conductividad Eléctrica	3	Potenciométrico ISO 11265
Materia Orgánica	3	Gravimétrico Standard Methods 2540-E
Fósforo Total	3	Proceso de extracción previa EPA 3050-B Colorimétrico 4500-P-A
Potasio Total	3	PEE/F/19
Nitrógeno Total	3	Micro-Kjeldahl
Escherichia coli	3	Siembra en masa, medio selectivo.
Salmonella	3	Método Reval, cualitativo
Índice de germinación	3	Método de IG (Zucconi 1981)

Todas las determinaciones se hacen por duplicado y el resultado es el promedio de las determinaciones, en cada prueba se sigue el procedimiento estandarizado tomando en cuenta todas las variables que pueden incidir en el resultado. En los procesos analíticos se contempla las muestras en blanco y muestras de concentración conocida como estándares para establecer el nivel de respuesta que hacen a los métodos de análisis robustos.

Es cuanto puedo certificar, autorizando a la portadora hacer uso de presente certificado como convenga a sus intereses.

Atentamente

Dra. Gina Alvarez Reyes
RESPONSABLE TECNICO LABORATORIO SAQMIC

Avenida 9 de Octubre # 12 y Madrid 9
Contactanos: ☎09998580374 ☎032 942 322
Saqmiv Laboratorio
Riobamba - Ecuador

ANEXO F: PARÁMETROS ANALIZADOS DURANTE EL TRATAMIENTO

TRATAMIENTO	PARÁMETRO	MUESTRAS						UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO DE ANÁLISIS
		1	2	3	4	5	6		
PILA 1	Duración	0	13	25	37	45	57	Días	-
	T	43	43,2	34	30,5	27,3	24	°C	Medición in situ
	pH	9,5	6,5	5,5	4,5	5,5	7	Unidades	Medición in situ
	Humedad	60	42	36	34	32	29	%	Medición in situ
	M.O	59,88		49,50			40,82	%	Gravimétrico Standard Methods 2540-E
	C.E	2,55		3,42			4,62	dS/m	Potenciométrico ISO 11265
	NT	0,26		0,94			1,55	%	Micro-Kjeldahl
	K	0,55		1,05			1,05	Unidades	PEE/F/19
	C/N	35,64		28,41			16,06	%	Cálculo
	P	0,61		1,62			0,96	%	Proceso de extracción previa EPA 3050-B Colorimétrico o 4500-P-A
	<i>E. Coli</i>	2000		1100			1000	UFC	Siembra en masa, medio selectivo
	<i>Salmonella</i>	Ausencia		Ausencia			Ausencia	A/P	Método Reval, cualitativo
	IG	18,64		89,43			119,06	%	Método Zucconi 1981
	Tamaño de partícula	< 4		< 2			< 2	cm	Picado y cribado
	Color	Café claro		Café oscuro			Café oscuro	-	Sensorial
Olor	Amoniacal					Ligero a tierra	-	Sensorial	
PILA 2	T	56	41	32	30	29	23	°C	Medición in situ
	pH	8,7	5	5	6	6,5	7,5	Unidades	Medición in situ
	Humedad	64	60	53	48	39	37	%	Medición in situ
	M.O	50,62		47,75			39,40	%	Gravimétrico Standard Methods 2540-E
	C.E	2,10		2,35			4,81	dS/m	Potenciométrico ISO 11265
	NT	0,25		1,11			1,16	%	Micro-Kjeldahl
	K	0,56		1,45			1,12	Unidades	PEE/F/19

	C/N	34,84		32,28			24,54	%	Cálculo
	P	0,73		1,74			0,86	%	Proceso de extracción previa EPA 3050-B Colorimétrico 4500-P-A
	<i>E. Coli</i>	1100		900			800	UFC	Siembra en masa, medio selectivo
	<i>Salmonella</i>	ausencia		ausencia			ausencia	A/P	Método Reval, cualitativo
	IG	10,75		47,93			92,31	%	Método Zucconi 1981
	Tamaño de partícula	< 5		< 3			< 3	cm	Picado y cribado
	Color	Café claro		Café oscuro			Café oscuro	-	Sensorial
	Olor	Amoniacal		Ligero a tierra			Tierra de bosque	-	Sensorial
PILA 3	T	59	45	36	31	30	24	°C	Medición in situ
	pH	9	6,5	5,5	6	6	7	Unidades	Medición in situ
	Humedad	61	53	46	41	35	33	%	Medición in situ
	M.O	58,40		49,81			33,24	%	Gravimétrico Standard Methods 2540-E
	C.E	2,72		3,74			4,50	dS/m	Potenciométrico ISO 11265
	NT	0,84		1,11			1,41	%	Micro-Kjeldahl
	K	0,74		1,24			0,92	Unidades	PEE/F/19
	C/N	33,92		29,03			15,36	%	Cálculo
	P	0,64		1,09			0,95	%	Proceso de extracción previa EPA 3050-B Colorimétrico 4500-P-A
	<i>E. Coli</i>	1300		1000			950	UFC	Siembra en masa, medio selectivo
	<i>Salmonella</i>	Presencia		Ausencia			Ausencia	A/P	Método Reval, cualitativo
	IG	15,85		73,54			97,07	%	Método Zucconi 1981
	Tamaño de partícula	< 4		< 2			< 2	cm	Picado y cribado
	Color	Gris claro		Café claro			Café oscuro	-	Sensorial
Olor	Amoniacal		Ligero a tierra			Tierra de bosque	-	Sensorial	

Realizado por: Alvarez, Blanca, 2022.



epoch

Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje

*UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL*

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 20 / 06 / 2022

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: Blanca Jomayra Álvarez Barreto
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Ciencias
Carrera: Ingeniería Ambiental
Título a optar: Ingeniera Ambiental
f. Analista de Biblioteca responsable: Ing. Leonardo Medina Ñuste MSc.



1311-DBRA-UTP-2022



Firmado electrónicamente por:
LEONARDO
FABIO MEDINA
NUSTE