



Uleam
UNIVERSIDAD LAICA
ELOY ALFARO DE MANABÍ

**Extensión Pedernales
Carrera Agropecuaria**

**TRABAJO DE TITULACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AGROPECUARIO**

TITULO

Elaboración de compost a partir de cáscara de cacao (*Theobroma cacao L.*) en la
Estación Experimental Latitud “0”

AUTOR

Sandra Ramona Cheme Napa

TUTOR

Ing. Amador Javier Suarez Villa

Pedernales – Manabí – Ecuador

2024

CERTIFICACIÓN DE APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

El tribunal evaluador

Certifica:

Que el trabajo de fin de carrera modalidad Proyecto de Investigación titulado: Elaboración de compost a partir de cáscara de cacao (*Theobroma cacao L.*) en la Estación Experimental Latitud "0" realizado y concluido por la Srta. Cheme Napa Sandra Ramona, ha sido revisado y evaluado por los miembros del tribunal.

El trabajo de fin de carrera antes mencionado cumple con los requisitos académicos, científicos y formales suficientes para ser aprobado.

Pedernales, 05 de febrero de 2025

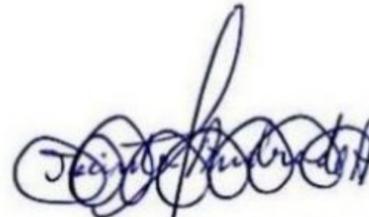
Para dar testimonio y autenticidad firman:



Dr. Derli Álava Rosado
PRESIDENTE DE TRIBUNAL



Ing. Renato Mendieta Vivas Mg.
1ER MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Ing. Jacinto Andrade Almeida Mg.
2DO MIEMBRO DEL TRIBUNAL

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

En calidad de docente tutor de la Extensión Pedernales de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido y revisado el trabajo de investigación, bajo la autoría del estudiante Cheme Napa Sandra Ramona, legalmente matriculada en la carrera de Ingeniería Agropecuaria, período académico 2024- 1- 2024-2, cumpliendo el total de 400 horas, bajo la opción de titulación de trabajo de investigación, cuyo tema del proyecto es Elaboración de compost a partir de cáscara de cacao (*Theobroma cacao L.*) en la Estación Experimental Latitud "0"

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

Pedernales, 05 de febrero de 2025

Lo certifico


Ing. Amador Javier Suárez Villa. Mgs.
Docente Tutor
Área de agropecuaria

iii

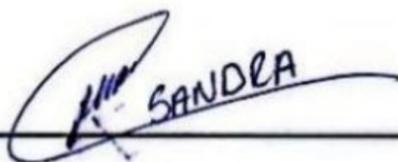
iii

DERECHOS DE AUTORÍA

Yo, Cheme Napa Sandra Ramona, con cédula de identidad No 1313956672, declaro que el presente trabajo de titulación Elaboración de compost a partir de cáscara de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la Estación Experimental Latitud "0", ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existente y respetando los derechos intelectuales de terceros considerados en las citas bibliográficas.

Consecuentemente declaro que las ideas y contenidos expuestos en el presente trabajo son de mi autoría, en virtud de ello me declaro responsable del contenido, veracidad y alcance de la investigación antes mencionada.

Pedernales, 05 de febrero de 2025

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'SANDRA', is written over a horizontal line.

Cheme Napa Sandra Ramona

C.1313956672

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL
UNIVERSIDAD LAICA "ELOY ALFARO DE MANABÍ"
EXTENSIÓN DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

Título de la investigación

Elaboración de compost a partir de cáscara de cacao (*Theobroma cacao L.*) en la Estación
Experimental Latitud "0"

TESIS DE GRADO

Sometida a consideración del Tribunal de revisión, sustentación y legalizada por el Honorable
Consejo de Extensión como requisito previo a la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

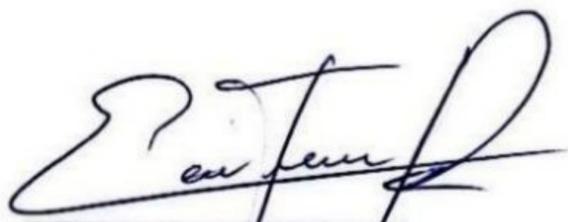
APROBADO POR:



Dr. Derli Álava Rosado
Decano de la Extensión Pedemales



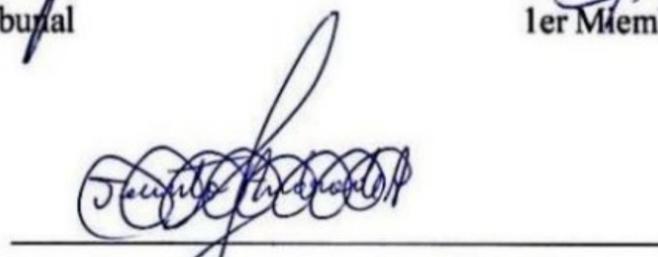
Ing. Amador Javier Suárez Villa. Mg.
Tutor de tesis



Dr. Derli Álava Rosado
Presidente del Tribunal



Ing. Renato Mendieta Vivas Mg.
1er Miembro del Tribunal



Ing. Jacinto Andrade Almeida Mg.
2do Miembro del Tribunal

v

v

DEDICATORIA

Dedico la presente tesis primeramente a Dios por su amor condicional, sabiduría, entendimiento y fortaleza durante toda esta etapa. A mis padres y hermanos quienes con sus palabras de aliento no me dejaban decaer para que siguiera adelante y siempre sea perseverante y cumpla con mis ideales y a sus consejos para hacer de mí una mejor persona, por ser una fuente de inspiración y motivación para superarme cada día más y así poder luchar para un futuro mejor.

Sandra Ramona Cheme Napa

AGRADECIMIENTO

Primeramente, doy gracias a Dios por permitirme tener una buena experiencia dentro de la universidad, gracias a mi tutor Ing. Amador Javier Suárez Villa. Mgs. por ser mi guía durante todo este proceso de investigación, por su dedicación, paciencia, amabilidad, gracias a cada maestro que hizo parte de este proceso integral de formación. A mi familia por su comprensión y estímulo constante, además su apoyo incondicional a lo largo de mis estudios. Y a todas las personas que de una u otra forma me apoyaron en la realización de este trabajo.

Sandra Ramona Cheme Napa

RESUMEN

El presente trabajo de investigación experimental se realizó en la estación experimental Latitud Cero, con el objetivo de evaluar los diferentes porcentajes del compostaje en base a la cáscara de cacao (*Theobroma cacao L.*) clon CCN51 y Nacional cómo abono orgánico para mejorar la fertilidad del suelo y la producción de la planta, mediante el aprovechamiento de los desechos de la cosecha de cacao (càscara), los cuales no son procesados adecuadamente, para el ensayo se utilizó un DBCA con arreglo factorial AxB con 4 repeticiones, las variables en estudio fueron: Temperatura, pH, humedad, pérdida de densidad y costos de producción comprobando las fuentes de variabilidad de los tratamientos en estudio a través de un análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de Tukey indicaron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre los tratamientos para la variable temperatura promedio de 45 °C en el primer mes hasta 49,9 °C, en el cuarto mes, el pH inició en 6.8 ± 0.3 hasta 7.4 en los diferentes tratamientos, el % de humedad se presentó desde (52,86%) hasta (53,50%). Los resultados de análisis de laboratorio realizados al compost a base de càscara de cacao Nacional y cacao CCN-51 reflejan contenidos de NPK, Ca, Mg, S, B, Zn, Fe y Mn, como resultado del proceso de compostaje se obtuvieron entre 13,61 Kg de compost en el tratamiento A1B2, 13, 041 Kg de compost en el tratamiento A1B1 y en los tratamientos A2B2 y A2B1 se obtuvieron 11,34 Kg y el contenido de K en la potasa orgánica fue de 3,79% en muestras de cacao Nacional y 3,90% en muestra de cacao CCN-51, los costos de producción de una tonelada de compostaje a base a la cáscara de cacao (*Theobroma cacao L*) cacao Nacional y Cacao CCN-51 donde se obtuvieron los tratamientos: Tratamiento (10 gramos de BIOBAC + 20L. de agua + melaza) y Tratamiento (20 gramos de BIOBAC + 20L. de agua + melaza) combinados con las cáscaras de cacao Nacional y CCN-51 dio un total de \$768,30 USD.

Palabras claves: Compostaje, abono orgánico, fertilidad, producción, desechos, cosecha

ABSTRACT

The present experimental research work was carried out at the Latitud Cero experimental station, with the objective of evaluating the different percentages of composting based on cocoa shell (*Theobroma cacao* L.) clone CCN51 and Nacional as organic fertilizer to improve the fertility of the soil and plant production, through the use of cocoa crop waste (shell), which is not processed properly, for the test a DBCA with AxB factorial arrangement with 4 repetitions was used. The variables under study were: Temperature, pH, humidity, loss of density and production costs, checking the sources of variability of the treatments under study through an analysis of variance (ANOVA) and the Tukey test indicated significant differences ($p > 0.05$) between the treatments for the variable average temperature from 45 °C in the first month to 49.9 °C, in the fourth month, the pH started at 6.8 ± 0.3 to 7.4 in the different treatments, The % humidity ranged from (52.86%) to (53.50%). The results of laboratory analysis carried out on compost based on Nacional cocoa shell and CCN-51 cocoa reflect contents of NPK, Ca, Mg, S, B, Zn, Fe and Mn, as a result of the composting process, they were obtained between 13 .61 kg of compost in treatment A1B2, 13, 041 kg of compost in treatment A1B1 and in treatments A2B2 and A2B1 were obtained 11.34 Kg and the K content in organic potash was 3.79% in Nacional cocoa samples and 3.90% in CCN-51 cocoa sample, the production costs of composting based on cocoa shell (*Theobroma cacao* L) Nacional cacao and Cacao CCN-51 the production costs of a ton of compost based on cocoa shell (*Theobroma cacao* L) Nacional cocoa and CCN-51 cocoa where the treatments were obtained: Treatment (10 grams of BIOBAC + 20L of water + molasses) and Treatment (20 g of BIOBAC + 20L of water + molasses) combined with the Nacional and CCN-51 cocoa shells gave a total of \$768.30 USD.

Keywords: Composting, organic fertilizer, fertility, production, waste, harvest

INDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN DE APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	
DERECHOS DE AUTORÍA.....	
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL	
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
RESUMEN	8
ABSTRACT	9
INDICE GENERAL	10
INDICE DE TABLA	14
INDICE DE GRÀFICOS.....	15
INDICE DE FIGURAS	16
INDICE DE ANEXOS	16
CAPITULO I	17
1. CONTEXTUALIZACION DE LA INVESTIGACIÒN	17
1.1 INTRODUCCIÒN	17
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	19
1.2.1 IDENTIFICACIÒN DE VARIABLES	21
1.2.2 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÒN	22
1.3 HIPOTESIS	22
1.4 OBJETIVOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÒN	23
1.4.1 Objetivo general	23
1.4.2 Objetivos específicos.....	23
1.5 Justificaciòn	23

1.6	MARCO TEÓRICO	25
1.6.1	Antecedentes.....	25
1.7	Bases teóricas.....	26
1.7.1	Origen del cacao (Theobroma cacao L)	26
1.7.2	Cacao (Theobroma cacao L.).....	27
1.7.3	Taxonomía del Cacao (Theobroma cacao L.)	29
1.7.4	Morfología de la planta.....	29
1.7.5	Cacao CCN51	30
1.7.6	Cacao Nacional.....	31
1.7.7	Compost.....	31
1.7.8	Compostaje	32
1.7.9	Fases del compostaje	33
1.7.10	Fase mesófila (25°C-45°C).....	33
1.7.11	Fase termófila (40°C a 65°).....	33
1.7.12	Fase de maduración	34
1.8	Tipos de compostaje	34
1.8.1	Compost semimaduro	34
1.8.2	Compost maduro	35
1.8.3	Calidad del compost	36
1.8.4	Cáscara de cacao.....	37
1.8.5	Nutrientes Contenido Función en abono	40
1.8.6	Residuos Orgánicos.	40
1.8.7	BIOBAC	41
1.8.8	Potasa orgánica.....	41
	CAPÍTULO II.....	42

2.	DESARROLLO METODOLÓGICO	42
2.1	Métodos de investigación	42
2.1.1	Localización.....	42
2.1.2	Ubicación geográfica.....	43
2.1.3	<i>Duración Del Trabajo</i>	43
2.1.4	<i>CARACTERÍSTICAS AGROECOLÓGICAS Y EDAFOLÓGICAS</i>	43
2.2	MÉTODO Y TÉCNICA DE LA INVESTIGACIÓN	44
2.2.1	<i>Método de investigación</i>	44
2.2.2	<i>Técnicas de aplicación</i>	44
2.3	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	45
2.4	Delineamiento experimental	45
2.4.1	<i>Factores estudiados</i>	45
2.4.2	<i>Estructura de los tratamientos</i>	46
2.5	DISEÑO Y UNIDAD EXPERIMENTAL	46
2.5.1	Análisis de Variancia.....	47
2.5.2	<i>Materiales y equipos</i>	47
2.6	Variables de respuesta	48
2.6.1	Variable independiente	48
2.6.2	<i>Variables dependientes</i>	48
2.7	Manejo del ensayo	49
2.7.1	Delimitación del área de ensayo.....	49
2.7.2	Recolección del material vegetal.....	49
2.7.3	Pesado de la materia orgánica	49
2.7.4	Preparación de los tratamientos.....	50
2.7.5	Aplicación de los tratamientos	50

2.7.6	Toma de dato de las variables en estudio	50
2.7.7	Pesado de materia orgánica por unidad experimental	50
2.7.8	Extracción de potasa.....	51
CAPITULO III.....		51
3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	51
3.1	Resultado de métodos y técnicas de investigación	51
3.1.1	Comprobación de hipótesis o contestación a las preguntas de investigación.....	51
3.2	Análisis y discusión de los resultados.....	52
3.3	Análisis de los procedimientos biológicos que aceleran el proceso de compostaje en base a la cáscara de cacao (Theobroma cacao L)	52
3.3.1	ANOVA de dos factores: COMPOST Kg. vs. TRATAMIENTOS	52
3.3.2	Caracterización física, química y biológica del compost obtenido del compostaje en base a la cáscara de cacao (Theobroma cacao L)	56
3.3.3	Costos de producción de una tonelada de compostaje a base de cáscara de cacao (Theobroma cacao L).....	64
3.3.4	Resultados de elaboración de potasa orgánica a base de cáscara de cacao CCN51 y cacao Nacional.....	67
3.4	Discusión de los resultados.....	69
3.4.1	Objetivo 1: Analizar los procedimientos biológicos que aceleran el proceso de compostaje en base a la cáscara de cacao.....	69
3.4.2	Objetivo 2: Caracterizar física, química y biológicamente a los abonos obtenidos del compostaje en base a la cáscara.....	70
3.4.3	Objetivo 3: Evaluar costos de producción del compostaje en base a la cáscara de cacao	71
3.4.4	Objetivo 4: Elaboración de potasa orgánica de cacao CCN51 y Cacao Nacional	72
4.	CONCLUSIONES.....	73
5.	RECOMENDACIONES	74

6. BIBLIOGRAFÍA	75
7. ANEXOS	86

INDICE DE TABLA

Tabla 1. Taxonomía del cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.)	29
Tabla 2. Aplicación del compost semimaduro	35
Tabla 3. Aplicación del compost maduro.....	36
Tabla 4. Contenido en la cáscara de cacao	39
Tabla 5. Análisis de residuos de cacao en base a materia seca (MS).....	39
Tabla 6. Características climáticas de la estación experimental Latitud 0.	43
Tabla 7. Factores	45
Tabla 8. Estructura de los tratamientos aplicados	46
Tabla 9. El esquema del Análisis de la Varianza se indica a continuación.....	47
Tabla 10. Características generales de la parcela experimental	47
Tabla 11. Materiales y equipos para la creación del proceso de compostaje	47
Tabla 12. Materiales para la preparación del compost	48
Tabla 13. Método de obtención de resultados	52
Tabla 14. Información del factor	53
Tabla 15. Análisis de Varianza.....	53
Tabla 16. Resumen del modelo	53
Tabla 17. Medias	53
Tabla 18. Comparaciones utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%	54
Tabla 19. Resumen de análisis de varianza del factor humedad	56
Tabla 20. Resumen de análisis de varianza del factor humedad	58
Tabla 21. Resumen de análisis de varianza del factor pH	59

Tabla 22.	Resumen de análisis de varianza del factor perdida de densidad	61
Tabla 23.	Costos de producción del compostaje en base a la cáscara de cacao (Theobroma cacao L) cacao Nacional y Cacao CCN-51	64
Tabla 24.	Costos de producción por tratamiento en USD	65

INDICE DE GRÀFICOS

Gráfico 1.	Diagrama de flujo de la obtención de potasa de cascara de cacao CCN51 y Nacional.....	51
Gráfico 2.	Diferencias de las medias para COMPOST Kg. vs. TRATAMIENTOS	54
Gráfico 3.	Resultados de elaboración de compost de càscara de cacao Nacional y CCN-51	55
Gráfico 4.	Rango promedio de temperatura de los tratamientos (A1B2, A1B1, A2B2 y A2B1)	57
Gráfico 5.	Rango promedio de humedad de los tratamientos (A1B2, A1B1, A2B2 y A2B1)	58
Gráfico 6.	Rango promedio de pH de los tratamientos (A1B2, A1B1, A2B2 y A2B1	60
Gráfico 7.	Rango promedio de perdida de densidad de los tratamientos (A1B2, A1B1, A2B2 y A2B1)	61
Gráfico 8.	Caracterización química del compost obtenido del compostaje en base a la cáscara de cacao (Theobroma cacao L) Nacional	62
Gráfico 9.	Caracterización química del compost obtenido del compostaje en base a la cáscara de cacao (Theobroma cacao L) CCN-51	63
Gráfico 10.	Resultados de análisis de potasio (K) en muestras de cacao CCN-51 y cacao Nacional.....	68

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Localización del ensayo en la Estación Experimental Latitud 0.....	43
-----------	--	----

INDICE DE ANEXOS

Anexos 1.	Delimitación del ensayo	86
Anexos 2.	Preparación de terreno donde se realizó el ensayo	86
Anexos 3.	Recolección de material orgánica (cascara de cacao CCN51 y cacao Nacional). 87	
Anexos 4.	Pesado del material recolectado (cascara de cacao CCN51 y Nacional.....	87
Anexos 5.	Riego.....	88
Anexos 6.	Aplicación de tratamientos	88
Anexos 7.	Toma de parámetros	89
Anexos 8.	Pesado y recolección de muestras para análisis de laboratorio	89
Anexos 9.	Compost.....	90
Anexos 10.	Proceso de extracción de potasa	90
Anexos 11.	Grafica de intervalos de Compost Kg. Vs. Tratamientos	92
Anexos 12.	Grafica de valores individuales de Compost Kg. Vs. Tratamientos.....	92
Anexos 13.	Grafica de caja de Compost Kg.....	93
Anexos 14.	Grafica de residuos para Compost Kg.....	93
Anexos 15.	Resultado de análisis de laboratorio de las muestras de compost de cacao Nacional y cacao CCN-51	94
Anexos 16.	Resultado de análisis de contenido de potasio (K) en muestras de cacao	95

CAPITULO I

1. CONTEXTUALIZACION DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 INTRODUCCIÓN

Desde la antigüedad se han estado utilizando fertilizantes orgánicos para desarrollar y mejorar el suelo, de forma que se obtenga mejoras en las producciones del sector agrícola. A pesar de la realización de esta actividad, pero con el paso de los años, esta práctica desapareció gradualmente con la llegada de los fertilizantes químicos y biofertilizantes, que reemplazaron a los fertilizantes de denominación orgánica que existieron, lo que provocó la contaminación de los recursos de la tierra, el agua, la agricultura y disminución en la producción de alimentos (Reyes, 2023).

Actualmente, se presentan múltiples métodos útiles para restaurar los suelos degradados, como agregar al suelo fertilizantes crudos, fertilizantes orgánicos o sustancias como el compost los cuales son un compuesto que se origina a partir de desechos de origen de animales o vegetales mixtos para mejorar sus propiedades biológicas y químicas (Leygnima et al, 2020).

La composta es un tipo de fertilizante que resulta de la descompostura de materiales orgánicos (como las mazorcas de cacao), a través de un proceso aeróbico, con la aplicación de este tipo de material se ayuda a reducir la erosión del suelo, reducir la dependencia de insumos externos como los fertilizantes químicos, promover la autosuficiencia en las actividades agrícolas y fomenta el reciclaje de nutrientes (Paucar & Quispe, 2023).

El *Theobroma cacao L.* forma parte de las principales fuentes de ingresos en alrededor de treinta y cinco países donde se cultiva, las plantaciones cubren una superficie de 3,5 a 4,5 millones de ha, donde se produce 3,5 millones de toneladas de cacao en grano anualmente, de

los cuales Ecuador produce 270.000 toneladas con plantaciones de cacao Nacional y cacao CCN51 (Asociación Europea de Cacao , 2024).

El cacao ha desempeñado un papel fundamental para la economía y la historia del Ecuador, anexado al banano y petróleo, formando así las tres exportaciones primarias más importantes y es un elemento clave en la integración del Ecuador en las economías mundiales. La producción de cacao en Ecuador ha dado paso a la creación de una dirección importante en la economía nacional especialmente desde la época colonial, cuando las exportaciones de cacao contribuyeron significativamente a la producción de divisas (Abad et al, 2019).

Las cáscaras de cacao son un subproducto que proviene después de realizar la cosecha del cacao y a menudo se descartan y se consideran un producto de desecho para las industrias dedicadas al manejo y procesamiento de cacao (Aldas et al, 2023). Aportan dosis de vitamina A y C y son ricas en calcio, magnesio, ácidos oleicos, fibras, antioxidantes y teobromina, las mazorcas de *Theobroma cacao L.* son las partes molidas de endospermo del grano de cacao que no están sujetas a mayor manejo o transformación. Los expertos en procesos a de derivados realizados a base de cacao indican que el rendimiento por cada 100 kg de granos de cacao está en un 85% y el 15% se considera desecho porque aquí se encuentran las cáscaras, cascarilla y triturado, de los cuales solo la cascara del *Theobroma cacao L.* representa un 12% de estos residuos (Sailema, 2021).

La presente investigación se centro en la utilización adecuada de los residuos agrícolas provenientes de las plantas de cacao (*Theobroma cacao L.*) (càscara), con la finalidad de mejorar el suelo y la producción del cultivo mediante la aplicación del compost, debido a que en la

actualidad el incremento de desechos agrícolas es notable y su utilización es baja debido al desconocimiento para la manipulación y procesamiento de este tipo de material el cual es generado en grandes cantidades por la industria agrícola específicamente en el sector cacaoero. Con la realización de esta investigación de carácter experimental se fomenta el uso y aprovechamiento de la cáscara de cacao como abono orgánico para las plantas de forma que se pueda mejorar las propiedades del suelo, para ello se realizó la elaboración de un compost.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La agricultura a escala masiva en todo el mundo genera graves problemas para el agua y suelo, se utiliza especialmente en prácticas de monocultivo, el aumento de la demanda por parte de asentamientos de la creciente población a escala mundial ha llevado a la expansión de las tierras agrícolas, la creciente demanda de asentamientos por parte de las nuevas generaciones ha llevado a la expansión de las tierras agrícolas, han talado cientos de ha de bosque para cultivar una variedad de frutas y verduras para alimentar a la población (Ayamba et al, 2021).

Uno de los retos más importantes a los que se hace frente los productores en la actualidad son los residuos postcosecha. Si estos residuos no se gestionan adecuadamente, pueden convertirse en un problema de contaminación de recursos naturales. También estos materiales provienen de diferentes componentes sean estos orgánicos e inorgánicos, y de aquello depende las posibilidades de su uso en procesos de compostaje (Galvis, 2024).

Álava & Granizo (2022) mencionan que un gran número de productores quieren incrementar el peso de su cacao cuando es el momento de venderlo, para que no se “desperdicie” en la huerta y por ello escogen secar y moler el residuo del cacao como la cáscara y la placenta para

combinarlos con el cacao. Como resultado de esta mezcla, el producto exportado contiene impurezas que bajan la calidad del cacao y el precio, lo que resulta en una disminución del precio del cacao. Los agricultores utilizan este método porque no tienen otro uso para estos desechos después de la cosecha. Por ello surgió la idea de plantear la investigación donde aproveche y mantenga este residuo agrícola del cacao.

Los tipos y las cantidades para realizar el compost va a depender de la cantidad de residuos, la accesibilidad de los recursos y mano obra. El tiempo de elaboración y uso depende de los tipos de materiales, por lo que el abono orgánico se prepara en 1 a 3 meses. Estos productos son aptos para explotaciones grandes, pequeñas y medianas, también se debe tener en cuenta la voluntad y disponibilidad del agricultor en cuanto a sus aplicaciones y frecuencia (Lizarazo, 2022).

Si no se previenen o reducen grandes cantidades de estos desechos o residuos, causarán problemas ambientales muy graves y su eliminación requerirá enormes cantidades de dinero y sociales. Aquí se analiza estas pérdidas y queda claro que la manera efectiva de disminuir la cantidad de residuos y costo de su eliminación es reciclarlos, transformándolos en subproductos y así crear valor económico adicional y ayudar a promover el desarrollo de la economía local y crear otras nuevas formas de negocio (Cartay, 2022).

Ecuador no cuenta con un plan para la manipulación de residuos postcosecha de cacao, claro ejemplo de ello es el manual de BPA (buenas prácticas agrícolas) del cacao solo mencionan que los desechos podrían usarse para el proceso de composta, pero no menciona qué hacer y como ejecutarlo (Agrocalidad, 2012).

A pesar que, no se cuenta con investigaciones enfocados específicamente a la manipulación de los residuos postcosecha, de forma que es necesario desarrollar planes integrales para manejos de desechos de cacao, teniendo en cuenta las características dentro de las áreas de estudio y las propiedades físico-químicas de la placenta y del mucílago. Con ello se pretende lograr una gestión adecuada de los desechos, incluyendo su recogida, almacenamiento y la probabilidad de valorizarlos como subproducto o energía y, en última instancia, presentar disposiciones finales adecuadas para minimizar el impacto potencial de los mismos (Delgado, 2018).

Mediante la realización de la presente investigación se busca dar solución a la problemática planteada en los párrafos anteriores, mediante la aplicación de conocimientos teóricos y prácticos donde se plantea la elaboración y manejo de un compost orgánico en el cantón Pedernales a base de cáscara de cacao (*Theobroma cacao L*) obtenido de la postcosecha de este cultivo, la finalidad de este trabajo consiste en la evaluación de los diferentes porcentajes del compostaje en base a la cáscara de cacao (*Theobroma cacao L.*) clon CCN51 como abono orgánico para mejorar la fertilidad del suelo y la producción de la planta promoviendo el uso correcto de los residuos de las cosechas para ello se sigue un proceso de descomposición de la materia orgánica acompañado de equipos y materiales que faciliten la obtención del producto final.

1.2.1 IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

- **Variable independiente:** Compostaje a base a cáscara de cacao (*Theobroma cacao L.*).
- **Variables dependientes:** Costos de producción, Temperatura, pH, humedad y pérdida de densidad.

1.2.2 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

En la presente investigación se plantearon las siguientes interrogantes con la finalidad de lograr el cumplimiento de cada uno de los objetivos planteados.

¿Qué efecto tendrá la aplicación de diferente dosis de compostajes de cascará de cacao (*Theobroma cacao L.*) en el cultivo?

¿Cuál de los procesos y métodos aplicados en cuanto a la descomposición de la materia orgánica (cáscara de cacao) será mayormente efectivo en un menor tiempo?

¿Al realizar el compost a base a la cáscara de cacao, las características físico-química y biológicas son aptas para posteriormente ser aplicado este abono en el cultivo?

¿Al realizar el compost proveniente de la descomposición de la cáscara de cacao se pueden generar beneficio para el productor en cuanto a la reducción de los costos de producción?

1.3 HIPOTESIS

H₀: La elaboración de compost a partir de cáscara de cacao en la estación experimental latitud “0” no presento ningún tipo de aporte para el cultivo, debido a que sus propiedades físico-química y biológicas no son aptas para ser aplicadas al cultivo.

H₁: La elaboración de compost a partir de cáscara de cacao en la estación experimental latitud “0” presento un aporte positivo para el cultivo, debido a que sus propiedades físico-química y biológicas son aptas para ser aplicadas al cultivo.

1.4 OBJETIVOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

1.4.1 Objetivo general

Evaluar los diferentes porcentajes del compostaje en base a la cáscara de cacao (*Theobroma cacao L.*) clon CCN51 como abono orgánico para mejorar la fertilidad del suelo y la producción de la planta.

1.4.2 Objetivos específicos

- Analizar los procedimientos biológicos que aceleran el proceso de compostaje en base a la cáscara de cacao.
- Caracterizar física, química y biológicamente a los abonos obtenidos del compostaje en base a la cáscara.
- Evaluar costos de producción del compostaje en base a la cáscara de cacao.
- Elaboración de potasa orgánica de cacao CCN51 y Cacao Nacional.

1.5 Justificación

Las cáscaras del *Theobroma cacao L.* cubren las semillas del fruto y se consiguen pelando la semilla, el material obtenido, que forma aproximadamente el 12 por ciento del peso de las semillas, son de color marrón, secas y quebradizas. Investigaciones realizadas por varios países han indicado que las cáscaras de *Theobroma cacao L.* poseen excelente actividad antioxidante, la cual se aprovecha por medio de la elaboración de infusiones donde es más efectiva esta propiedad (Bailón & Florida, 2021).

Los compuestos de origen natural o compost orgánico son elementos formados a partir de desechos de origen animal, vegetal o mixto, obtenidos durante el proceso de descompostura

natural (aerobia) y adicionados al suelo para optimizar sus propiedades físicas y biológicas, así como sustancias químicas (Leygnima et al, 2020).

Para aumentar el rendimiento y proteger el cultivo de plagas y/u otros daños, cada productor utiliza diferentes tipos de productos químicos agrícolas como: fertilizantes, herbicidas, fungicidas, insecticidas que son bien conocidos por esparcirse en el suelo y sin ayuda profesional, lo que ocasiona degradación de los suelos y contaminan las aguas (Rotimi & Boluwaji, 2019).

Actualmente, el cacao *Theobroma cacao L* y sus desechos postcosecha se utilizan de múltiples formas, por ejemplo, para la producción de mieles a partir del mucílago del cacao o de su cáscara como materia prima para compost, por lo que las investigaciones sobre el cacao han aumentado debido a su importancia (Ayamba et al. 2021).

Una investigación donde se describen las diferentes fuentes de compost, específicamente la cáscara de cacao, resaltando la efectividad de estos materiales para ser utilizados como fertilizante orgánico específico para la siembra, los cuales poseen nutrientes los cuales ayudan al mejoramiento del suelo, también ayudan en el retenimiento del agua y la composición del suelo, lo cual ayuda a crear ambientes adecuados para el adecuado desarrollo de plantaciones de cacao y aumenta los beneficios en la agricultura (Cabero, 2024).

La presente investigación se realizó con la finalidad de evaluar los diferentes porcentajes del compostaje en base a la cáscara de cacao (*Theobroma cacao L.*) clon CCN51 cómo abono orgánico para mejorar la fertilidad del suelo y la producción en sembríos de cacao, debido a que al utilizar este tipo de abonos de origen natural y orgánicos se optimiza la productividad del

cultivo y se observa un mejoramiento de las propiedades del suelo, aprovechando al máximo los recursos con los que cuenta el pequeño y mediano productor y hacer rentable su producción.

1.6 MARCO TEÓRICO

1.6.1 Antecedentes

Torres (2023) mencionó en su estudio experimental sobre la remediación de suelos contaminados por la utilización masiva de agroquímicos para evaluar el uso de compostaje de cáscara de cacao y fertilizantes para la remediación de un suelo degradado en cultivos de arroz. Determiné las propiedades físicas y químicas del suelo: textura arcillosa 52.3%, pH 5.9, CE 175.25us/cm, MO 1.52%, N, 0.1%, P, 6.26ppm, K, 124.23ppm, CIC 12,40 meq, contenido de Mg 0,66 meq. /100 g, Na 0,4 meq. /100 g, Al 1,10 meq. /100 g. La cáscara de cacao y el compost de estiércol de vaca están disponibles en dosis de 400, 800 y 1200 gr/plta. Concluyendo que el compostaje restaura el suelo degradado a una dosificación de 1200 g/planta.

De acuerdo a Cabero (2024) el abono orgánico es importante en el cultivo de cacao y descubrió que el compostaje realizado con cáscara de *Theobroma cacao L* es eficaz como fertilizante orgánico para los cultivos de cacao, este abono contribuye con los nutrientes necesarios, ayuda a mejorar y retener el agua y las estructuras de los suelos, en conjunto, la capacidad de estos fertilizantes para adaptarse a varios tiempos en el crecimiento del cacao permiten conocer los impactos positivos sobre los árboles y las producciones de cacao, proporcionando nutrientes, ayudando al suelo y eliminando malezas.

Pérez & Torres (2023) mencionó que el *Theobroma* es un producto de origen natural que presenta altos niveles de consumo a escala global, por lo que lo genera una gran cantidad de

desechos en esta industria, en el año se consumieron más de 5226 Toneladas de cacao. Dentro del estudio se describe el potencial uso de los desechos de cacao obtenidos por herramientas biotecnológicas en las industrias alimentarias. La relevancia e importancia de esta investigación se basa en la utilización de los residuos del procesamiento del cacao, en los resultados de análisis de alimentos y el uso generalizado de estos residuos en humanos. Concluyó que las cortezas son fuentes importantes de fibra, que los desechos pueden usarse como fertilizante para el suelo y convertirse en harinas para alimentar a los animales, y que los desechos pueden usarse como sustrato para biocompuestos y microorganismos para producir de hongos para consumo humano.

Marroquín y García (2022) argumentaron que muchas veces los frutos se descartan en un solo cultivo y causan problemas como propagación de plagas y microorganismos patógenos. Entre los desechos, la cáscara es los más importantes. En su estudio, obtuvo una matriz orgánica como material de soporte y nutricional de las cáscaras de los granos de cacao criollo. El material vegetal fue caracterizado mediante % de humedad, pH, % de cenizas, contenido de NPK. Los resultados demostraron que, con el adecuado proceso de manejo de la cáscara de *Theobroma*, estos residuos se pueden convertir en productos biomateriales, y de acuerdo a las propiedades fisicoquímicas se obtuvo celulosa con pH 5,7, cenizas 18,83%, humedad 73,56%. Lignina 39,81%, N total 0,02%, P total 0,02% y no hubo presencia de k.

1.7 Bases teóricas

1.7.1 Origen del cacao (Theobroma cacao L)

Se han presentado varias confusiones sobre el origen del cacao (*Theobroma cacao L*). en el año 2002, algunos sugieren que encuentra en los valles de la selva amazónica en las riberas del

río Napo, el cual abarca la mayor porción de la amazonia de Ecuador y Perú, Bolivia y Brasil con el tiempo se introdujo en Centroamérica, donde varios investigadores mencionaron que este árbol lo domesticaron y cultivaron por primera vez. El *Theobroma* es originario de las *Styculiaceae* con el nombre científico (*Theobroma cacao L.*), procedente de las selvas cálidas de América del Sur, específicamente de las cuencas de Caquetá, Putumayo y Napo, que son desembocaduras del río Amazonas (Romero & Urrego, 2016).

También existe evidencia histórica sobre la utilización y cultura del *Theobroma cacao L* asociado con América, principalmente México, Belice, Guatemala y Honduras, en estas zonas los españoles los encontraron, y desde ese entonces fue movilizado al lugar donde los europeos invadieron alrededor de 500 años, con lo cual cualquier texto del *Theobroma cacao L* fue asociado a su origen mesoamericano (Pastor, Velazquez, & Rivas., 2022).

El cacao (*Theobroma cacao L.*) es producido en Ecuador, país ubicado entre los 10°N y 10°S de latitud, con un clima propicio para este tipo de plantas, los principales cosechadores son tres países: Costa de Marfil, Ghana y Ecuador (Lizarazo, 2022), en lo mencionado por (Angulo, 2022) el *Theobroma* crece en las regiones subtropicales y tropicales de Latinoamérica, en Ecuador su origen comprende las provincias de: Manabí, Guayas, Santo Domingo, Esmeraldas, Los Ríos, y el Amazonas.

1.7.2 Cacao (*Theobroma cacao L.*)

Theobroma, un género de las familias Malváceas, incluyen aproximadamente veintidós especies. El cacao es uno de los cultivos denominados como principales, otras especies nativas pertenecientes a este grupo son *Teobroma bicolor* o pasta, *Teobroma angustifolium* o abekakao

y *Theobroma. grandiflorum cupuassu* y *Koolapähkel* (coca) a *sugulasliik*. Los cuales son arboles de baja estatura originarios de las selvas tropicales de África, Centro y Sudamérica. Especies como: (*T. cacao*, *T. angustifolia*, *T. microcarpus*, *T. obovatum* y *T. obovatum*) son cultivados a escala industrial. Charles Linnaeus describió este género y lo publicó en el libro *Especies de Plantas* 2: 782. 1753 (Miranda, 2024).

El cultivo de cacao ha permitido que las zonas rurales donde se cultiva puedan alcanzar su desarrollo, debido a que forma parte de las varias actividades económicas, sociales y culturales de los países productores, generalmente este cultivo es la base de la agricultura familiar campesina, siendo esta una planta tropical que se puede desarrollar con normalidad en zonas húmedas y cálidas a 10 grados al Norte y 10 grados al Sur de Ecuador, por lo que los granos son utilizados básicamente como materia prima para producir grasas, alimentos, chocolate, licores y algunos cosméticos (Durango, 2019).

El *Theobroma cacao L.*, es bien conocido por su denominación como pepa de oro, por ser una especie de árboles tropicales y son cultivados la mayor parte para sustento económico en los países tropicales donde se cultiva. Otros países difieren, y es por las propiedades sensoriales y la alta calidad que lo convierten en uno de los mejores a nivel mundial. Durante muchos años, Ecuador es considerado como principal productor de cacao aromático y de alta calidad. Actualmente las producciones de *Theobroma* se está intensificando principalmente en provincias como: Guayas, Sucumbíos, Los Ríos y Manabí (Montes, 2016).

1.7.3 Taxonomía del Cacao (*Theobroma cacao* L.)

De acuerdo a lo mencionado por (Montes, 2016) la taxonomía del cacao (*Theobroma cacao* L.) se describe en Tabla. 1.

Tabla 1. Taxonomía del cacao (*Theobroma cacao* L.)

Reino: <i>Plantae</i>
Tipo: <i>Magnoliophyta</i>
Clase: <i>Magnoliopsida</i>
Orden: <i>Malvales</i>
Familia: <i>Malvaceae</i>
Género: <i>Theobroma</i>
Especie: <i>T. cacao</i>

Fuente: Taxonomía del cacao (*Theobroma cacao* L.) (Montes, 2016)

1.7.4 Morfología de la planta

Árboles; de Hojas simples, ovada, oblonga u ovada, grande, muy acuminada, margen entero o casi completo, venas puntiagudas. Cimas axilares o partes elevadas del tallo, pocas o muchas flores, de 5 pétalos radialmente simétricos, rosadisos, rojizos, amarillosos, con una garra en forma de copa unida al tubo de la antera, hojas orbiculares o espatuladas; 10-15 estambres, 5 haces de 2-3 estambres, 2 anteras, subuladas, lineal-oblongas u ovadas, erectas o reflexas, tan largas como pétalos o más. Frutos grandes, oscilantes o drupas, ovoides, elípticos o cilíndricos oblongos, lisos o estriados, más o menos gruesos, carnosos o leñosos, muchas semillas cubiertas por una capa de pulpa que lo recubre en un solo lugar dentro de la mazorca (Miranda, 2024).

1.7.5 Cacao CCN51

Homero Castro un científico dedicado a la botánica en la década de 1960, desarrollo el cacao CCN51 perteneciente a la Colección Castro Naranjal número 51, son árboles de alto rendimiento y resistentes a enfermedades es utilizado para reemplazar a las variedades mayormente propensas a sufrir de plagas y enfermedades. A fines del año 1990, esta variedad se catalogó como cacao premium en el Ecuador. El cacao CCN51 resiste a enfermedades por lo que es una variedad con altos niveles de rendimientos, creada específicamente para las industrias comerciales del chocolate premium (Parra, 2019).

Las ventajas de cultivar estas variedades de *Theobroma* incluyen su adaptación a las varias zonas climáticas del Ecuador, altas producciones, acompañado de un buen manejo del cultivo, así como resistencia enfermedades y plagas, proporcionando un correcto procesamiento postcosecha, el cacao CCN51 presenta las características sensoriales requeridas para los mercados internacionales (Nieto, 2023).

Según Barrera (2024), las mazorcas casi enteras pueden usarse para elaborar jugos a base de pulpas y múltiples productos, destilar aguardientes para elaborar vino e incluso las mazorcas de *Theobroma* contienen ciertas cantidades de fibras, lo mencionado por (Vera et al., 2021), muestra que las producciones de cacao generan grandes cantidades de residuos en los procesos postcosecha que son desperdiciados, por consiguiente es importante analizarlos para relacionarlos con las tecnologías de alimentación del ganado y brindar soluciones prácticas y sostenibles.

1.7.6 Cacao Nacional

Por su geografía y riquezas de recursos ecológicos, Ecuador es un excelente cultivador de cacao Arriba aromático de alta calidad (63% de la producción global), y el sabor de su cacao nacional es conocido en los mercados internacionales durante siglos. Se utiliza en todo el chocolate refinado. Pero, muchas personas no se dan cuenta de que el chocolate es suave y aromático y conocido por su refines, especialmente por el sabor y aroma del cacao. Por su aroma y sabor afrutado y floral, se hizo reconocido por extranjeros y con el tiempo pasó a ser conocido como "Cacao Arriba". Ecuador es posicionado es competitivo en Latinoamérica en este rubro, le sigue Panamá, Venezuela y México, los cuales también van incrementando su participación dentro del mercado del cacao de alta calidad (ANECACAO, 2023).

El fruto del cacao es grande sostenida por un tallo derivado de las flores. La mazorca tiene cinco ovarios, cada uno de los cuales tiene dos lóbulos, cada uno formado por dos espinas y una línea interna. La forma es diferente, lo que lleva a la clasificación de diferentes genotipos. La semilla tiene forma ovalada y una cubierta o recubrimiento que protege a los cotiledones del exterior, tienen un mucílago o mucílago, que es la parte del mucílago dulce que fermenta las semillas (Gustavo, 2010).

1.7.7 Compost

Los fertilizantes orgánicos se obtienen mediante descomposición por capas de sustancias que son descompuestas por microorganismos. Microorganismos en el ambiente que desdoblan o mineralizan materiales. Este método de elaboración de fertilizante es económicamente bajo y fácil de realizar. Gracias a la acción de los microorganismos se obtiene un componente que

resulta útil para ser aplicado en los suelos utilizado para actividades agrícolas mejorando su composición y la fertilidad del mismo, el más famoso de ellos es el compost, que es un fertilizante vegetal orgánico y tiene propiedades físicas. Su uso puede ayudar en la recuperación de los suelos, la estructura del suelo, el drenaje y la captación de nutrientes y humedad, al tiempo que reduce la erosión, normaliza el pH y aumenta la captación de carbono en el suelo (Ministerio del Medio Ambiente , 2021).

1.7.8 Compostaje

El proceso, llevado a cabo en un medio aeróbico, con suficientes temperaturas y humedad, asegurando la conversión higiénica de los residuos naturales en materiales homogéneos que puede ser absorbido por las plantas. El compost puede explicarse como la suma de procesos metabólicos complejos llevados a cabo por diversos microorganismos que utilizan nitrógeno y carbono con presencia de Oxígeno para producir su material vegetal. Durante este procedimiento, los microorganismos producen calor y un sustrato sólido que contiene menos Carbono y Nitrógeno, siendo estable y recibe el nombre de compostaje, al realizar el proceso de descomposición del carbono, el nitrógeno y toda la M.O original, los microorganismos liberan calor mensurable a medida que la temperatura cambia con el tiempo (Román, Martínez, & Pantoja, 2013).

También es un método que permite la degradación biológica de restos y subproductos orgánicos, convirtiéndolos en materiales bioestándar, obteniendo como productos terminado el compost, de liberación lenta, con efecto residual positivo, utilizado como sustrato y con capacidad para mejorar la condición del suelo y cultivos de producción de energía (Bailón & Florida, 2021).

1.7.9 Fases del compostaje

Se consideran tres etapas importantes para obtener una producción óptima del compostaje de acuerdo a (Román, Martínez, & Pantoja, 2013) las fases de compostajes son las siguientes:

1.7.10 Fase mesófila (25°C-45°C)

La materia prima inicia con el proceso de compostaje a temperatura ambiente y al cabo de unos días la temperatura sube a 45°C. El incremento de temperatura está asociado con las actividades microbianas, debido a que los microorganismos en esta etapa hacen uso de fuentes simples de carbono y nitrógeno para generar calor. La descomposición de compuestos solubles como azúcares produce ácidos orgánicos, por lo que el pH cae entre 4,0 o 4,5, esta fase dura varios días (Vila, Martel, & Pariona, 2019).

En la primera etapa, el material inicia el proceso de compostaje a temperatura ambiente, y después de algunas semanas o incluso horas la temperatura sube a 45°C. La actividad microbiana eleva la temperatura porque los microorganismos en esta fase utilizan fuentes más simples de carbono y nitrógeno para generar calor. Cuando se descomponen compuestos simples como el azúcar, se forman ácidos orgánicos, por lo que el pH cae (a aproximadamente 4,0 o 4,5). Esta etapa dura entre 2 a 8 días (Vila, Martel, & Pariona, 2019).

1.7.11 Fase termófila (40°C a 65°C)

El compost en proceso de descomposición llega a temperaturas superiores a 45°C y los microorganismos mesófilos son alternados por los aquellos que poseen la capacidad para crecer a temperaturas más altas y trabajan para promover la descomposición de fuentes un tanto complejas como celulosa y lignina. La función de estos microorganismos es convertir el N en

amoníaco y así elevar el pH del medio. Especialmente a partir de los 60 °C surgen bacterias que producen esporas y actinomicetos, que son responsables de la descomposición de ceras, hemicelulosas y otros compuestos del complejo C. Esta fase puede llegar a mantenerse desde días hasta meses dependiendo de la materia prima, las condiciones climáticas y del sitio y otros factores (Román, Martínez, & Pantoja, 2013).

1.7.12 Fase de maduración

La fase de maduración cuando se encuentra a temperaturas similares al medio ambiente, pueden tomar varios meses, en los cuales ocurren varias reacciones de segundo orden donde condensan y polimerizan los compuestos de carbono, formando ácidos húmicos y fúlvicos, útiles en la agricultura y en la recuperación de los suelos (Román, Martínez, & Pantoja, 2013).

1.8 Tipos de compostaje

1.8.1 Compost semimaduro

La fase de altas temperaturas de compost incompletos posee altas actividades biológicas y una alta proporción de nutrientes de forma fácil que son absorbidos por las plantas. El tratamiento en agricultura se suele realizar en primavera con una cantidad de 4 - 5 kg/m² para campos y cultivos antes tratados, entre ellos; coliflor, apio, patatas. En cultivos extensivos la cantidad de compost es de 7-10 toneladas/ha. (Román, Martínez, & Pantoja, 2013, págs. 11, 32).

Después de 4 a 6 meses del proceso de compostaje por medio de técnicas aeróbicas el compost está semilisto. El compostaje fresco es muy activo biológicamente y por tanto activa el proceso de transformación del suelo. El porcentaje de nutrientes que la planta absorbe fácilmente es mayor que en el compostaje maduro, lo que interviene enormemente en el crecimiento. Por otro

parte, posee ácidos que son componentes que pueden afectar de forma negativa a la germinación y a raíces pequeñas, este compost no se debe utilizar para la germinación de semillas, no usar en cultivos en etapa de crecimiento, como se muestra en la Tabla 2. de acuerdo a (Esquerrà, 2024):

Tabla 2. *Aplicación del compost semimaduro*

CULTIVO	CANTIDAD	PERÍODO	MÉTODO
Frutales	Capa de 2 cm	Otoño	Mezclar superficialmente con el rastrillo alrededor del tronco
Verduras	3-4 kg/m ²	Otoño o principios de primavera	Labrar ligeramente (hasta 5 cm) y en invierno cubrir con una fina capa de hojarasca

Nota. Tabla de aplicaciones del compost semimaduro de acuerdo con (Esquerrà, 2024).

1.8.2 Compost maduro

Un compost maduro no debe ser tóxico para el medio ambiente y las plantas, entonces, por ejemplo; la presencia de NH₃ y SO₄ en los lixiviados del proceso de compostaje con altos niveles de humedad contribuye a la formación de ácido sulfhídrico y dióxido de nitrógeno (H₂S y NO₂), que en conjunto con el metano (CH₄) son gases de efecto invernadero, lo que tiene un importante impacto negativo para la naturaleza, especialmente para el cambio climático. El abono maduro se utiliza principalmente para semilleros, jardines y plantas en macetas. Suele mezclarse (20%-50%) con turba, tierra y cascarillas de arroz para las preparaciones de sustratos (Román, Martínez, & Pantoja, 2013, págs. 11, 32, 42)

Un compost está maduro después de que ha alcanzado alrededor de ocho meses o más, cuando la fauna y flora del suelo como cochinillas, milpiés, insectos y sus larvas, especialmente

lombrices, han completado su proceso y el material vegetal se ha convertido en abono. El abono parece tierra negra, esponjosa y de granulados finos y presenta un olor a suelo de los bosques, de forma que en su composición presenta efectos positivos sobre el suelo donde se aplica tales como: capacidad de retención de agua, oxigenación y desarrollo de raíces. Esto representa un almacenaje de nutrientes disponibles, especialmente para los pelos radiculares, como se muestra en la Tabla 2. donde se describe como se debe utilizar de acuerdo a (Esquerrà, 2024):

Tabla 3. *Aplicación del compost maduro*

CULTIVO	CANTIDAD	PERÍODO	MÉTODO
Planteles y plantas en maceta	Mezclar del 20 al 50% con tierra	Otoño	Tamizar (malla de 4 mm)
Césped	1 kg/m ²	Primavera o principios de verano	Tamizar (malla de 1,5 cm) y repartir bien
Jardineras o bancales de flores	1 kg/m ²	Otoño o primavera	Remover/labrar ligeramente

Nota. Tabla de aplicaciones del compost semimaduro de acuerdo con (Esquerrà, 2024).

1.8.3 *Calidad del compost*

En el marco legal sobre sobre compostaje, se evalúan las cualidades de los diferentes usos posibles de los compost tanto desde el punto de vista legalizado como agronómico, en función del tipo y orígenes de los residuos biodegradables y de los procesos de compostajes. La calidad de los compost va a depender del uso previsto. Podemos definirlo como las formas de manejo que tiene el compostaje para cubrir los requerimientos de las plantas con el menor impacto hacia el medio ambiente y sin poner un riesgo la salud del ser humano. Generalmente puede decirse

que compost debe ser de calidad, ya que de sus diversos usos posibles dependen su preparación, cargas bacterianas, propiedades químicas y físicas, como se describe a continuación (Ansorena, Batalla, & Merino, 2024) :

- Realizar pruebas de campo con la finalidad de medir las respuestas de las plantas a diferentes dosis de compost en el medio donde se encuentran las plantas en crecimiento, incluida la producción de material vegetal, desarrollo de las raíces, los números de flores, hojas, entre otras.
- Mide las propiedades de tamaño de partículas, olores, colores, presencia de elementos inadecuados como plásticos, vidrios, etc., pueden ser evaluadas por los sentidos, mientras que las propiedades químicas y biológicas, densidad, pH, porosidad, aireación, conductividad, nutrientes, metales pesados, contaminación bacteriana, etc.) se suelen medir en laboratorios.

El compostaje es natural y por tanto las propiedades y composiciones finales de cada compost es variante, las propiedades y la calidad del compost dependen principalmente de los materiales utilizados, el procesamiento del compost y la preparación de los productos. Para aplicar correctamente el compost, es imprescindible establecer su calidad antes de su uso. Para medir el contenido de la materia seca, la muestra debe secarse a 105°C alrededor de un día. El contenido de minerales como P₂O₅, K₂O, Magnesio y Calcio y carbono son parámetros importantes, estos análisis deben ser realizados en laboratorios especializados (Vincent & Fuchs, 2020).

1.8.4 Cáscara de cacao

Durante las etapas de procesamiento del (*Theobroma cacao L*) se forman restos de cáscaras o mazorcas, que pueden constituir alrededor del 52% al 70% del peso en húmedo del fruto, su

contenido calórico es de 17 a 22MJ Kg⁻¹, y su valor es lignina el peso 35%, celulosa 30% y hemicelulosa 10%, los porcentajes restantes corresponden al extracto. También cabe mencionar que ceniza de carbón poseen altos contenidos K₂O₅, que está entre el 57,1% y el 61,4%, lo que significa que los restos pueden utilizarse en fertilizante o utilizarse en procesos termoquímicos como la gasificación (Martínez, Villamizar, & Ortiz, 2015).

La cáscara del cacao (*Theobroma cacao L*) se obtiene tras la separación de las mazorcas de las semillas, tiene un componente interesante que contribuye a generar un valor agregado de los productos en el creciente mercado porque tiene un elevado contenido en fibras y pueden utilizarse en varios sectores (Álava & Granizo, 2022).

La industria requiere que las cáscaras sean lo extremadamente sueltas para poder quitarlas fácilmente durante el procesamiento, pero lo suficientemente fuertes como para permanecer irrompibles en el procesamiento normal. No debe haber ningún material pegajoso en la cáscara, como trozos de pulpas, de lo contrario será difícil separar el grano, una alta proporción de la cáscara de cacao supone menos material alimenticio a procesar y el valor económico es menor, Las cáscaras gruesas proporcionaría mayor protección a los granos (CAOBISCO, 2015).

Dependiendo de la variedad, las cáscaras de cacao representan entre el 52% y el 70% del peso de la fruta fresca, y se espera que el desperdicio alcance los 2,1 millones de toneladas en 2021, una prima elevada pero económica (Restrepo, 2023), en la Tabla 4. se menciona el contenido en la cáscara de cacao y en la Tabla 5. Análisis de residuos de cacao en base a materia seca (MS).

Tabla 4. *Contenido en la cáscara de cacao*

NUTRIENTES	CONTENIDO	FUNCIÓN
NITRÓGENO	2.5%	Interviene en el desarrollo vegetal
FOSFORO	1.8%	Promueve el desarrollo de flores y raíces
POTASIO	3.2%	Aumenta la resistencia a patologías
CALCIO	2.0%	Ayuda a construir la estructura celular
MAGNESIO	1.3%	Importante para la fotosíntesis y la formación de clorofila
SODIO	0.5%	Regula el equilibrio hídrico de la planta
HIERRO	0.02%	Participa en la síntesis de clorofila
MANGANESO	0.01%	Actúa como cofactor en varias reacciones bioquímicas
MATERIA ORGÁNICA	30%	Favorece la estructura del suelo y retiene agua

Fuente: Contenido de la cascara de cacao (*Theobroma cacao L.*) por (Cabero, 2024).

Tabla 5. *Análisis de residuos de cacao en base a materia seca (MS)*

Análisis	Valor	Cascara	Cascarilla	Placenta
Proximal				
Proteína cruda	(%)	3.26	8.50	9.25
Grasa	(%)	4.93	11.72	4.02
Ceniza	(%)	12.11	9.20	10.77
Fibra	(%)	34.89	17.49	22.16
Extracto libre de nitrógeno	(%)	44.86	53.09	53.80
Materia seca total	(%)	22.27	97.03	16.82
FIBRA				
FDN	(%)	54.98	50.74	18.17

FDA	(%)	48.76	37.21	11.39
LDA	(%)	30.25	26.43	4.58
ENERGIA BRUTA	(Mcal/Kg)	4.40	4.90	4.48

Fuente: Análisis proximal, Análisis de fibra y energía bruta de cacao (*Theobroma cacao L.*), cascara, cascarilla y placenta de cacao (Vera et al, 2021).

1.8.5 Nutrientes Contenido Función en abono

Fertilizante a base de las cáscaras *Theobroma* contiene nitrógeno 2,5% Favorece el crecimiento vegetal, fósforo 1,8% interviene en el crecimiento de las flores y raíces, el potasio 3,2% aumenta la resistencia a patologías, el calcio 2,0% favorece la composición celular, el magnesio 1,3% interviene en la fotosíntesis y la clorofila, sodio 0.5% regula los niveles hídricos de las plantas, hierro en las plantas 0,02% participa en la síntesis de clorofila, el manganeso al 0,01% sirve como cofactor para varias reacciones bioquímicas, la materia vegetal mejora la composición del suelo en un 30% y preserva la humedad (Cabero, 2024).

1.8.6 Residuos Orgánicos.

Las cantidades de residuos de origen vegetal obtenidos de la agricultura ha ido aumentando en las últimas décadas y se espera que en la Unión Europea se generen 1.600 millones de toneladas de material vegetal, de los que 415.000 millones de toneladas son residuos de trigos, maíz y cebadas, que generan los mayores volúmenes. de residuos de provenientes de la agricultura a nivel nacional y europeo (Vila, Martel, & Pariona, 2019).

El material vegetal procedente de las industrias procesadoras de *Theobroma cacao L* son fuentes importantes de residuos orgánicos, que luego de los procesos de mineralización, se transforman en nutrientes para las plantas, además de brindar varios beneficios. Por ende, es

importante el uso de las tecnologías de tratamiento de residuos sólidos naturales que requieren el tratamiento racional de estos residuos con el fin de preservar los contenidos de nutrientes en ellos y su posterior uso en el sector agrícola (Vila, Martel, & Pariona, 2019).

1.8.7 BIOBAC

Es un componente molecular orgánico obtenido como resultado de procesos biotecnológicos microbianos avanzados, la matriz de este producto se obtienen lisando las células de microorganismos anaeróbicos (anammox). También contiene extracto de alga y nutrientes bioactivos quelatados/combinados con ligandos naturales y orgánicos, por ejemplo: ácidos carboxílicos, aminoácidos, carbohidratos como: monosacáridos y oligosacáridos, nucleótidos, vitaminas y otros estimulantes del desarrollo (Agroandes , 2024).

Contiene altas concentraciones de microorganismos seleccionados (1×10^8 ufc/g), lo que ayuda a mejora la calidad de las aguas, ayuda a incrementar la eliminación de residuos orgánicos y nitrogenados del agua y el suelo, también ayuda a mejorar la descomposición de las materias vegetales orgánicas y ayuda a transformar el suelo negro. Convierte los olores desagradables en sustancias que demandan oxígeno, interviene en la minimización del SH₂, aumentando la cantidad de microorganismos del agua y el suelo, equilibrando el oxígeno y la reducción del dióxido de carbono, en totalmente orgánico, no contiene toxinas y ayuda en el mejoramiento del suelo (Biobacsa, 2014).

1.8.8 Potasa orgánica

Parte importante para producir fertilizantes e imprescindible para el desarrollo de la permacultura. A nivel mundial la población está en constante crecimiento y las áreas de cultivo

se reducen considerablemente y la utilización eficiente y eficaz de los fertilizantes es fundamental para incrementar el rendimiento y la satisfacción de la creciente necesidad de alimentación, de acuerdo a lo mencionado sobre la potasa orgánica, el cloruro de potasio es un importante elemento transformador para los humanos, el cual presenta elevados valores e importancia en la extracción del mineral. Un 95% restante es utilizado en la producción de fertilizantes artificiales. Esto ayuda a la retención humedad por parte de las plantas y así incrementar la resistencia a enfermedades y plagas y su rendimiento (Universidad Politécnica de Madrid, 2016).

CAPÍTULO II

2. DESARROLLO METODOLÓGICO

2.1 Métodos de investigación

En el presente trabajo de investigación descriptivo-experimental de campo se aplicó conocimientos técnicos y científicos mediante los cuales se realizó la elaboración de compost a partir de cáscara de cacao (*Theobroma cacao L.*) en la Estación Experimental Latitud “0” utilizando la metodología experimental, mediante análisis varianza para el objeto en estudio y generar mayor confianza en la investigación y llegar a la resolución del problema planteado y poder obtener resultados que fortalezcan la investigación y genere beneficio para el productor.

2.1.1 Localización

La presente investigación de campo se realizó en la Estación Experimental “Latitud O” de la Universidad Laica Eloy Alfaro Manabí, extensión Pedernales. Ubicada geográficamente entre la parroquia de Cojimíes perteneciente al cantón Pedernales en Manabí.

Figura 1. Localización del ensayo en la Estación Experimental Latitud 0



Fuente: Ubicación del ensayo, tomado por autor (Cheme, 2024)

2.1.2 Ubicación geográfica

La Estación Experimental “Latitud 0” de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, extensión Pedernales se encuentra geográficamente ubicada en el sector de Eloy Alfaro, perteneciente a la parroquia Cojimíes con las coordenadas latitud $0^{\circ}15'33''$ N y longitud $79^{\circ}33'18''$ O, de la Parroquia Cojimíes, Cantón Pedernales Provincia de Manabí.

2.1.3 Duración Del Trabajo

La investigación se desarrolló desde el mes de agosto de 2024 a noviembre de 2024, con una duración de cuatro meses.

2.1.4 CARACTERÍSTICAS AGROECOLÓGICAS Y EDAFOLÓGICAS

Tabla 6. Características climáticas de la estación experimental Latitud 0.

Características

Precipitación medio anual	800–3 000 mm/año
Temperatura media anual	18–36 °C
Humedad relativa anual	82,23 %
Heliofanía anual	1070,3 (horas/sol)
Evaporación	1433,7 mm

Fuente: (Cercado, 2022)

2.2 MÉTODO Y TÉCNICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.2.1 Método de investigación

El presente trabajo fue de carácter cuantitativo-experimental y observacional, en la investigación se aplicaron conocimientos, métodos y técnicas, donde se alternando diferentes números de tratamientos y procedimientos para un mayor alcance dentro de la investigación, donde se procedió a la elaboración de compost a partir de cáscara de cacao (*Theobroma cacao* L.) Nacional y CCN51, cuya finalidad fue la obtención de compost orgánica, libre de patógenos y con un alto contenido de nutrientes esenciales para un eficiente desarrollo de las plantas.

2.2.2 Técnicas de aplicación

Las técnicas que se emplearon en la investigación fueron direccionadas a través del conocimiento científico y técnico sobre la elaboración de compost, mediante la utilización de los desechos de la cosecha de (*Theobroma cacao* L.), adicional a ello se aplicaron técnicas para la medición de parámetros físico-químicos elementales para un adecuado proceso de compostaje.

2.3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El diseño de investigación es experimental de campo, se utilizó dos variables en estudio, variable dependiente y variable independiente, donde se evaluaron y determinaron la eficiencia del compost en la recuperación de suelos degradados por diversos factores como el uso continuo de productos químicos, sobre pastoreo, deforestación, malas prácticas agrícolas, entre otras.

2.4 Delineamiento experimental

2.4.1 Factores estudiados

En la presente investigación descriptiva-experimental de campo se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), (AxB) donde se evaluaron dos factores en estudio (Factor A Material Vegetal), (Factor B Dosis de BIOBAC) con dos niveles (A1 Cacao Nacional), (A2 Cacao CCN51) y (B1 10 g de BIOBAC + 20L. de agua + melaza) y (B2 20 g de BIOBAC + 20L. de agua + melaza) por cada factor respectivamente, en la Tabla 7 se muestran los factores

Tabla 7. Factores

Factor A
A1. Cacao Nacional
A2. Cacao CCN51
Factor B
B1. 10 g de BIOBAC + 20L. de agua + melaza
B2. 20 g de BIOBAC + 20L. de agua + melaza

Elaborado por Autor (Cheme, 2024)

2.4.2 Estructura de los tratamientos

Estructura de los tratamientos aplicados dentro del ensayo, para la evaluación de los diferentes porcentajes del compostaje en base a la cáscara de cacao (*Theobroma cacao L.*) CCN51 y Nacional cómo abono orgánico para mejorar la fertilidad del suelo y la producción de la planta se describen en la Tabla 8 a continuación:

Tabla 8. Estructura de los tratamientos aplicados

	Factor A	FACTOR B
	TIPO DE	DOSIS DE
	CACAO	BIOBAC
A1B1	Cacao Nacional	10 g
A1B2	Cacao Nacional	20 g
A2B1	Cacao CCN51	10 g
A2B2	Cacao CCN51	20 g

Fuente: Autor (Cheme, 2024)

2.5 DISEÑO Y UNIDAD EXPERIMENTAL

El diseño aplicado en el presente trabajo experimental fue un diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), considera tres fuentes de variación: un factor de tratamiento, un factor de bloqueo y un error aleatorio, aplicando un análisis de varianza donde se estudió la relación que existe entre las dos variables y los tratamientos en estudio.

2.5.1 Análisis de Variancia

Tabla 9. El esquema del Análisis de la Varianza se indica a continuación.

FUENTE DE VARIACIÓN	FORMULA	G.L.
Tratamientos	(t-1)	3
Repetición	(r-1)	3
Error	(r-1)(t-1)	9
Total	r.t-1	15

r = número de repeticiones Donde; r = 4

t = número de tratamientos t = 4

Tabla 10. Características generales de la parcela experimental

DESCRIPCIÓN	
Área total del ensayo	56 m ²
Forma de la unidad experimental	Cuadrada
Área del cálculo	1m ²
Área de borde	40 cm x 40 cm
Total, U.E:	16 U.E

Fuente: Autor (Cheme, 2024)

2.5.2 Materiales y equipos

Tabla 11. Materiales y equipos para la creación del proceso de compostaje

Lampa recta

Rastrillo
Machetes
Trichoderma
Carretillas
Libreta de campo
Escoba
Balde de 5 litros
<i>Elaborador por Autor (Cheme, 2024)</i>

Tabla 12. *Materiales para la preparación del compost*

Agua
Material vegetal (Cáscaras de Cacao CCN51 y Nacional.)
Biobac
<i>Elaborador por Autor (Cheme, 2024)</i>

2.6 Variables de respuesta

2.6.1 Variable independiente

Compostaje en base a la cáscara de cacao (*Theobroma cacao L.*).

2.6.2 Variables dependientes

Las variables dependientes de temperatura, pH y humedad y pérdida de densidad se midieron a través de un medidor de pH 4 en 1 de suelo S4 y para la variable de costos de producción se realizó un cuadro de costos de producción para compost a base de cascara de cacao CCN51 y cacao Nacional a continuación se detallan las variables en estudio.

- Temperatura
- pH
- Humedad
- Pérdida de Densidad
- Costos de producción

2.7 Manejo del ensayo

2.7.1 Delimitación del área de ensayo

Se inició con la observación y delimitación del área a realizar el ensayo el cual se estableció en la Estación Experimental Latitud 0, con un área de 56 m², de forma cuadrada, con 16 unidades experimentales, área de cálculo de 1 m².

2.7.2 Recolección del material vegetal

El material vegetal empleado para la elaboración de compost a partir de cáscara de cacao CCN51 y Nacional (*Theobroma cacao L.*), las cuales quedan como desechos después de la recolección de la cosecha fueron recolectadas en la Asociación del sitio Mache del cantón Pedernales, un total de 8 quintales de cascara de cacao Nacional y 8 quintales de cáscara de cacao CCN51.

2.7.3 Pesado de la materia orgánica

Para la realización del material vegetal se utilizó una balanza mediante la cual se realizó el pesado de 1 quintal por unidad experimental para ambos tratamientos en estudio.

2.7.4 Preparación de los tratamientos

La preparación de los tratamientos en estudio se realizó de la siguiente manera:

- Tratamiento (10 gramos de BIOBAC + 20L. de agua + melaza)
- Tratamiento (20 gramos de BIOBAC + 20L. de agua + melaza)

Para la activación de los tratamientos que fueron aplicados, primeramente, se realizó la preparación de 10 gramos de BIOBAC + 20L. de agua + melaza y 20 gramos de BIOBAC + 20L. de agua + melaza, posterior a ellos se cubrió con plástico y se dejó reposar durante una semana.

2.7.5 Aplicación de los tratamientos

Primero se realizó la activación de los productos a utilizar por un tiempo de una semana, para la aplicación de los tratamientos en estudio, primero se utilizó 10g de BIOBAC + 1 L de melaza + 20 litros de agua en (A1B1 y A2B1) y 20g de BIOBAC + 1 L de melaza + 20 litros de agua en (A1B2 y A2B2), esto se aplicó por medio de fumigación. También se realizó el regado de los diferentes bloques por tratamiento dos veces por semana.

2.7.6 Toma de dato de las variables en estudio

La toma de datos de las variables en estudio (Temperatura, pH, humedad y pérdida de densidad) se realizó una vez por semana por medio de un medidor de pH 4 en 1 de suelo S4.

2.7.7 Pesado de materia orgánica por unidad experimental

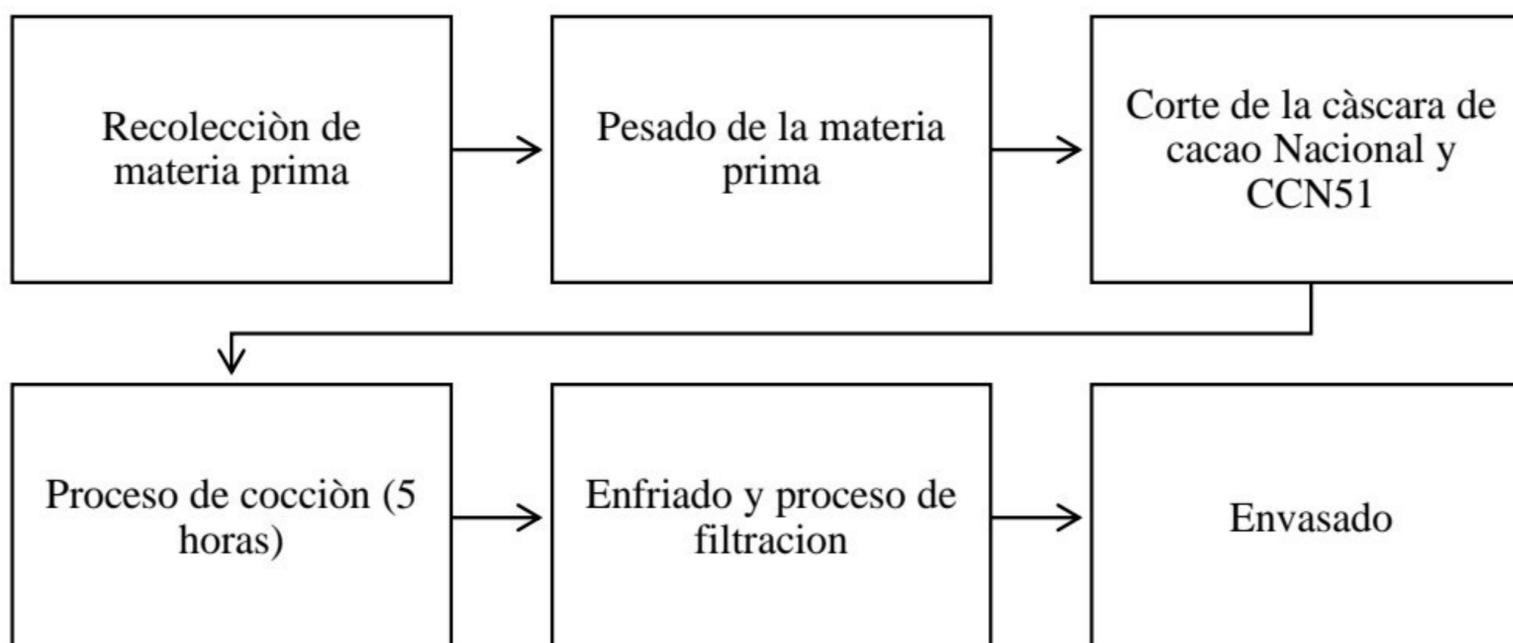
Se realizó el pesado de la materia orgánica resultante de cada unidad experimental obtenida del proceso de descomposición de la cáscara de cacao, generó entre 11,34 Kg y 13,63 Kg por tratamiento.

2.7.8 Extracción de potasa

En el proceso de extracción de potasa se utilizó 15 libras de cacao Nacional y 15 libras de cacao CCN-51, el proceso se realizó por medio del método de cocción por 5 horas, luego se dejó reposar y enfriar para proceder con el proceso de filtración, resultado de ello se obtuvo 2.5 litros de lixiviado de potasa orgánica de cáscara de cacao Nacional y 2.5 litros de lixiviado de potasa orgánica de cascara de cacao CCN51.

Gráfico 1. Diagrama de flujo de la obtención de potasa de cascara de cacao CCN51 y

Nacional



Elaborado por Autor (Cheme, 2024)

CAPITULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Resultado de métodos y técnicas de investigación

3.1.1 Comprobación de hipótesis o contestación a las preguntas de investigación

Después de realizar el respectivo análisis de datos estadísticos a través de un Diseño Factorial de AxB y análisis de varianza, se acepta la hipótesis alternativa donde se menciona que al menos

uno de los tratamientos es positivo o donde no todas las medias son iguales por lo que se establece que la elaboración de compost a partir de cáscara de cacao en la estación experimental Latitud “0” presenta un aporte positivo para el cultivo, debido a que sus propiedades físico-química y biológicas son aptas para ser aplicadas al cultivo, se aplicaron pruebas de significancia estadística para comparación de medias después de realizar los respectivos análisis en el programa INFOSTAT, con prueba de Tukey.

3.2 Análisis y discusión de los resultados

Los resultados obtenidos del estudio realizado sobre la elaboración de compost a partir de cáscara de cacao (*Theobroma cacao L.*) en la Estación Experimental Latitud “0” de cacao Nacional y cacao CCN-51, fueron analizados mediante software estadístico INFOSTAT, aplicando un análisis de varianza (ADEVA), para (Bárbaro, Karlanian, Rizzo, & Nicolas, 2019) la comparación y diferenciación de medias a través de prueba de Tukey al 95% para cada una de las variables estudiadas dentro de la investigación, a través de los análisis estadísticos realizados se plantearon las conclusiones y recomendaciones basándose en los resultados.

3.3 Análisis de los procedimientos biológicos que aceleran el proceso de compostaje en base a la cáscara de cacao (*Theobroma cacao L.*)

3.3.1 ANOVA de dos factores: COMPOST Kg. vs. TRATAMIENTOS

Tabla 13. Método de obtención de resultados

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Tabla 14. Información del factor

Factor	Niveles	Valores
TRATAMIENTOS	4	A1B1; A1B2; A2B1; A2B2

Tabla 15. Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	6	17,3604	2,8934	9,00	0,002
Bloques	3	0,9645	0,3215	1,00	0,436
Lineal	2	16,0744	8,0372	25,00	0,000
cascara de Cacao	1	0,3215	0,3215	1,00	0,343
Biobac	1	15,7530	15,7530	49,00	0,000
Interacciones de 2 términos	1	0,3215	0,3215	1,00	0,343
cascara de Cacao*Biobac	1	0,3215	0,3215	1,00	0,343
Error	9	2,8934	0,3215		
Total	15	20,2538			

Tabla 16. Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0,567	80,95%	76,19%	66,14%

Tabla 17. Medias

TRATAMIENTOS	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
A1B1	4	13,041	1,134	(12,423; 13,658)
A1B2	4	13,61	0,00	(12,99; 14,23)
A2B1	4	11,34	0,00	(10,72; 11,96)
A2B2	4	11,34	0,00	(10,72; 11,96)

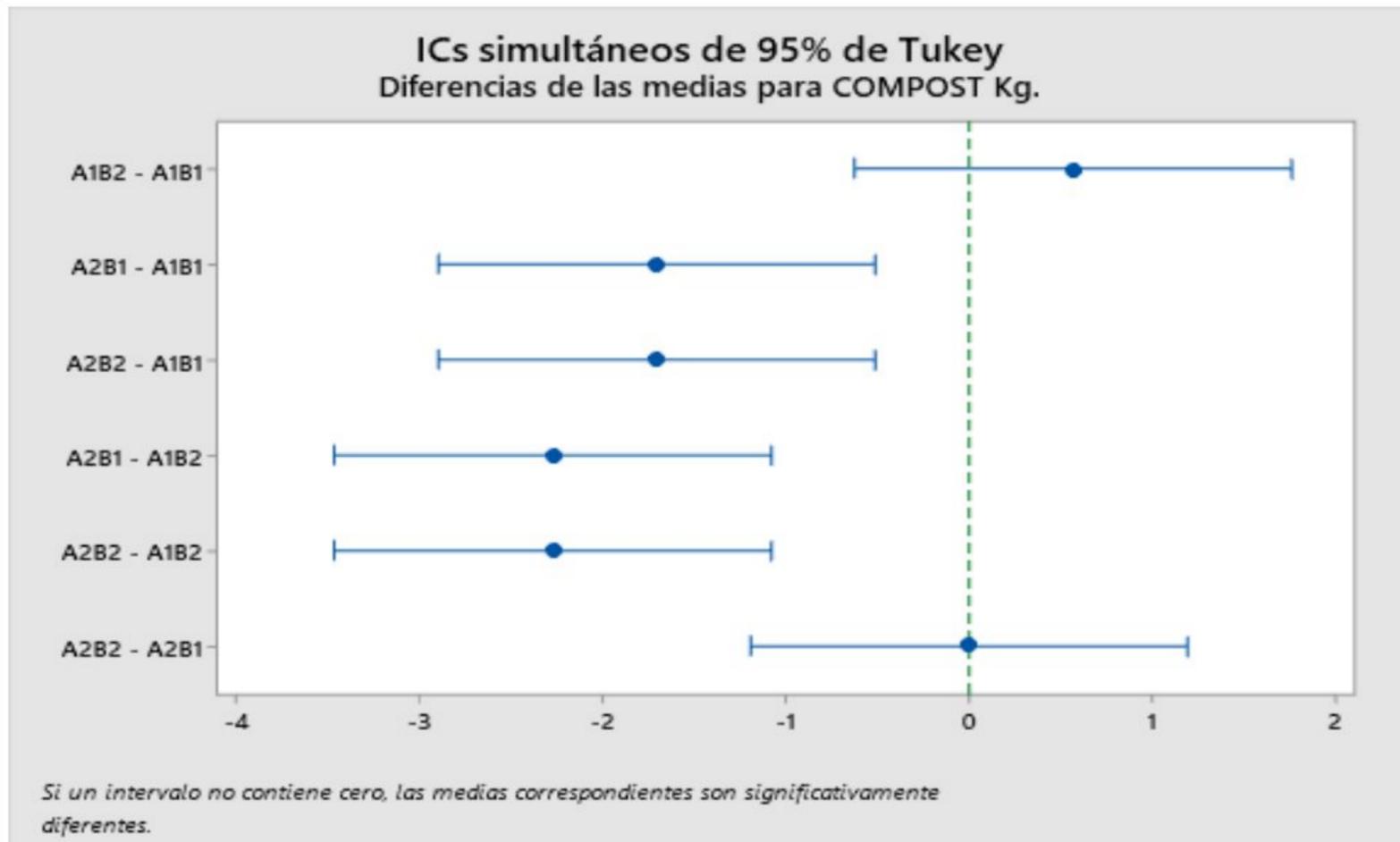
Desv.Est. agrupada = 0,567

Tabla 18. Comparaciones utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

TRATAMIENTOS	N	Media	Agrupación	
A1B2	4	13,61	A	
A1B1	4	13,041	A	
A2B2	4	11,34		B
A2B1	4	11,34		B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Gráfico 2. Diferencias de las medias para COMPOST Kg. vs. TRATAMIENTOS

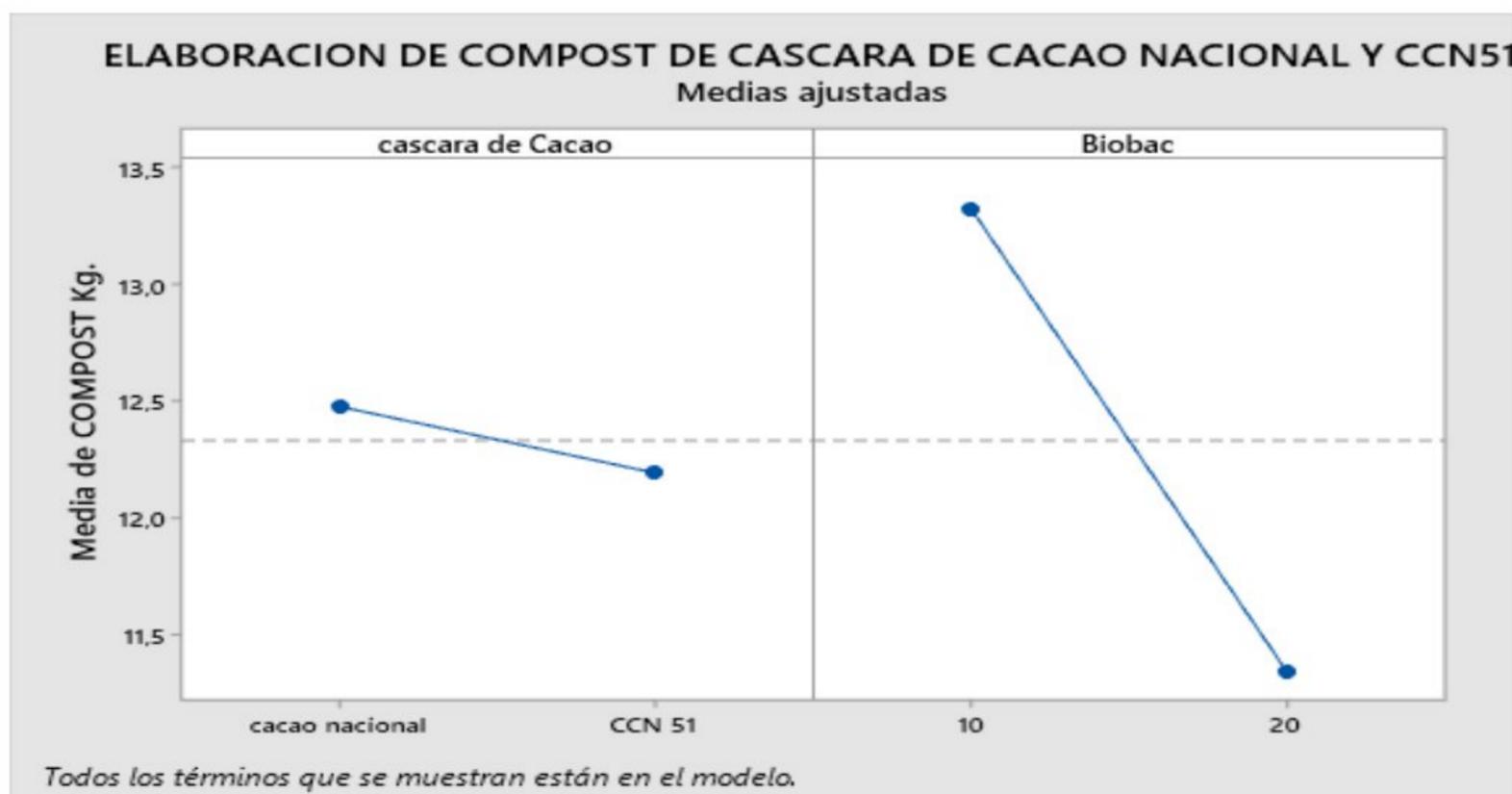


Menciona Delgado et al, (2019) que en los procesos de biodegradación los microorganismos termófilos y mesófilos generan actividades biológicas que permiten la descomposición de la materia orgánica, teniendo en cuenta los parámetros de humedad, temperatura y oxigenación los cuales son imprescindibles para obtener un compost de calidad, esta afirmación es contrasta con los resultados obtenidos en la presente investigación donde posterior a la realización del respectivo análisis de varianza y prueba de Tukey con confianza de 95% se obtiene que se

presenta significancia estadística ($P < 0,05$) entre los tratamientos en estudio, en el grafico 2. se representa los resultados donde los tratamientos A1B2 (13,61 Kg de compost promedio) y A1B1 (13, 041 Kg de compost promedio) son significativamente diferentes de los tratamientos A2B2 y A2B1 ambos con (11,34 Kg de compost promedio).

Menciona Salazar et al, (2021) el proceso de realización de compost es la transformación de forma natural los residuos clasificados como orgánicos a través de un proceso de degradación biológica y de oxidación de forma que pasan de residuos a abonos con alto contenido de nutrientes que se pueden utilizar para la fertilización del suelo, de cada 100 kg de restos orgánicos se obtienen un promedio de 30 kg de compostaje. De acuerdo a estos datos en el presente ensayo se obtuvieron 13,61 Kg de compost en el tratamiento A1B2, 13,041 Kg de compost en el tratamiento A1B1 y en los tratamientos A2B2 y A2B1 se obtuvieron 11,34 Kg de compost promedio en ambos tratamientos, lo cual está dentro del promedio, lo que hace referencia a que el proceso de compostaje fue bueno y los resultados favorecedores en vegetal/Kg de compost.

Gráfico 3. Resultados de elaboración de compost de cáscara de cacao Nacional y CCN-51



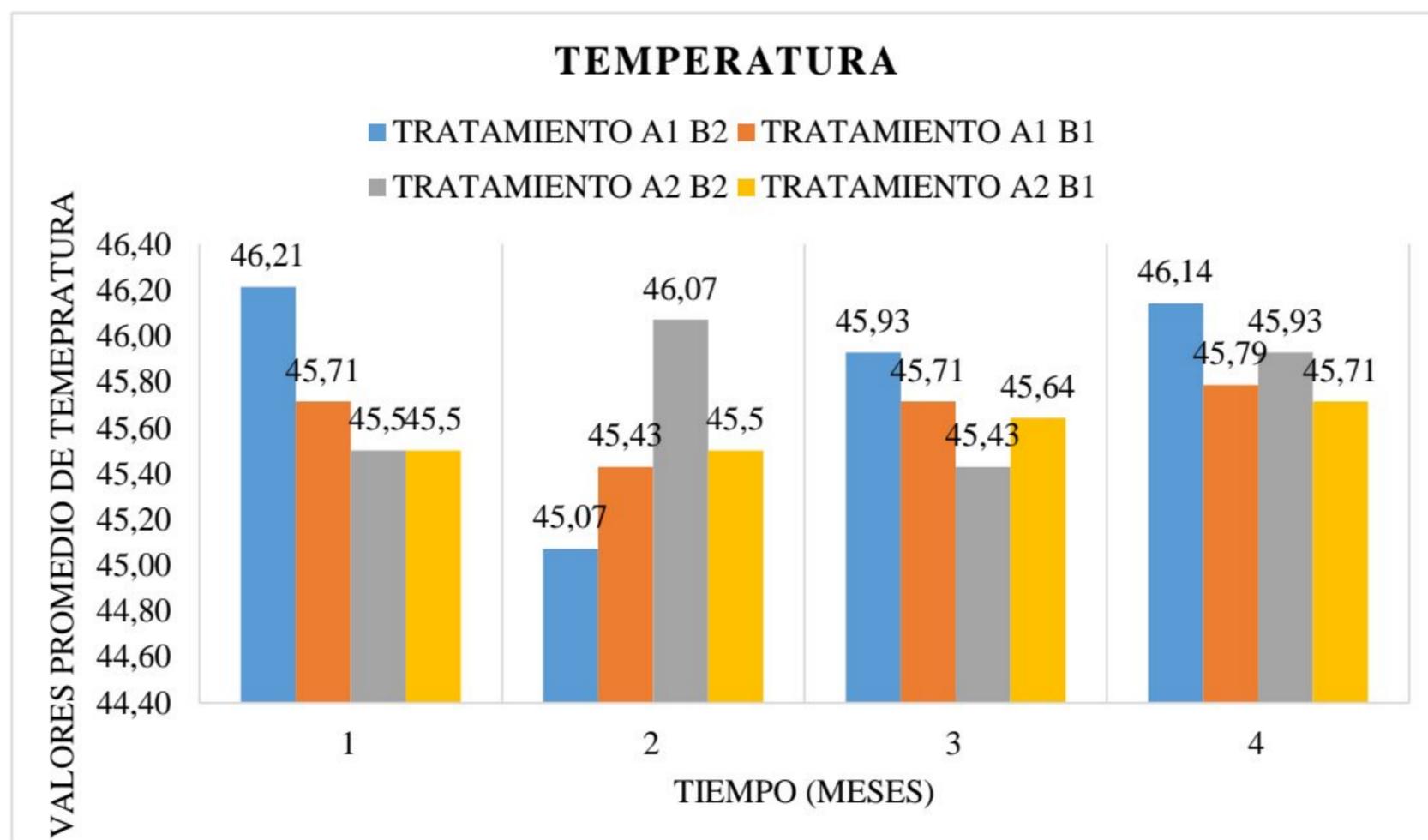
En el gráfico 3, de efectos principales se muestra que el material vegetal (càscara de cacao Nacional) presentó mejor respuesta sobre los residuos compostado, de forma que este material en conjunto con BIOBAC en dosis de 10 gramos presentan un efecto positivo en cuanto a la obtención de un excelente proceso de degradación de la materia orgánica, lo cual se refleja en un compost de calidad y el peso en kg es superior a los demás tratamientos.

3.3.2 Caracterización física, química y biológica del compost obtenido del compostaje en base a la cáscara de cacao (*Theobroma cacao L*)

Tabla 19. Resumen de análisis de varianza del factor humedad

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
A1 B2	4	183,357143	45,83928571	0,27678571		
A1 B1	4	182,642857	45,66071429	0,02508503		
A2 B2	4	182,928571	45,73214286	0,09991497		
A2 B1	4	182,357143	45,58928571	0,01147959		
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0,136479592	3	0,045493197	0,44032922	0,728365103	3,49029482
Dentro de los grupos	1,239795918	12	0,103316327			
Total	1,37627551	15				

Gráfico 4. Rango promedio de temperatura de los tratamientos (A1B2, A1B1, A2B2 y A2B1)

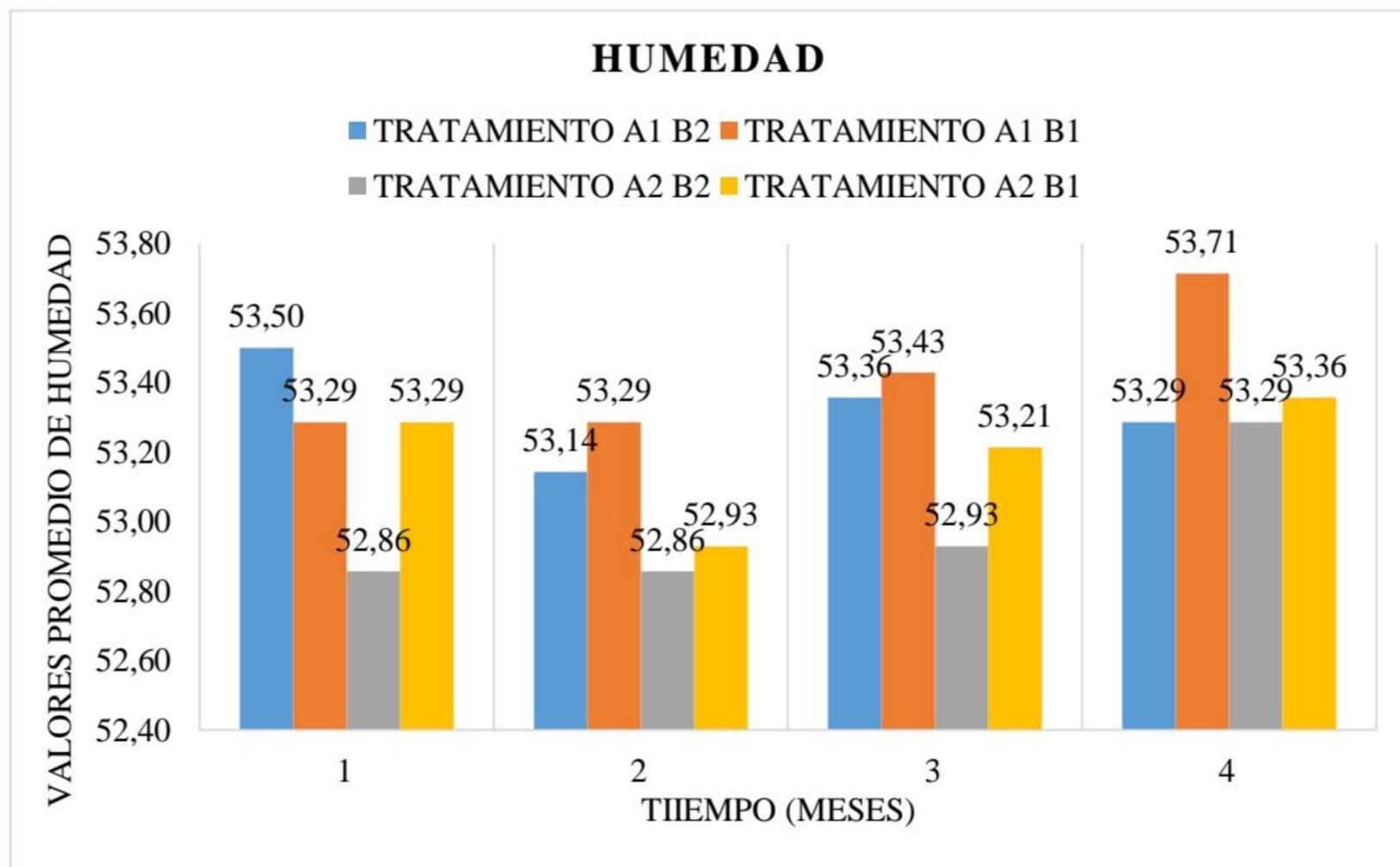


De acuerdo a (Delgado et al, 2019) un factor importante es la temperatura la cual cambia de acuerdo a las actividades biológicas de microorganismos presentes, en el proceso de compostaje el aumento de los grados de temperatura llevan un proceso lento hasta el día 14, lo que indica que el compost esta apto y el proceso de eliminación de microorganismos patógenos fue efectivo. En el gráfico 3. se presenta el perfil promedio de temperaturas tomadas desde el mes 1 hasta el mes 4 cuando se culminó el ensayo experimental, donde las temperaturas promedio varían desde 45 °C en el primer mes hasta 46,21 °C en el cuarto mes en el tratamiento (A1B2), para el tratamiento (A1B1) las temperaturas promedio iniciaron en 45,5 °C hasta 45,71°C en el cuarto mes, en el tratamiento (A2B2) la temperatura promedio se presentó al inicio en 45,5 °C hasta 49,9 °C al final del ensayo y finalmente en el tratamiento (A2B1) la temperatura inicio en 45,5 °C y llegó hasta 45,7°C en el cuarto mes. Se puede observar que el aumento de temperatura es lento debido a que inician en 45 °C aproximadamente y llegan hasta un promedio de 46,21 °C.

Tabla 20. Resumen de análisis de varianza del factor humedad

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza			
A1 B2	4	213,285714	53,32142857	0,0221088			
A1 B1	4	213,714286	53,42857143	0,0408163			
A2 B2	4	211,928571	52,98214286	0,0420918			
A2 B1	4	212,785714	53,19642857	0,0352891			
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F	
Entre grupos	0,44132653	3	0,147108844	4,1939394	0,030227782	3,490294819	
Dentro de los grupos	0,42091837	12	0,035076531				
Total	0,8622449	15					

Gráfico 5. Rango promedio de humedad de los tratamientos (A1B2, A1B1, A2B2 y A2B1)

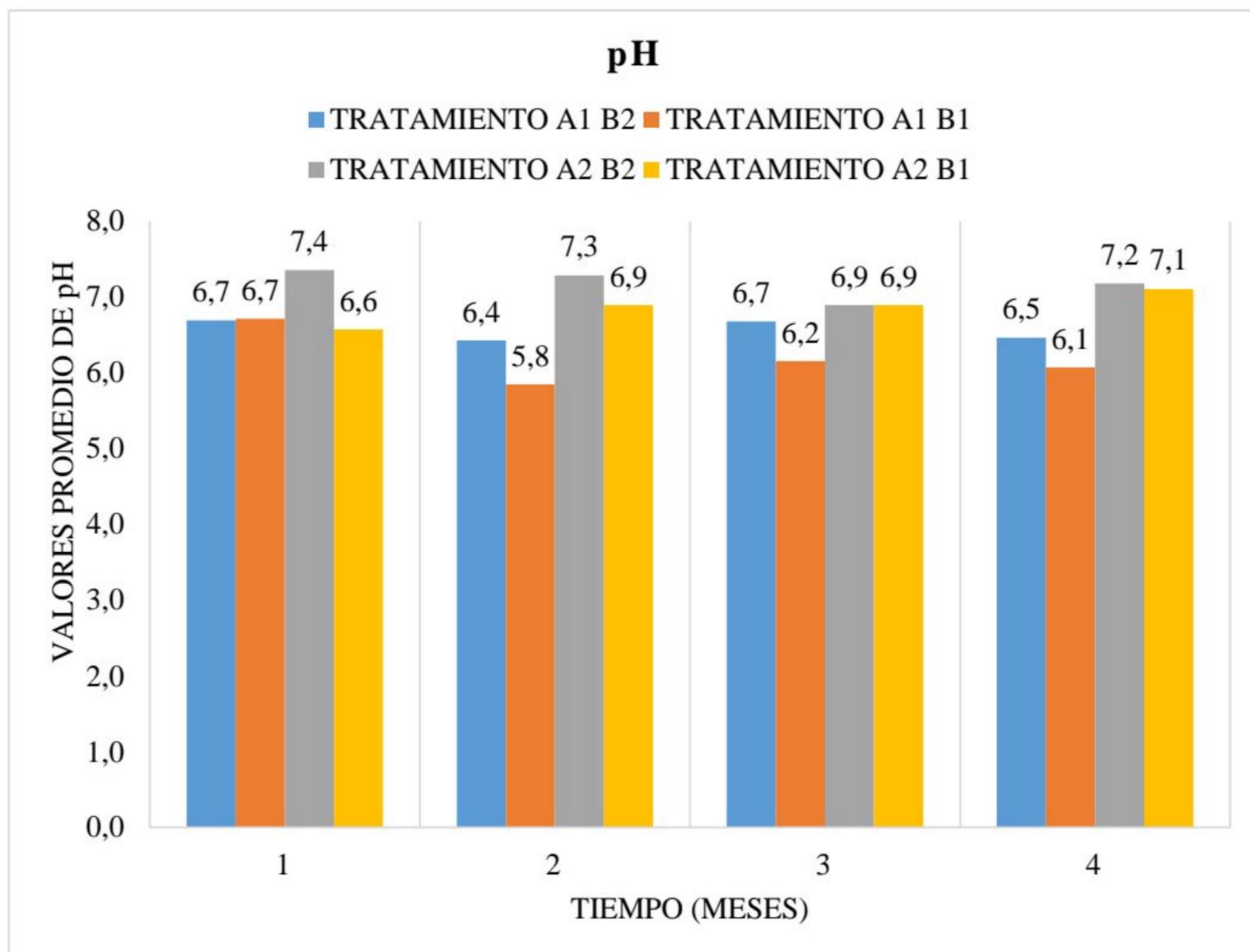


Menciona (Delgado et al, 2019) el parámetro de la humedad es importante dentro de un proceso de compostaje y sus fases, cuando se inicia este proceso la humedad debe estar por debajo del (35-40 %) por ende la actividad de los microorganismos es baja, lo que puede llegar a ocasionar afectaciones en el proceso de compostaje, también menciona si la humedad es mayor a 65 % provoca la supresión de la proliferación microbiana por el bajo intercambio de gases por lo que se presenta menor contenido de oxígeno lo que provoca la presencia de olores desagradables lo que disminuye los tiempos de compostaje. En este estudio, la humedad en el tratamiento A2B2 presento el menor porcentaje de humedad (52,86%), seguido de los tratamientos A1B1 y A2B1 (53,29%) y finalmente el tratamiento A1B2 con (53,50%) en el gráfico 4 se muestran los resultados, los valores pueden estar relacionados a los tipos de material vegetal utilizado y la cantidad de agua utilizada para el riego.

Tabla 21. Resumen de análisis de varianza del factor pH

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
A1 B2	4	26,2637363	6,565934066	0,01928612		
A1 B1	4	24,7857143	6,196428571	0,13610222		
A2 B2	4	28,7142857	7,178571429	0,04166667		
A2 B1	4	27,4642857	6,866071429	0,04878827		
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	2,11262368	3	0,704207894	11,4578348	0,00077657	3,49029482
Dentro de los grupos	0,73752981	12	0,061460818			
Total	2,8501535	15				

Gráfico 6. Rango promedio de pH de los tratamientos (A1B2, A1B1, A2B2 y A2B1)

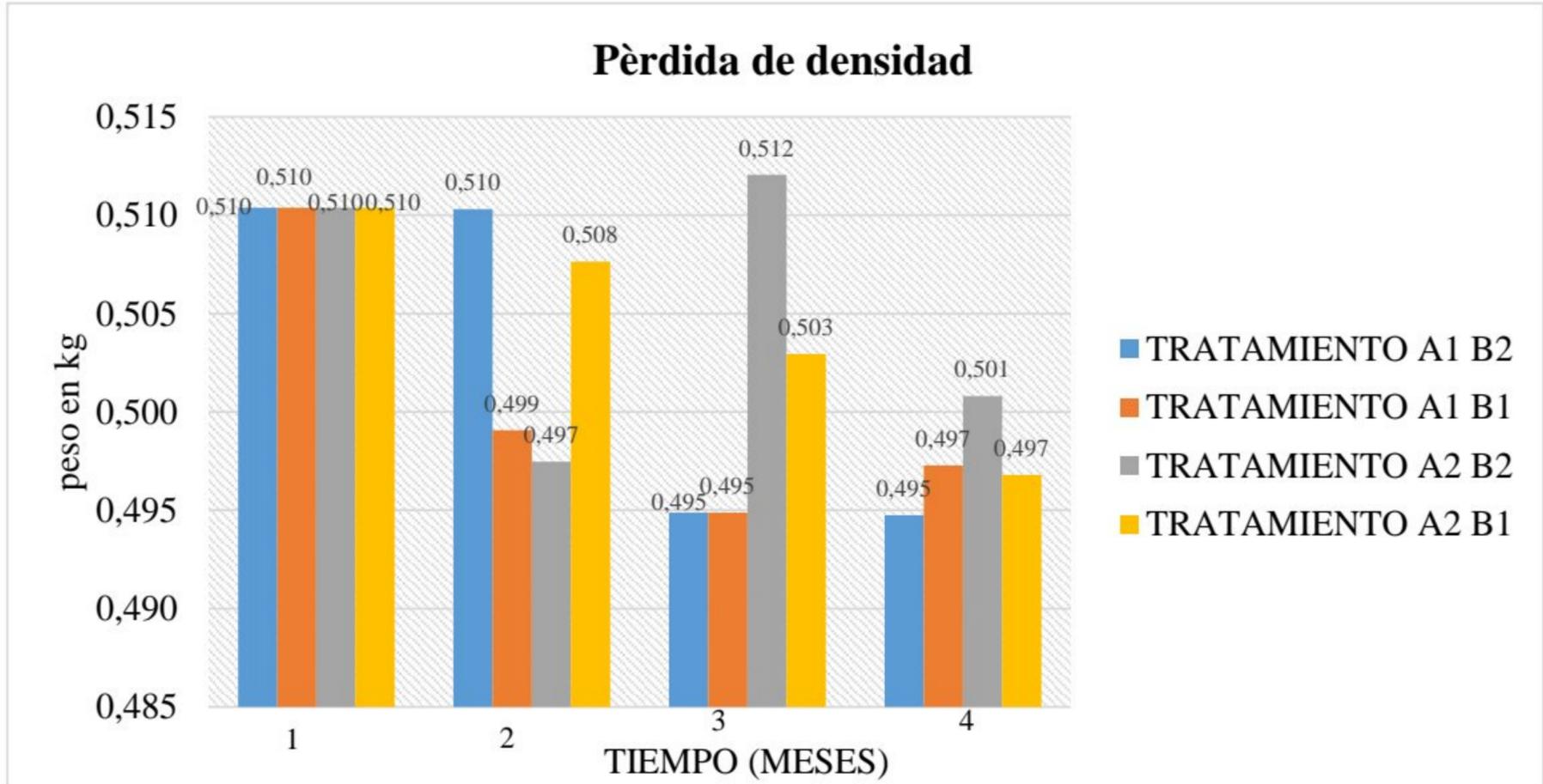


Menciona (Delgado et al, 2019) los descensos de pH indican actividad microbiana entre la semana 1 y semana 7, de 8.8 ± 0.12 a 8.34 ± 0.12 , esto indica que la actividad de los microorganismos se disminuye y se alcanza la madurez del compost, en el gráfico 6, se presentan los valores de pH alcanzados por tratamientos, donde el tratamiento A1B2 en la semana 1 inicia en 6.8 ± 0.3 a 6.5 en la semana 4, el tratamiento A1B1 inicia en la semana 1 con un pH de 6.7 ± 0.6 a en la semana 4. Seguido por el tratamiento A2B2 el cual inició con pH de 7.4 ± 0.2 a 7.2 en la semana 4 y finalmente el tratamiento A2B1 inició con 6.6 ± 0.5 a 7.1 en la semana 4. Los valores antes señalados están de acuerdo a lo mencionado por (Delgado et al, 2019) debido a que estos se encuentran por debajo de un pH de 8.8 ± 0.12 .

Tabla 22. Resumen de análisis de varianza del factor pérdida de densidad

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
A1 B2	4	2,01031372	0,502578431	8,0324-05		
A1 B1	4	2,00159976	0,50039994	4,7186-05		
A2 B2	4	2,02071217	0,505178042	5,0907-05		
A2 B1	4	2,01776432	0,50444108	3,5414-05		
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	5,4677-05	3	1,82258-05	0,34094007	0,796215049	3,49029482
Dentro de los grupos	0,00064149	12	5,34575-05			
Total	0,00069617	15				

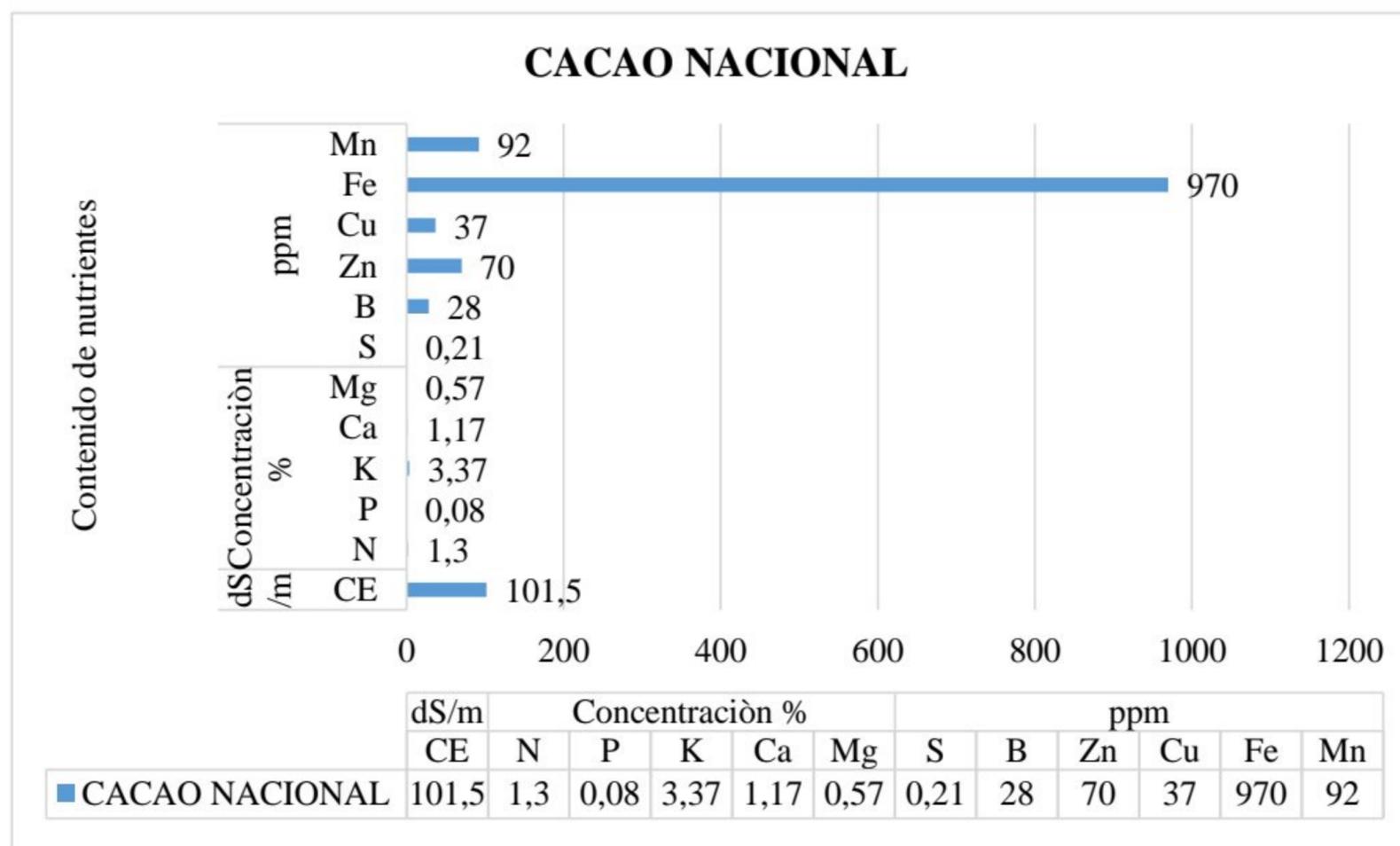
Gráfico 7. Rango promedio de pérdida de densidad de los tratamientos (A1B2, A1B1, A2B2 y A2B1)



Para medir la pérdida de densidad que tomaron las muestras de compost de 0.970 kilogramos como resultado de ellos se muestra en el gráfico 7, la pérdida de densidad que presentaron cada

uno de los tratamientos en estudio: en el primer mes el tratamiento A1B2 la densidad bajo de 0.970 kg a 0.510 kg, de igual forma los tratamientos A1B1, A2B2 y A2B1, en el segundo mes los tratamientos presentaron una pérdida de densidad de 0.970 kg a 0.510 kg el tratamiento A1B2, seguido por el tratamiento A1B1 0.499 kg, el tratamiento A2B2 0.497 kg y el tratamiento A2B1 0.508 kg, en el segundo mes se presentó variabilidad por pérdida de densidad en los tratamientos A1B2y A1B1 el peso fue de 0.495 kg, en el tratamiento A2B2 0.512 kg y el tratamiento A2B1 0.512 kg, en el cuarto mes el tratamiento A1B1 la perdida de densidad fue de 0.495 kg, los tratamientos A1B1 y A2B1 0.497 kg y el tratamiento A2B2 0.501 kg.

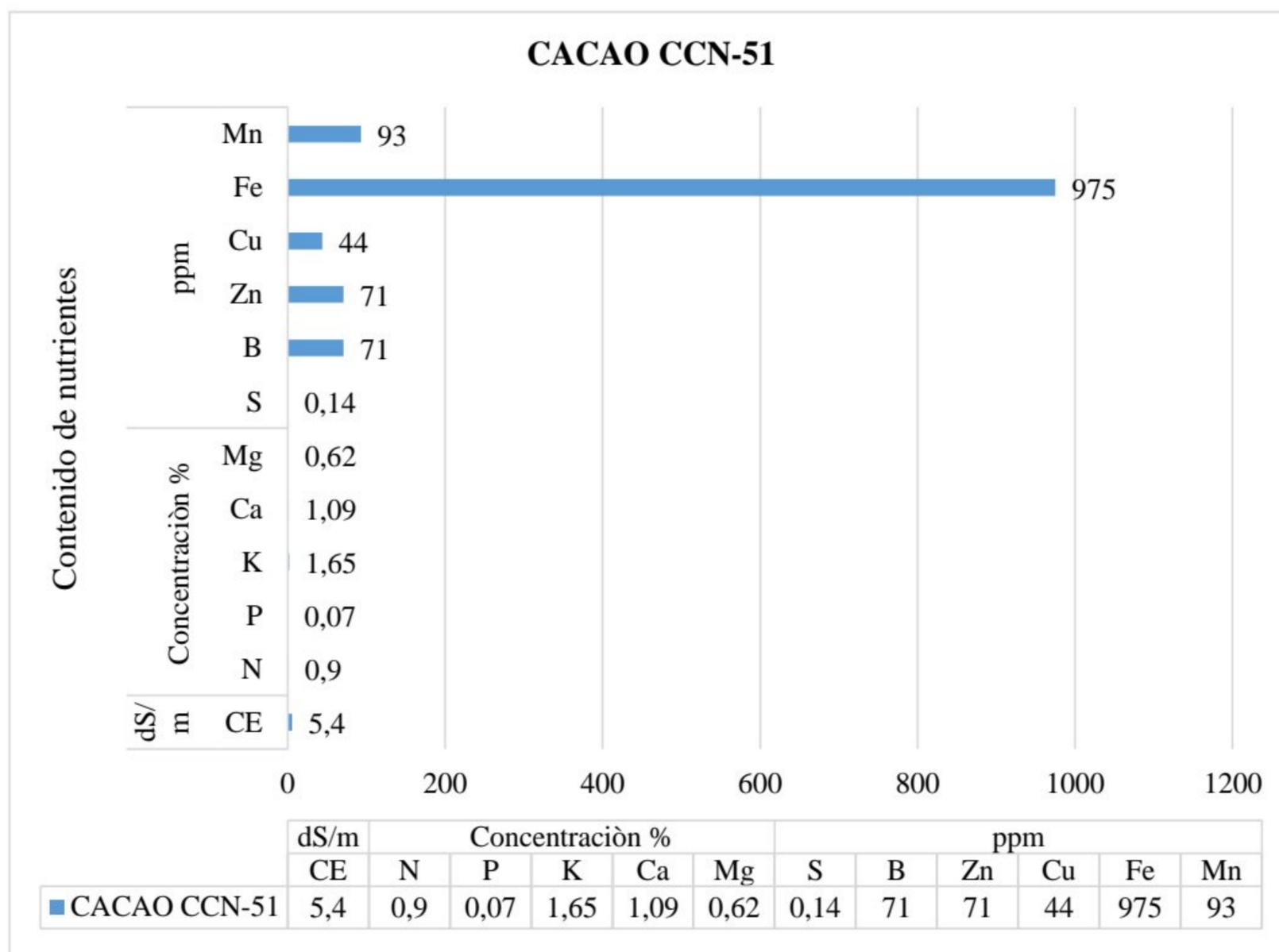
Gráfico 8. Caracterización química del compost obtenido del compostaje en base a la cáscara de cacao (*Theobroma cacao L*) Nacional



De acuerdo con el gráfico 8, se presenta el contenido de macro y microelementos presentes en el compost de cacao Nacional presenta una conductividad eléctrica de 101,5, entre la

concentración en % de los principales macronutrientes se encontraron: N 1.3, P 0.08, K 3.37, Ca 1.17 y Mg 0.57 y los micronutrientes establecidos en ppm se encontraron: S 0.21, B 28, Zn 70, Cu 37, Fe 970, Mn 92. Menciona Bárbaro et al, (2019) que la mayor parte de los compost superan los rangos adecuados de pH (5,5-6,3), pero en cuanto a conductividad eléctrica los compost realizados con residuos sólidos de aves de corral, porcinos y urbanos superan 1 dS m⁻¹, lo que puede llegar a causar problemas graves para las plantas, también los compost de acuerdo a sus propiedades son excelentes para su uso en cultivos como sustratos, en el compost elaborado en el ensayo se presentan macronutrientes principales, esenciales para los cultivos.

Gráfico 9. Caracterización química del compost obtenido del compostaje en base a la cáscara de cacao (*Theobroma cacao L*) CCN-51



De acuerdo con el gráfico 9, se presenta el contenido de macro y microelementos presentes en el compost de cacao CCN-51 presenta una conductividad eléctrica de 5,4, entre la concentración en % de los principales macronutrientes se encontraron: N 0.9, P 0.07, K 1.65, Ca 1.09 y Mg 0.62 y los micronutrientes establecidos en ppm se encontraron: S 0.14, B 71, Zn 71, Cu 44, Fe 975, Mn 93 ppm.

3.3.3 Costos de producción de una tonelada de compostaje a base de cáscara de cacao (*Theobroma cacao L*)

Tabla 23. Costos de producción del compostaje en base a la cáscara de cacao (*Theobroma cacao L*) cacao Nacional y Cacao CCN-51

CONCEPTO	UNIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Lampa Recta	1 Unidad	\$5,00	\$5,00
Rastillo	1 Unidad	\$7,00	\$7,00
Machete	1 Unidad	\$10,00	\$10,00
Barra	1 Unidad	\$12,00	\$12,00
Libreta de campo	1 Unidad	\$2,00	\$2,00
Metro	1 Unidad	\$3,00	\$3,00
Balanza gramera	1 Unidad	\$25,00	\$25,00
Medidor de pH	1 Unidad	\$48,00	\$48,00
Balanza digital	1 Unidad	\$30,00	\$30,00

Plástico	10 metros	\$1,08	\$10,80
Balde 20 litros	2 Unidades	\$5,00	\$10,00
Bomba de aspersion manual	1 Unidad	\$25,00	\$25,00
Biobac	1 Kg	\$75,00	\$75,00
Melaza	2 Galones	\$7,75	\$15,50
Càscara de cacao (Nacional y CCN-51)	40 Lb.	\$1,00	\$40,00
Mano de obra	6	\$20,00	\$120,00
Transporte	1	\$180,00	\$180,00
Análisis de laboratorio	1	\$180,00	\$180,00
Total			\$ 798,30
COSTO POR TRATAMIENTO (768,30/4 Tratamientos)			\$199,56

Tabla 24. *Costos de producción por tratamiento en USD*

TTO	Costo general por TTO	Insumo por TTO	Cantidad utilizada	Costo unitario	Costo parcial	Costo total por TTO 1 qq
(T1 A1B1)	\$199,56	Càscara de Cacao Nacional + 10 g BIOBAC	1 qq 10 g BIOBAC	2,00 0,075	2,75	\$202,31
(T2 A1B2)	\$199,56	Càscara de Cacao Nacional +	1 qq 20 g BIOBAC	2,00 0,075	2,50	\$202,06

		20 g BIOBAC				
(T3 A2B1)	\$199,56	Càscara Cacao CCN- 51+ 10 g BIOBAC	1 qq 10 g BIOBAC	2,00 0,075	2,75	\$202,31
(T4 A2B2)	\$199,56	Càscara Cacao CCN- 51+ 20 g BIOBAC	1 qq 20 g BIOBAC	2,00 0,075	2,50	\$202,06

Luego de haber realizado la Tabla 23 sobre los costos de producción de una tonelada de compostaje a base a cáscara de cacao (*Theobroma cacao L*) Nacional y Cacao CCN-51 donde se obtuvieron los tratamientos: Tratamiento (10 gramos de BIOBAC + 20L. de agua + melaza) y Tratamiento (20 g de BIOBAC + 20L. de agua + melaza) combinados con las cáscaras de cacao Nacional y CCN-51 dio un total de \$798,30 USD y el costo unitario por tratamiento es de 199,56 USD. De acuerdo a los costos obtenidos se presenta uniformidad en los costos de los tratamientos debido a que no existe variabilidad en los costos de la materia prima principal, la cual es la càscara de cacao Nacional y CCN-51 la cual fue adquirida por un valor de \$2,00USD por quintal.

De acuerdo a Cerruffo & Espín, (2022) la elaboracion de compost requiere de un ingreso econòmico alrededor de \$735,00 USD, lo cual se desglosa en recolecciòn de materia orgànica cuatro veces al mes para lo cual se hace uso de cuatro jornales de trabajo con un costo de \$80,00 por los cuatro jornales para la etapa de recoleccion de materia prima (càscara de cacao Nacional y CCN-51), para la etapa de control se requieren de 6 jornales con un costo total de \$120,00, gastos de espacio \$45,00 como costo total se obtiene un total de \$245,00 USD, los cual se le suma tres aplicaciones al año, debido a que los beneficios que ofrece el compost varian de acuerdo a la composiciòn del suelo y de factores climàticos.

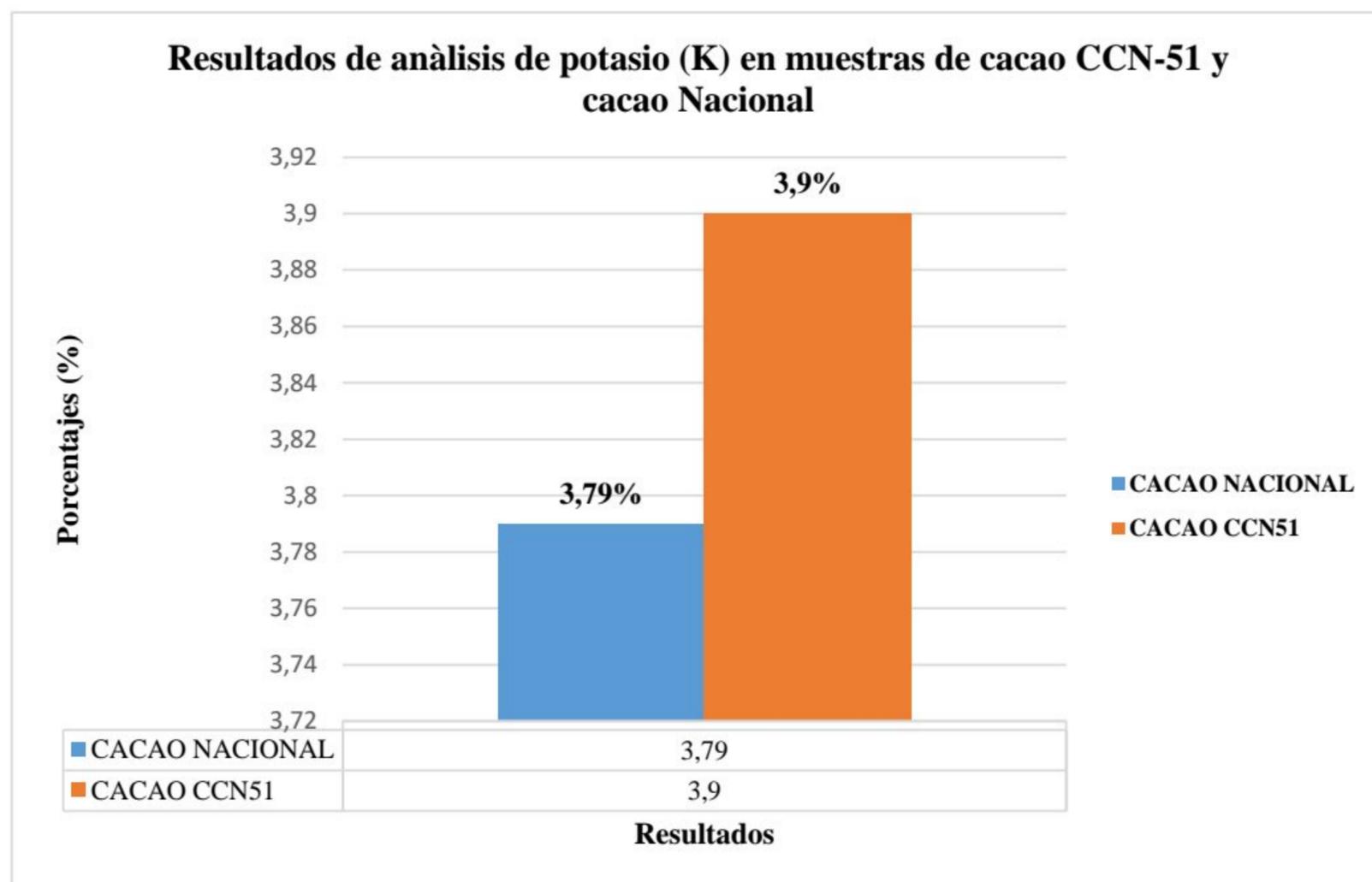
Contrastando los resultados de Cerruffo & Espín, (2022) con los resultados obtenidos de los costos de producción de compost a partir de la cáscara de cacao Nacional y cacao CCN-51 se presenta una diferencia de más \$33,30 USD, a pesar de la diferencia de valores, el resultado es favorable para los agricultores que se sumen a la implementación de realizar compost a base de cáscara de cacao, debido a que pueden reutilizar la mayor parte de materiales, el material vegetal es obtenido de sus fincas en producción de cacao y además obtienen un compost de calidad debido a los análisis de laboratorio que se realizaron en este proceso, los cuales miden el contenido de micro y macro elementos esenciales para los diferentes cultivos.

De acuerdo a (Noel, 2023) Los precios del compost a granel son de \$20 a \$50 por yarda cúbica, de \$30 a \$70 por tonelada solo por los materiales. Una bolsa de compost de 40 a 45 libras cuesta entre \$3 y \$10. Este material orgánico se puede ofertar en el mercado por un valor de \$10,00 debido a que se le aplica BIOBAC para el proceso de descomposición del material vegetal menciona (Biobacsa, 2014) este producto ayuda a incrementar la eliminación de residuos orgánicos y nitrogenados del agua y el suelo, también ayuda a mejorar la descomposición de las materias vegetales orgánicas y ayuda a transformar el suelo negro y además posee una tabla de la composición de macro y microelementos que posee.

3.3.4 Resultados de elaboración de potasa orgánica a base de cáscara de cacao CCN51 y cacao Nacional

Luego de la realización del proceso de extracción de potasa a partir de cáscara de cacao CCN51 y cacao Nacional antes mencionado en el Grafico 8. se realizaron los respectivos análisis de laboratorio para medir el porcentaje de potasio donde se obtuvieron los siguientes resultados:

Gráfico 10. Resultados de análisis de potasio (K) en muestras de cacao CCN-51 y cacao Nacional



Los resultados obtenidos después de realizar el análisis de potasio (K) en muestras de cacao CCN-51 y cacao Nacional muestran que el cacao Nacional presentó 3,79% de K y el cacao CCN-51 presentó 3,90% de K. (Cabero, 2024) el potasio presente en la cascara de cacao es de alrededor de 3,2% al igual que (Murillo et al, 2020) mencionan que el porcentaje de K en la cáscara de cacao CCN 51 es de 3,70 y en la cáscara de cacao Criollo, el porcentaje de K es de 3,00, lo que indica que en ambas muestras de cacao los porcentajes de K están dentro de los porcentajes mencionado por autores de investigaciones relacionadas con el tema en estudio.

3.4 Discusión de los resultados

3.4.1 Objetivo 1: Analizar los procedimientos biológicos que aceleran el proceso de compostaje en base a la cáscara de cacao

Menciona Salazar et al, (2021) el proceso de realización de compost es la transformación de forma natural los residuos clasificados como orgánicos a través de un proceso de degradación biológica y de oxidación de forma que pasan de residuos a abonos con alto contenido de nutrientes, por lo que de cada 100 kg de restos orgánicos se obtienen un promedio de 30 kg de compostaje. De acuerdo a lo mencionado en el presente ensayo se utilizaron 45 Kg de restos orgánicos (càscara de cacao), después del proceso biológico de descomposición de la materia orgánica a compost se obtuvieron 13,61 Kg de compost en el tratamiento A1B2 (Cacao Nacional + 20 g BIOBAC), en el tratamiento A1B1 (Cacao Nacional + 10 g BIOBAC) se obtuvieron 13,041 Kg de compost, en los tratamientos A2B2 (Cacao CCN-51 + 20 g BIOBAC) y A2B1 (Cacao CCN-51 + 10 g BIOBAC) se obtuvieron 11,34 Kg de compost.

Los resultados obtenidos se encuentran dentro del promedio establecido debido por 100 kg Material vegetal/ 30 Kg de compost, concluyendo que en el ensayo el proceso de compostaje fue optimo y favorable para su posterior aplicación en un cultivo, el manejo del ensayo concuerda con el proceso establecido por (Marroquín & García, 2022) donde mencionan que primeramente se debe seleccionar el material vegetal, después proceder a cortar las cáscaras de cacao en partes más pequeñas y realizar el troceado para la obtención de muestras pequeñas y así determinar las variables fisicoquímicas de la caracterización de un forma más eficiente, por lo que es importante realizar un análisis del sustrato para determinar los parámetros de pH, humedad, cenizas, grasa, fibra, lignina y celulosa, en el ensayo se tomaron los parámetros de pH, humedad, temperatura y

perdida de densidad, además de los respectivos análisis de laboratorio para determinar los contenidos de nutrientes del compost de cáscara de cacao Nacional y CCN-51.

3.4.2 Objetivo 2: Caracterizar física, química y biológicamente a los abonos obtenidos del compostaje en base a la cáscara

El compostaje es un proceso de degradación de material vegetal el cual es transformado convirtiéndose en un producto que contenga nutrientes (Lizarazo, 2022) menciona que en el compost se deben realizar análisis para determinar los nutrientes que pueden aportar al suelo, también se identifican los cambios a causa de la degradación de los residuos, la concentración de nutrientes es esencial para medir la calidad del compost por lo que deben contener Nitrógeno Total (N) 1.00 Nitrógeno Ureico (N) 9.63 Nitrógeno Amoniacal (N) 1.37 Fósforo asimilable (P₂O₅) 7.00 Potasio soluble en agua (K₂O) 23.00 Calcio total (CaO) 4.00 Magnesio total (MgO) 6.00 Azufre total (S) 3.00 Boro total (B) 0.20 Cobre total (Cu) 0.20 Manganeso total (Mn) 0.40 Molibdeno total (Mo) 0.03 Silicio total (SiO₂) 8.62 Zinc total (Zn) 0.19.

Contrastando los valores que debe contener un buen compost en relación con los compost elaborados a base de cáscara de cacao Nacional y cacao CCN-51 ambos tipos de compost contienen los macro y micro nutrientes esenciales como: NPK, Ca, Mg, S, B, Zn, Fe y Mn.

Mencionan Cerruffo & Espín, (2022) en investigaciones realizadas referente al tema se han establecido que aplicar y utilizar compostaje puede llegar a disminuir el uso de Urea aproximadamente en un 25% de forma que se genera beneficios desde un 8% hasta un 22% de acuerdo a los análisis realizados, donde se muestra que esta alternativa es viable y económica debido a que se utiliza el compost orgánico como un complemento de la urea, disminuyendo su

uso, reduce la utilización de fósiles y genera una mayor estabilidad para la economía del agricultor. (Lizarazo, 2022) menciona que el contenido de Nitrógeno Total de un buen compost es de (N) 1.00, en los resultados del ensayo realizado se obtuvieron después de haber realizado los respectivos análisis nitrógeno se obtuvo en cacao CCN-51 (N) 0.9 y en cacao Nacional (N) 1.3 estableciendo así que ambos compost son de calidad y están próximo y dentro de los rangos establecido en otras investigaciones referentes al tema.

3.4.3 Objetivo 3: Evaluar costos de producción del compostaje en base a la cáscara de cacao

Mencionan Cerruffo & Espín, (2022) el proceso de compostaje requiere de aproximadamente \$735,00 USD, esta inversión es empleada en mano de obra para la recolección del material vegetal (cáscara de cacao), al menos cuatro veces al mes, empleando cuatro jornales (persona o mano de obra) de trabajo con un costo de \$20,00 por mano de obra, también se requiere de al menos seis jornales para realizar las labores de riego y volteo de la pila de compostaje con un total de \$120,00 a esto se le suman los gastos varios que generan costos aproximados de \$45,00, estos gastos deben de sumarse para tres aplicaciones al año. El análisis de costos de producción indica que la aplicación de los tratamientos A1B1 (Cacao Nacional + 10 g BIOBAC) y el tratamiento A2B1 (Cacao CCN-51 + 10 g de BIOBAC) generaron un costo de producción de \$202,31, en comparación con los tratamientos A1B2 (Cacao Nacional + 20 g de BIOBAC) y el tratamiento A2B2 (Cacao CCN-51 + 20 g BIOBAC). La variabilidad de los costos está directamente relacionada con el precio de los materiales y de la materia prima a utilizar durante el proceso de compostaje, debido a que estos materiales e insumos poseen precios que tienden a subir en determinadas épocas del año.

3.4.4 Objetivo 4: Elaboración de potasa orgánica de cacao CCN51 y Cacao Nacional

En el proceso de extracción de potasa orgánica de las cáscaras de cacao Nacional y CCN-51 se utilizaron 14 Kg de cáscara como material vegetal, el cual fue llevado a cocción por cinco horas, después se dejó reposar para su enfriamiento por cinco horas, posterior a ello se realizó la filtración para separar el líquido de los sólidos, dando como resultado final 2.5 litros de lixiviado de potasa orgánica de cáscara de cacao Nacional y 2.5 litros de lixiviado de potasa orgánica de cáscara de cacao CCN51. (Murillo et al, 2020 y Cabero, 2024) mencionan que el potasio presente en las cáscara de cacao es de alrededor de 3,2%, en la cáscara de cacao CCN 51 es de 3,70% y en la cáscara de cacao Criollo, el K es de 3%.

Los análisis de laboratorio dieron como resultado en análisis de potasio (K) que el lixiviado de cáscara de cacao Nacional presentó 3,79% de potasio (K) y el lixiviado de cáscara de cacao CCN-51 presentó 3,90% de potasio (K). De acuerdo con lo mencionado por (Murillo et al, 2020 y Cabero, 2024), los lixiviados obtenidos después de someter el material vegetal (cáscara de cacao) a método de cocción presentan porcentajes superiores sobre los mencionados en investigaciones referentes al tema estudiado.

4. CONCLUSIONES

- Al concluir con el proceso de compostaje se realizó el debido análisis de los datos de los parámetros estudiados temperatura, pH, humedad y pérdida de densidad, como resultado de ello se obtuvo una temperatura promedio de 45 °C en los primeros meses hasta 49,9 °C, variando en cada tratamiento, el pH inició en 6.8 ± 0.3 hasta 7.4 en los diferentes tratamientos, el % de humedad se presentó desde (52,86%) hasta (53,50%) este factor está directamente relacionado con el material vegetal empleado en el compost y la cantidad de agua utilizada para las etapas de riego.
- Los resultados de análisis de laboratorio realizados al compost a base de cáscara de cacao Nacional y cacao CCN-51 reflejan contenidos de NPK, Ca, Mg, S, B, Zn, Fe y Mn, los cuales se encuentran dentro de los parámetros para que el compost sea catalogado como de calidad, adicional a ello después de haber realizado el respectivo proceso y manipulación del material vegetal hasta la fase de resultados del compost se obtuvieron entre 13,61 Kg de compost en el tratamiento A1B2, 13,041 Kg de compost en el tratamiento A1B1 y en los tratamientos A2B2 y A2B1 se obtuvieron 11,34 Kg.
- En el proceso de elaboración de la potasa orgánica se obtuvo potasa del material vegetal Nacional con un contenido de potasio (K) de 3,79% y en la potasa del material vegetal CCN-51 un contenido de potasio (K) de 3,90%. Los costos totales de producción para una tonelada compost a base de cáscara de cacao Nacional y cacao CCN-51 están alrededor de \$768,30 USD y el costo unitario por tratamiento es de 192,08.

5. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar análisis físico y químico en el compost que se aplicará al suelo, de esta forma se puede tomar decisiones al momento de utilizar este tipo de material, definiendo así los porcentajes adecuados, adicional a ellos se sugiere que en próximas investigaciones que continúen este proceso de compostaje se realicen análisis de metales pesados (Cd, Cu, Ni, Pb, Zn, Hg, Cr) con la finalidad de poder determinar su contenido y evitar causar problemas al suelo y en la salud humana, debido a que este tipo de compost puede ser utilizado en un gran número de especies de plantas.
- Realizar adecuados procesos de manipulación del material vegetal al momento de realizar el volteo de las pilas de compost para así evitar un inadecuado proceso de degradación de la materia vegetal, por lo cual se recomienda seguir los pasos establecidos en los manuales de compostaje, para así obtener una mezcla uniforme, también es imprescindible medir el porcentaje de materia orgánica que contiene el compost y la relación Carbono/Nitrógeno.
- Se recomienda una investigación adicional donde se apliquen los dos tipos de compost obtenidos en este proceso sea en hortalizas, frutales y plantas ornamentales previo análisis de suelo antes y después de la aplicación de forma que se mida la efectividad y diferencia en los mecanismos de acción de cada compost.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Abad, A., Acuña, C., & Naranjo, E. (04 de 11 de 2019). El cacao en la Costa ecuatoriana: estudio de su dimensión cultural y económica. *revista internacional de administración*(07). Recuperado el 02 de 08 de 2024, de <https://revistas.uasb.edu.ec/index.php/eg/article/view/1442/1349>
- Agroandres . (2024). *Biobac*. Recuperado el 10 de 08 de 2024, de agroandres: <https://agroandres.com.ec/producto-agropecuario/probioticos-y-enzimas/biobac/>
- Agrocalidad. (2012). *GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS PARA CACAO RESOLUCIÓN TÉCNICA No.183*. MAGAP. Recuperado el 04 de 08 de 2024, de <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=http://biotech-global.com/fumiga/files/Guia-BPA-cacao1.pdf&ved=2ahUKEwjI0qnAnd2IAxWqSDABHfHPFpcQFnoECBgQAQ&usg=AOvVaw1Aq78HJ3J6q1hEpW0L8QJv>
- Álava, S. A., & Granizo, T. B. (2022). “*APROVECHAMIENTO AGROINDUSTRIAL DE LOS RESIDUOS DE POSCOSECHA DE CACAO (Theobroma cacao L.) CCN-51, PARA LA ELABORACIÓN DE MERMELADA Y HARINA*” . UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR , Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente , Guaranda - Ecuador . Recuperado el 09 de 08 de 2024, de <https://dspace.ueb.edu.ec/bitstreams/ffa00e0f-feb8-462a-b08a-159c0f43f410/download>
- Aldas, M. J., Víctor Otero, T., Revilla-Escobar, K., Carrillo-Pisco, M., & Sánchez-Aguilera, D. (2023). Incidencia del tostado sobre las características fisicoquímicas y alcaloides de la cascarilla de cacao (*Theobroma cacao*) y su efecto en las propiedades organolépticas de una infusión. *Agroindustrial Science*, 13(1). Recuperado el 02 de 08 de 2024, de <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/agroindscience/article/view/5201>

ANECACAO. (2023). *Tipos de Cacao*. Recuperado el 09 de 08 de 2024, de Asociación Nacional de Exportadores de Cacao-Ecuador: <https://anecacao.com/cacao-en-el-ecuador/tipos-de-cacao/>

Angulo, P. D. (2022). “*EVALUACIÓN EN EL MANEJO POSCOSECHA DE CACAO (Theobroma cacao) DE LA VARIEDAD CCN-51 EN LA PARROQUIA ROCAFUERTE-ESMERALDAS*” . UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO , FACULTAD DE INGENIERÍA, Riobamba. Recuperado el 08 de 08 de 2024, de <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/10343/3/Angulo%20P.%20Diana%20J.%202022%29%20EVALUACION%20DEL%20MANEJO%20POSCOSECHA%20DE%20CACAO>

Ansorena, J., Batalla, E., & Merino, y. D. (2024). *Evaluación de la calidad y usos del compost como componente de sustratos, enmiendas y abonos orgánicos*. Recuperado el 09 de 08 de 2024, de https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://cdn.blueberriesconsulting.com/2015/07/pdf_000304.pdf&ved=2ahUKEwjogrP7_P6IAxXdVTABHSVPAFMQFnoECBUQAw&usg=AOvVaw1T2taM1lmJndW2j7TJu9HQ

Asociación Europea de Cacao . (2024). *Historia del cacao: Cultivo, Comercio y Transporte*. Recuperado el 01 de 08 de 2024, de eurococoa: <https://www.eurococoa.com/es/historia-del-cacao-el-cacao-como-materia-prima/cocoa-story-cultivo-comercio-y-transporte/>

Ayamba, B. E., Abaidoo, R. C., Opoku, A., & Ewusi-Mensah, N. (2021). Enhancing the Fertilizer Value of Cattle Manure Using Organic Enhancing the Fertilizer Value of Cattle Manure Using Organic Resources for Soil Fertility Improvement: A Review . *Journal of Bioresource* , 8(3). Recuperado el 01 de 08 de 2024, de <https://doi.org/10.35691/JBM.1202.0198>

- Bailón, R. M., & Florida, R. N. (2021). Caracterización y calidad de compost producido y comercializado en Rupa Rupa-Huánuco. *Enfoque UTE*, 12(01). Recuperado el 05 de 08 de 2024, de <https://ingenieria.ute.edu.ec/enfoqueute/index.php/revista/article/view/644>
- Bárbaro, L., Karlanian, M., Rizzo, P., & Nicolas, R. (08 de 2019). CARACTERIZACIÓN DE DIFERENTES COMPOST PARA SU USO COMO COMPONENTE DE SUSTRATOS. *Revista chilena de ciencias agropecuarias*, 35(02). Recuperado el 20 de 11 de 2024, de https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0719-38902019000200126
- Barrera, S. (26 de 03 de 2024). *El CCN51 conquista y deleita al mundo*. Recuperado el 09 de 08 de 2024, de actores productivos: <https://actoresproductivos.com/el-ccn51-conquista-y-deleita-al-mundo/>
- Biobacsa. (2014). *BIOBAC B*. Recuperado el 10 de 08 de 2024, de <https://www.biobacsa.com/biobac-b>
- Cabero, A. D. (2024). *Importancia de los abonos orgánicos en el cultivo de cacao*. UNIVERSIDAD TECNICA DE BABAHOYO, FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS, Babahoyo – Los Ríos – Ecuador. Recuperado el 06 de 08 de 2024, de <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/16036>
- CAOBISCO. (2015). *Cacao en Grano: Requisitos de Calidad de la Industria del Chocolate y del Cacao*. Recuperado el 05 de 08 de 2024, de https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://cocoaquality.eu/data/Cacao%20en%20Grano%20Requisitos%20de%20Calidad%20de%20la%20Industria%20Apr%202016_es.pdf&ved=2ahUKEwjN9eP1kN2IAxWOSzABHRYwPZsQFnoECBQQAQ&usg
- Cartay, R. (27 de 05 de 2022). Pérdidas postcosecha, desperdicios, problemas ambientales y valor agregado del procesamiento agroindustrial de productos agrícolas tropicales en América

Latina. *Revista Geográfica Venezolana* , 063(1). Recuperado el 04 de 08 de 2024, de <http://www.saber.ula.ve/handle/123456789/48054>

Cercado, G. E. (2022). *EVALUACIÓN DE MICROORGANISMOS EFICIENTES (ME) EDÁFICOS EN EL CULTIVO DE CACAO (Theobroma cacao L)*. PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ – EXTENSIÓN PEDERNALES, FACULTAD DE INGENIERÍA AGROPECUARIA, Pedernales. Recuperado el 03 de 11 de 2023

Cerruffo, E. H., & Espín, P. W. (2022). *Análisis económico de la aplicación de compost orgánico en cultivos de cacao. Un enfoque a pequeños productores de cacao CCN-51 del litoral ecuatoriano*. ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL, Guayaquil. Recuperado el 20 de 11 de 2024, de <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/57466>

Delgado, A. M., López, K. L., González, M. I., & José Luis Tadeo Lluch, J. V. (11 de 2019). *EVALUACIÓN DEL PROCESO DE COMPOSTAJE DE RESIDUOS AVÍCOLAS EMPLEANDO DIFERENTES MEZCLAS DE SUSTRATOS*. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 35(04). Recuperado el 20 de 11 de 2024, de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992019000400965

Delgado, G. N. (2018). *“Plan de manejo integral de residuos derivados de la extracción de la pulpa de cacao en la hacienda Bellavista, Luz de América, provincia de Azuay-Ecuador”*. UNIVERSIDAD DE CUENCA , FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS , Cuenca. Recuperado el 03 de 08 de 2024, de <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/30454/1/Trabajo%2520de%2520titulaci%25C3%25B>

3n.pdf&ved=2ahUKEwiziuOpmd2IAxUHSTABHW2yDpIQFnoECCkQAQ&usg=AOvVaw29zRaoknz5hZYGj8tXZD54

Durango, W. (2019). *La Cadena de Valor del Cacao en América Latina y El Caribe* (Víctor Hugo Sánchez, José Luis Zambrano, Cristina Iglesias ed.). Ecuador : Dirección de Investigaciones – Gestión del Conocimiento Científico del INIAP,. Recuperado el 09 de 08 de 2024, de

https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.fontagro.org/new/uploads/adjuntos/Informe_CACAO_linea_base.pdf&ved=2ahUKEwjYiNvchayHAXWLTjABHSvaDicQFnoECBMQAw&usg=AOvVaw0DiizI3eKP9Wf4r8Rv2-sb

Esquerrà, J. (2024). *Guía para el compostaje casero*. Recuperado el 09 de 08 de 2024, de ecoinventos: <https://ecoinventos.com/guia-para-el-compostaje-casero/>

Galvis, P. (2024). *Residuos de cultivos: ¿Cómo gestionar sus problemas?* Recuperado el 05 de 08 de 2024, de jiffygroup: <https://jiffygroup.com/es/noticias/residuos-de-cultivos-como-gestionar-sus-problemas/>

Gustavo, E. (2010). *Cacao orgánico: Guía para productores ecuatorianos* (2 ed.). Ecuador: Quito. Recuperado el 10 de 08 de 2024, de <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/4571>

J. Daniel Martínez, Á. R.-G.-R. (05 de 2015). Caracterización y evaluación de la cáscara de mazorca de cacao (*Theobroma cacao* L.) como fuente de energía renovable. *Agrociencia*, 49(03). Recuperado el 06 de 08 de 2024, de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952015000300008

Leygnima Yaya Ouattara, E. K. (2020). Cocoa Pod Husks as Potential Sources of Renewable High ValueAdded Products. Recuperado el 02 de 08 de 2024, de

[https://bioresources.cnr.ncsu.edu/wpcontent/uploads/2020/11/BioRes_16_1_1988_Review Yaya_ADBKPRM_Cocoa_Pod_Husks_Renewable_Value_added_Product_17979.pdf](https://bioresources.cnr.ncsu.edu/wpcontent/uploads/2020/11/BioRes_16_1_1988_Review_Yaya_ADBKPRM_Cocoa_Pod_Husks_Renewable_Value_added_Product_17979.pdf)

Lizarazo, A. O. (2022). *Proceso de Elaboración de un Mejorador de Suelos a Base de Subproductos Generados en*. Universidad de Santander , Facultad de Ingenierías , Bucaramanga. Recuperado el 07 de 08 de 2024, de <https://repositorio.udes.edu.co/bitstreams/4617342b-3059-4209-89e0-5adf65bd470e/download>

Marroquín, J. R., & García, B. A. (01 de 07 de 2022). OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE UN SUSTRATO NUTRITIVO HECHO A PARTIR DE CÁSCARAS DE CACAO PARA LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE HORTALIZAS. *REVISTA TECNOLÓGICA* (15). Recuperado el 11 de 08 de 2024, de <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://fi-admin.bvsalud.org/document/view/n2h76&ved=2ahUKEwjn477LpP-IAxVBfjABHbSbAsAQFnoECBsQAQ&usg=AOvVaw315FD8tE8nc4RhB0xSDSB2>

Martínez, D. Á., Villamizar, G. R., & Ortiz, R. O. (05 de 2015). Caracterización y evaluación de la cáscara de cacao (*Theobroma cacao* L.) como fuente de energía renovable. *Agrociencia*, 49(03). Recuperado el 09 de 08 de 2024, de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952015000300008

Matos, K. (07 de 2023). Guía del Cultivo. Recuperado el 08 de 08 de 2024

Ministerio de Agricultura y Riego. (s.f.). *Estudio del CACAO en el Perú y en el Mundo*.

Ministerio del Medio Ambiente . (17 de 11 de 2021). *Compost: el abono natural que reduce la erosión del suelo y combate el cambio climático*. Recuperado el 16 de 01 de 2024, de [mma.gob.: https://mma.gob.cl/compost-el-abono-natural-que-reduce-la-erosion-del-suelo-y-combate-el-cambio-climatico/](https://mma.gob.cl/compost-el-abono-natural-que-reduce-la-erosion-del-suelo-y-combate-el-cambio-climatico/)

Miranda, N. (2024). *Cacaos género Theobroma*. Recuperado el 06 de 08 de 2024, de iNaturalist Ecuador: <https://ecuador.inaturalist.org/taxa/64341-Theobroma>

Montes, M. M. (2016). “EFECTOS DEL FOSFORO Y AZUFRE SOBRE EL RENDIMIENTO DE MAZORCAS, EN UNA PLANTACIÓN DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) CCN-51, EN LA ZONA DE BABAHOYO”. UNIVERSIDAD TECNICA DE BABAHOYO , FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS , Babahoyo – Los Rios – Ecuador . Recuperado el 09 de 08 de 2024, de https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/3358/E-UTB-FACIAG-ING%2520AGROP-000009.pdf%3Fsequence%3D1%26isAllowed%3Dy&ved=2ahUKEwjV7ZjIv_WIAxXdtYQIHUhiJ5AQFnoECCYQAw&usg=AOvVaw11-dwhQI9

Murillo-Baca*, S. M., Ponce-Rosas, F. C., & Huamán-Murillo, M. d. (2020). Características fisicoquímicas, compuestos bioactivos y contenido de minerales en la harina de cáscara del fruto de cacao (*Theobroma cacao* L.). *Revista de investigaciòn científica El Manglar* , 17(01). Recuperado el 01 de 11 de 2024, de <https://erp.untumbes.edu.pe/revistas/index.php/manglar/article/view/148/264>

Nieto, R. J. (09 de 2023). Análisis de producción de cacao ccn51 convencional vs cacao ccn51 con certificación orgánica. *Polo del conocimiento* , 08(09). Recuperado el 09 de 08 de 2024, de <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9227672.pdf&ved=2ahUKEwiYysz6zPWIAxUOQzABHV5GE2UQFnoECC8QAQ&usg=AOvVaw3R5CYfZnJ3wpECmXK5L1ML>

Noel, S. (05 de 04 de 2023). *Costo del compost por yarda cúbica*. Recuperado el 30 de 11 de 2024, de https://homeguide-com.translate.google.com/costs/compost-cost?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es&_x_tr_pto=rq

Parra, M. J. (19 de 07 de 2019). *Variedad CCN – 51: ¿Una Amenaza Para la Industria Del Cacao?* Recuperado el 09 de 08 de 2024, de perfectdailygrind: <https://perfectdailygrind.com/es/2019/07/19/variedad-ccn-51-una-amenaza-para-la-industria-del-cacao/>

Pastor, S. S., Velazquez, D. y., & Rivas. (2022). Utilización de los recursos genéticos en un país que es centro de origen: el caso del cacao en el Perú. *Revista Peruana de Biología*, 29(04). Recuperado el 07 de 08 de 2024, de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1727-99332022000400015&script=sci_abstract

Paucar, S. L., & Quispe, W. A. (2023). *Elaboración de compost a partir de residuos de la cosecha de CACAO*. INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA , Perú. Recuperado el 01 de 08 de 2024, de https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=http://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/2388/1/Lastra_%2526_Arce_2023_compost_cacao.pdf&ved=2ahUKEwio-W_ILmIAxWUfjABHXuvKN8QFnoECA4QAQ&usg=AOvVaw2DBA-Xnr_5GiIn3iuKDlkV

Pérez, S. R., & Torres, C. J. (2023). *Caracterización de los residuos de cacao generados con potencial valor, para su uso en la industria alimentaria, en el cantón Santo Domingo, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas*. UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO , FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA ,

Ambato. Recuperado el 10 de 08 de 2024, de <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/37884>

Restrepo, C. O. (15 de 11 de 2023). *Residuos del cacao son materia prima para productos desechables*. Recuperado el 10 de 08 de 2024, de Universidad de Antioquia: https://www.udea.edu.co/wps/portal/udea/web/inicio/udea-noticias/udea-noticia/!ut/p/z0/fYy9DsIwEINfhaUjulBKgLFiQEIMDAi1WdApiehBmuvPgXh8WhgQC4tIW_4MBgowER90QSGOGIZcGn1erTfpLM_UXulMq1wfssUy3c6PJwU7MP8HwwNd29bkYCxH8U-BouFOMNydx0Rh_5sqr3HjzqJLGQJ-0S96UiOx9W3

Reyes, G. Y. (2023). *Influencia de los sistemas de compostaje en las características físico químicas del compost elaborado a partir de residuos agrícolas*. Universidad Técnica de Machala , FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD, Machala. Recuperado el 01 de 08 de 2024, de https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/22849/1/Trabajo_Titulacion_2941.pdf&ved=2ahUKewiom-W_ILmIAxWUfjABHXuvKN8QFnoECEIQAQ&usg=AOvVaw2qPlwjjHaV418gJ22G-RCY

Román, P., Martínez, M. M., & Pantoja, A. (2013). *MANUAL DE COMPOSTAJE DEL AGRICULTOR*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura , Santiago de Chile. Recuperado el 09 de 08 de 2024, de <https://www.fao.org/4/i3388s/i3388s.pdf>

Romero, C. A., & Urrego, V. E. (2016). *Estudio del Cacao en el Perú y el Mundo*. Ministerio de Agricultura y Riego. Recuperado el 05 de 08 de 2024, de <https://repositorio.midagri.gob.pe/handle/20.500.13036/71>

Rotimi, M. O., & Boluwaji, D. O. (2019). Aplicación de Dry Cocoa Bean Shell Ash y NPK 15:15:15 para la mejora de la fertilidad del suelo y el rendimiento de los materiales en una degradada humeada alfis tropical tropical, suroeste de Nigeria. *Revista Internacional de Ciencia de Plantas y Suos*, 29(04). Recuperado el 05 de 08 de 2024, de <https://journalijpss.com/index.php/IJPSS/article/view/1002>

Sailema, C. R. (2021). *ABONO ORGÁNICO A BASE DE CASCARILLA DE CACAO PARA LA PRODUCTIVIDAD DEL CULTIVO DE PIMIENTO (Capsicum annuum)*. UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR , FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS , Guayaquil. Recuperado el 02 de 08 de 2024, de <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://cia.uagrararia.edu.ec/Archivos/SAILEMA%2520CASTRO%2520RONNY%2520IVAN.pdf&ved=2ahUKEwj54ORqrmIAxWDSzABHQ5DBi8QFnoECBUQAQ&usg=AOvVaw0ihlxApL3-x3o9RT6ZfoRH>

Salazar, G. A., Julio, V. F., & Casanov, M. V. (2021). *Producció n orgànica: abonos orgànicos*. Instituto de Capacitación del Oriente (ICO) . Recuperado el 20 de 11 de 2024, de https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://ico-bo.org/wp-content/uploads/2021/12/Abonos-organicos_ICO.pdf&ved=2ahUKEwiG46mzvvaJAxWdTjABHYq9DWcQFnoECC8QAQ&usg=AOvVaw270-A4gxxoPkk_whP9r_WE

Torres, P. J. (2023). *Aplicación de compost de cáscara de cacao y estiércol para recuperar suelos degradados de cultivos de arroz, Bellavista, 2022* . Universidad Cèsar Vallejo, FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA , TARAPOTO – PERÚ . Recuperado el 08 de 08 de 2024, de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/119401>

Universidad Politécnica de Madrid. (2016). *Potasa*. Recuperado el 10 de 08 de 2024, de museo de la minería y de las industrias: [https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://minasyenergia.upm.es/attachments/article/107/POTASA_triptico_1%2520\(2\).pdf&ved=2ahUKEwio3IrVtceGAXVNRjABHYP3FzUQFnoECBsQAQ&usg=AOvVaw3_fAL3esKWIO6_KvW2pkEC](https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://minasyenergia.upm.es/attachments/article/107/POTASA_triptico_1%2520(2).pdf&ved=2ahUKEwio3IrVtceGAXVNRjABHYP3FzUQFnoECBsQAQ&usg=AOvVaw3_fAL3esKWIO6_KvW2pkEC)

Vera, R. J., Murillo, W. J., Mejía, M. C., Cárdenas, U. J., Quito, F. A., Maridueña, G. Y., . . . Celi. (12 de 2021). Residuos de la producción de cacao (*Theobromacacao* L.) como alternativa alimenticia para rumiantes. *Revista colombiana de ciencia animal recia*, 13(02). Recuperado el 2024 de 08 de 2024, de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2027-42972021000200024

Vila, S., Martel, A., & Pariona, S. (2019). *Efecto de la Cuyaza en la elaboración de compost a partir de Cáscara de Mazorca de cacao (Theobroma Cacao L.) mediante el sistema de Pilascon Volteo en la comunidad de Malvinas-Kimbiri-VRAEM*. Recuperado el 10 de 08 de 2024, de https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UEPU_5324e50e8d9fbb85fdeff92c44cb202

Vincent, M., & Fuchs, J. (2020). *TEST DE CALIDAD DEL COMPOST*. Best4Soil. Recuperado el 10 de 08 de 2024, de https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://orgprints.org/43069/7/43069_Best4Soil_Compost-quality-test_ES.pdf&ved=2ahUKEwjogrP7_P6IAxXdVTABHSVPAFMQFnoECDIQAQ&usg=AOvVaw0Tmbw1G7YSWR_KUa9h9bXB

7. ANEXOS

Anexos 1. Delimitación del ensayo



Anexos 2. Preparación de terreno donde se realizó el ensayo



Anexos 3. Recolección de material orgánica (cascara de cacao CCN51 y cacao Nacional)



Anexos 4. Pesado del material recolectado (cascara de cacao CCN51 y Nacional)



Anexos 5. Riego



Anexos 6. Aplicación de tratamientos



Anexos 7. Toma de parámetros



Anexos 8. Pesado y recolección de muestras para análisis de laboratorio



Anexos 9. Compost

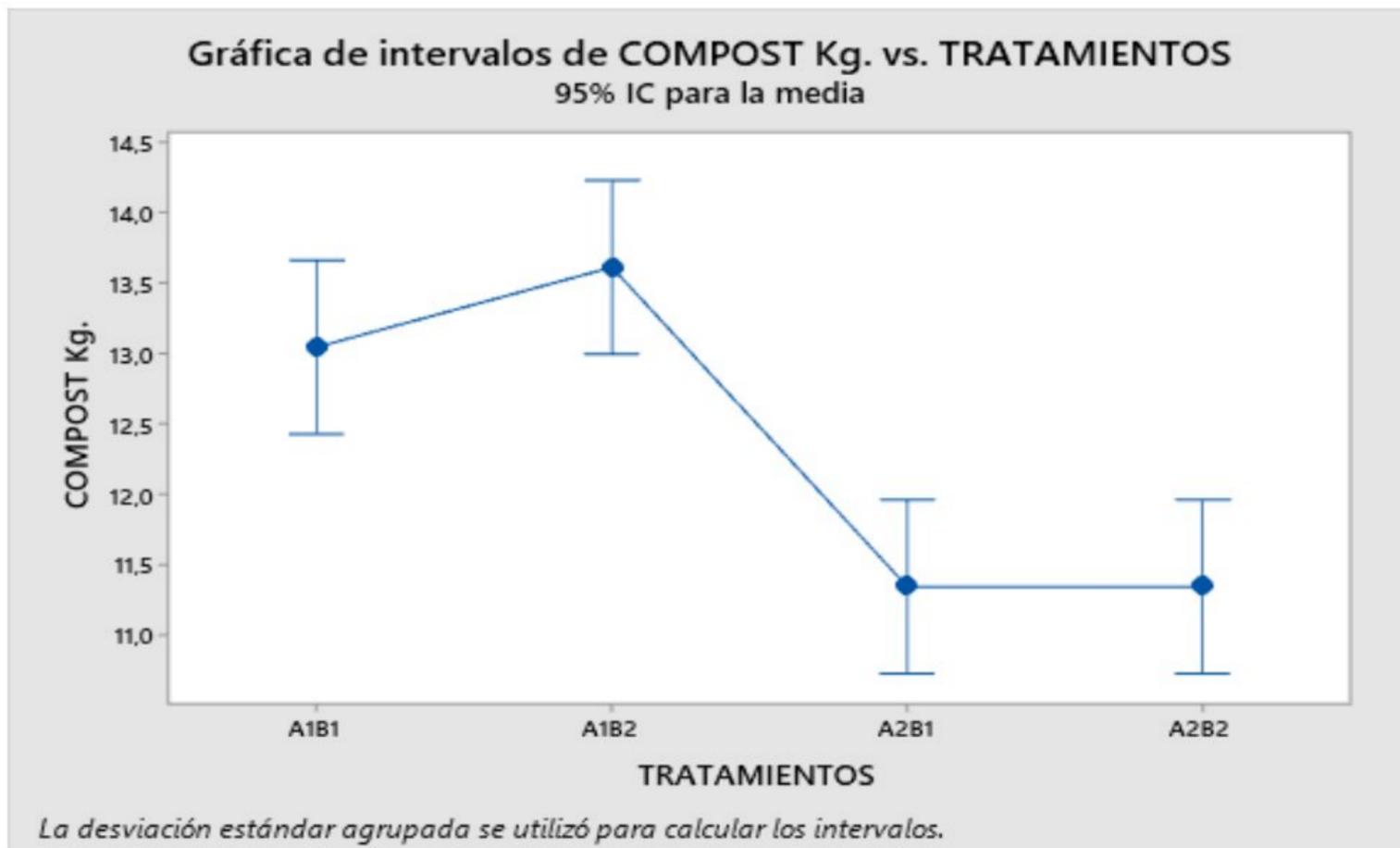


Anexos 10. Proceso de extracción de potasa

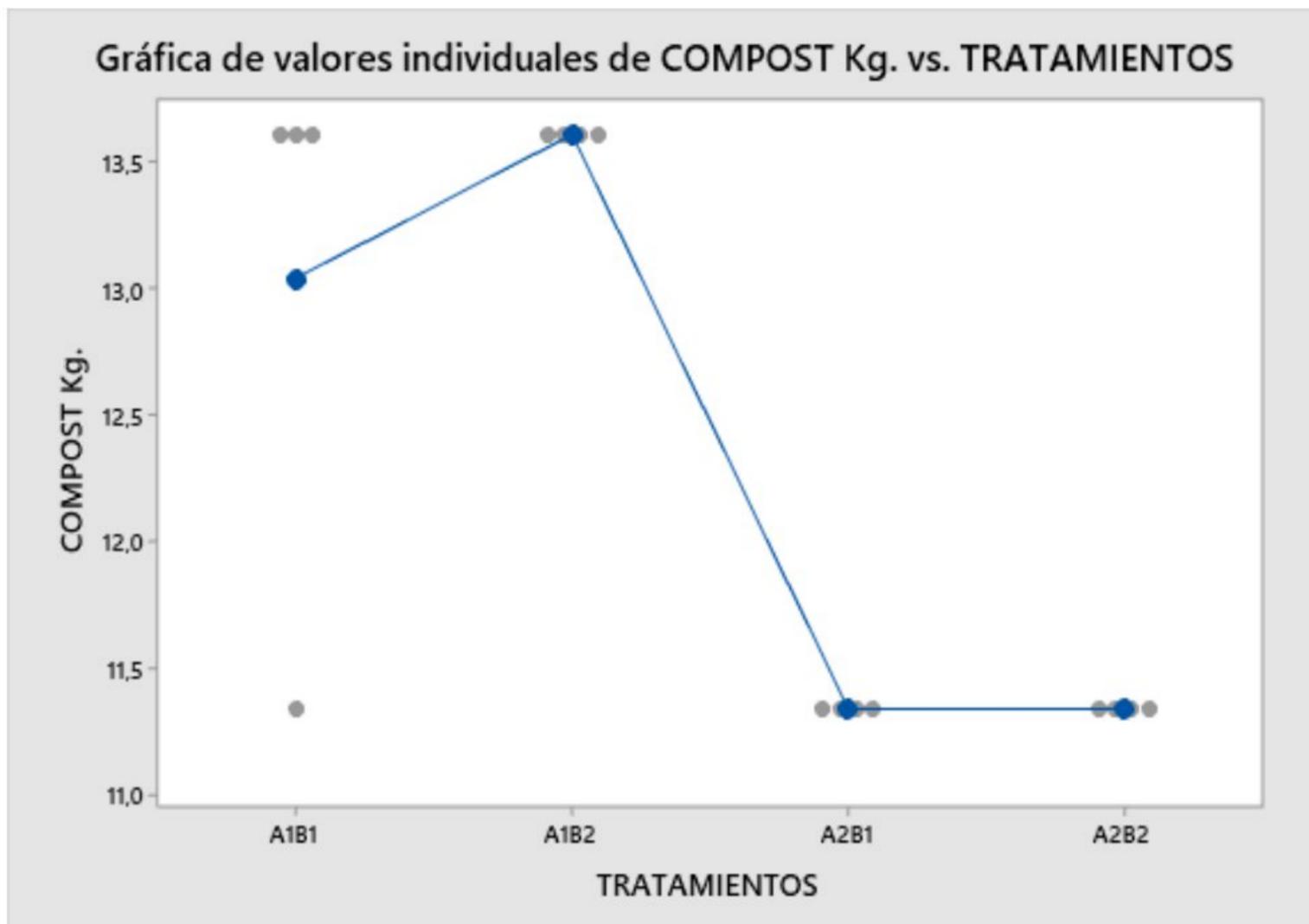




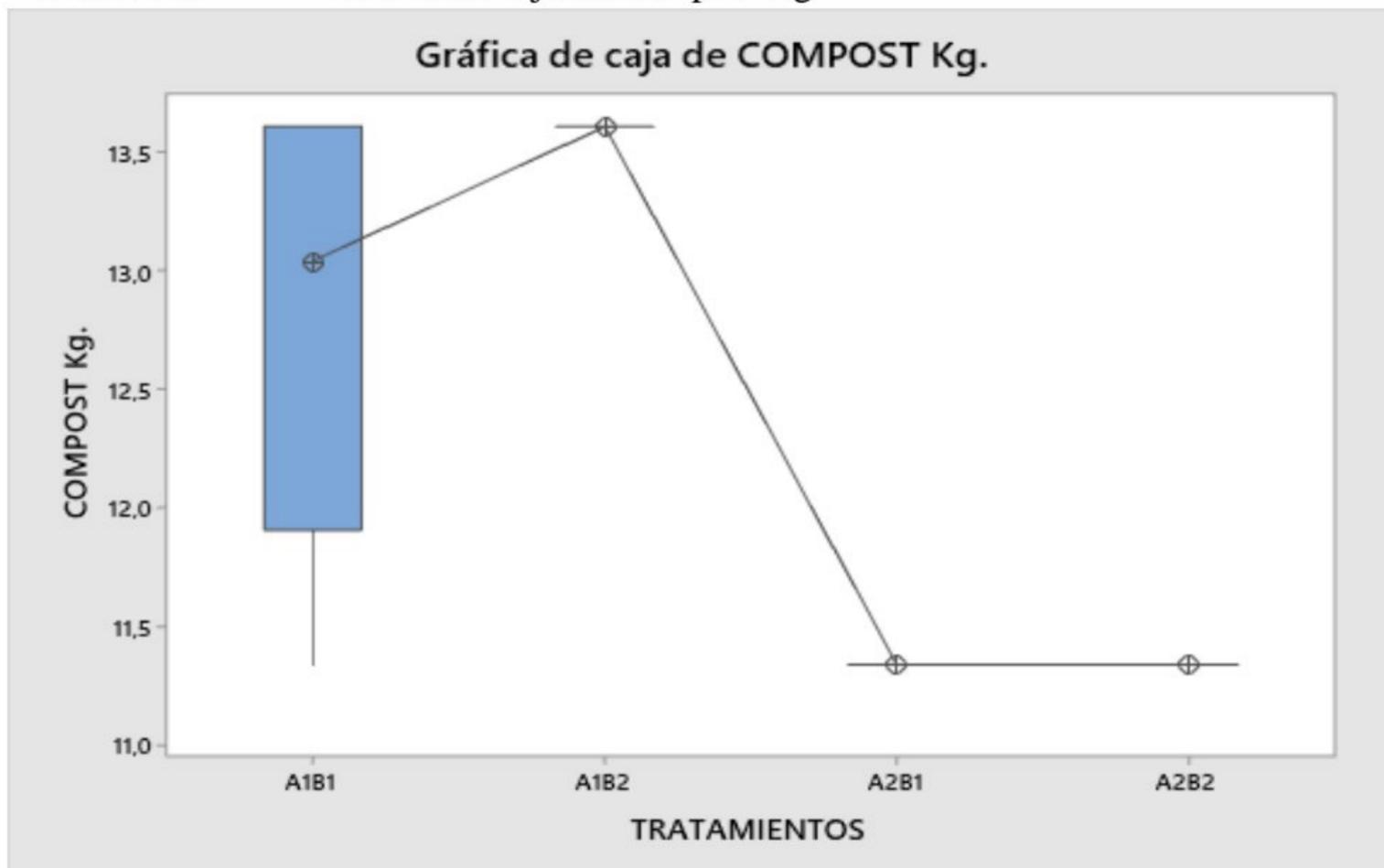
Anexos 11. Grafica de intervalos de Compost Kg. Vs. Tratamientos



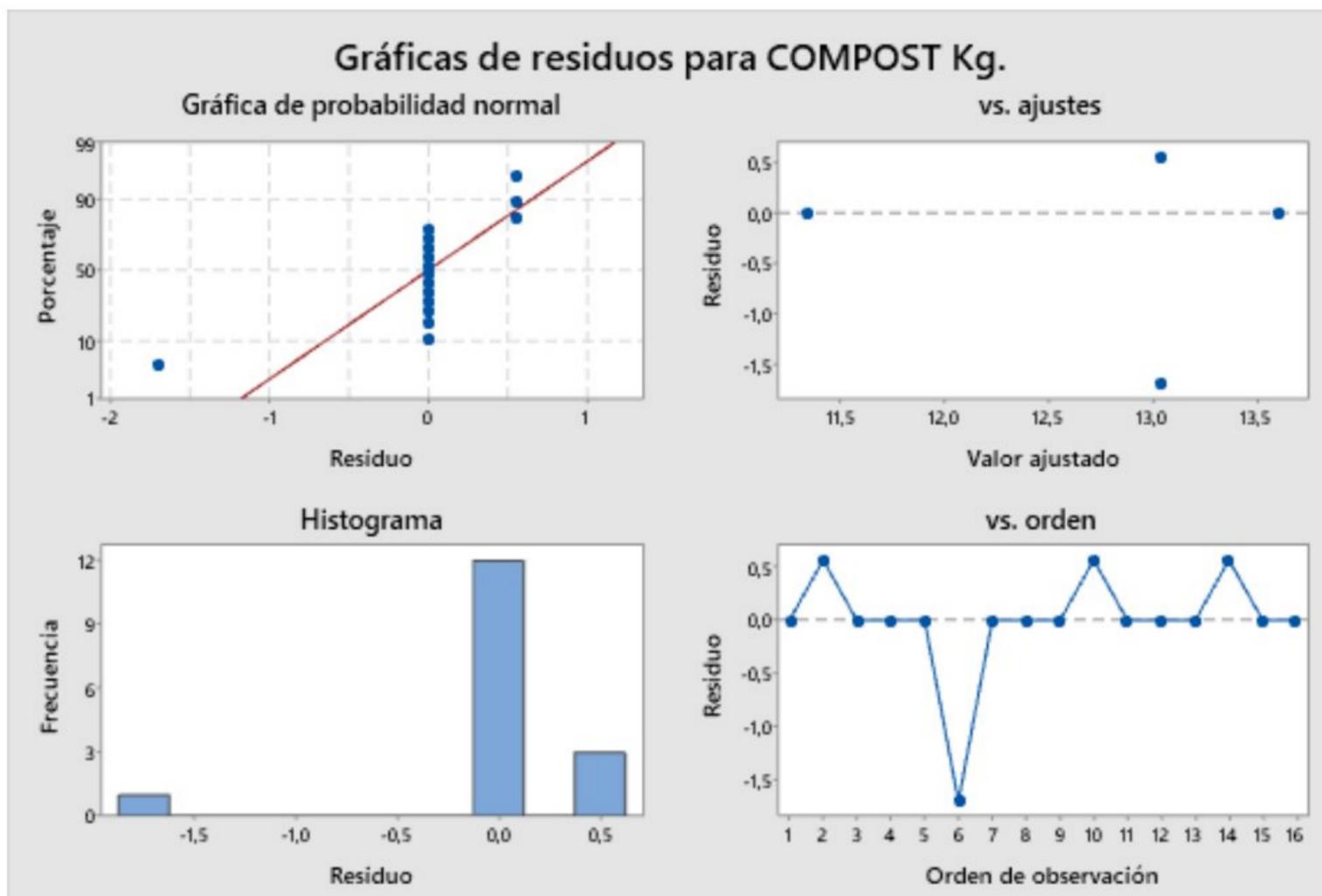
Anexos 12. Grafica de valores individuales de Compost Kg. Vs. Tratamientos



Anexos 13. Grafica de caja de Compost Kg



Anexos 14. Grafica de residuos para Compost Kg



Anexos 15. Resultado de análisis de laboratorio de las muestras de compost de cacao Nacional y cacao CCN-51



ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
 Km 5 Carretera Quevedo - El Empalme
 Mocache - Ecuador Teléfono: 2783044 Ext. 201

Nombre del Propietario:	CHEME NAPA SANDRA RAMONA	Tel:	0978744861	Reporte N°:	12481
Nombre de la Propiedad:		Cultivo:	Abono	Fecha de muestreo:	18/10/2024
Localización:	Mache	Pedernales	Manabí	Fecha de ingreso:	28/10/2024
	Parroquia	Cantón	Provincia	Fecha salida resultados:	14/11/2024

RESULTADOS DE ANÁLISIS ESPECIAL

Número de Laboratorio	Identificación de las Muestras	dS/m	Concentración %						ppm					
			CE	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Zn	Cu	Fe	Mn
85666	Sandra Cheme Cacao Nacional (Abono 2)			1.3	0.08	2.37	1.17	0.57	0.21	28	70	37	970	92
85667	Sandra Cheme Cacao Nacional (CE)	101.5												
85668	Sandra Cheme Cacao CCN 51 (Abono 2)			0.9	0.07	1.65	1.09	0.62	0.14	32	71	44	975	93
85669	Sandra Cheme Cacao CCN 51 (CE)	5.4												

Observaciones: _____

Dr. Manuel Carrillo Zenteno
RESPONSABLE DPTO.



[Handwritten signature]

LABORATORISTA

La muestra será guardada en el laboratorio por tres meses. Tiempo en el que se aceptan reclamos en los resultados

Anexos 16. Resultado de análisis de contenido de potasio (K) en muestras de cacao



RESULTADOS: ANALISIS DE POTASIO (K) EN MUESTRAS DE CACAO

Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	Sra. CHEME NAPA SANDRA RAMONA	Número de muestra:	1000
Propiedad:	UNIVERSIDAD DE MANABI	Fecha de Ingreso:	15/10/2023
Identificación:	SITIO CHINDUL	Fecha de impresión:	1/11/2023
Cultivo:	CACAO	Fecha de Entrega:	3/11/2023
Edad :	14 AÑOS	No. Laboratorio	1-2

N° MUESTRA	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	% K
1000	CACAO NACIONAL	3,79
1001	CACAO CCN-51	3,90


 Dra. Luz Maria Martinez
 LABORATORISTA
 AGROLAB

