

# UCUENCA

**Universidad de Cuenca**

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Carrera de Ingeniería Agronómica

**Evaluación de la calidad de residuos y posibilidades de compostaje, como alternativa para la utilización de los residuos vegetales producidos en la granja El Romeral de la Universidad de Cuenca**

Trabajo de titulación previo a la  
obtención del título de Ingeniero  
Agrónomo


**Autores:**

Jessica Liliana Ayavaca Muñoz

Edisson Santiago Lucero Zhingre

**Director:**

Jorge Alejandro García Zumalacarregui

ORCID:  0000-0002-0130-1230

**Cuenca, Ecuador**

2024-07-19

### Resumen

La generación de residuos orgánicos en áreas agrícolas promueve la búsqueda de alternativas de aprovechamiento, una meta constituye convertir estos residuos en productos útiles. El compost, es un excelente fertilizante natural a partir de la descomposición de estos materiales. El objetivo de este trabajo fue evaluar la calidad de residuos y posibilidades de compostaje, como alternativa para la gestión de los mismos en la granja El Romeral de la Universidad de Cuenca. Se evaluaron las características del material realizando una clasificación en base a la relación C/N, propiedades físicas y químicas. Fue construido un sistema abierto de composteras (área total 15m<sup>2</sup>), permitiendo el control del oxígeno, humedad y temperatura. En el proyecto, se empleó material orgánico (pasto verde) con relación C/N 20 (Grupo1) y pajas (pasto semi húmedo) con relación C/N 80 (Grupo 2). El periodo de descomposición del material orgánico para ambos grupos fue de 150 días. El compost identificado como CH-01 (pasto verde), presentó contenido de nutrientes: **nitrógeno** (58.8 ppm – alto), **fósforo** (361 ppm – alto) y **potasio** (92.8 ppm – alto). En contraste, la muestra CS-01 (pasto semi húmedo) reportó concentración de nutrientes tales como: **N** (11 ppm – bajo), **P** (359 ppm – alto) y **K** (103 ppm - alto). Resultados obtenidos permiten identificar que materiales verdes generan mayor humedad requiriendo compensación de materiales altos en carbono. Finalmente, el sistema abierto de compostaje arrojó un producto con características físico-químicas favorables, constituyendo una opción viable para los recursos (costos, espacio y condiciones ambientales) con los que cuenta la granja El Romeral.

*Palabras clave del autor:* Compost, relación carbono-nitrógeno, tratamiento de residuos vegetales, sustentabilidad ambiental



El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Cuenca ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por la propiedad intelectual y los derechos de autor.

Repositorio Institucional: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/>

### Abstract

The generation of organic residues in agricultural areas promotes the search for alternative uses, one goal being to convert these residues into valuable products. Compost, derived from the decomposition of organic materials, serves as an excellent natural fertilizer. The aim of this study was to evaluate the quality of residues and the feasibility of composting as a management strategy at El Romeral farm of the University of Cuenca. The characteristics of the material were evaluated by classifying them based on their carbon-to-nitrogen (C/N) ratio, as well as their physical and chemical properties. An open composting system was constructed (total area 15m<sup>2</sup>), which allowed for the control of oxygen, moisture, and temperature. The project employed organic material (green grass) with a C/N ratio of 20 (Group 1) and straw (semi-moist grass) with a C/N ratio of 80 (Group 2). The decomposition period of the organic material for both groups was 150 days. The compost identified as CH-01 (green grass) presented nutrient content as follows: nitrogen (58.8 ppm - high), phosphorus (361 ppm - high), and potassium (92.8 ppm - high). In contrast, the CS-01 sample (semi-moist grass) reported nutrient concentrations such as: N (11 ppm - low), P (359 ppm - high), and K (103 ppm - high). The results indicate that green materials generate higher humidity levels, requiring compensation with high-carbon materials. Finally, the open composting system produced a product with favorable physical-chemical characteristics, constituting a viable option considering the resources (costs, space and environmental conditions) available at the El Romeral farm.

*Author Keywords:* Compost, carbon-to-nitrogen ratio, solids waste treatment, environmental sustainability



The content of this work corresponds to the right of expression of the authors and does not compromise the institutional thinking of the University of Cuenca, nor does it release its responsibility before third parties. The authors assume responsibility for the intellectual property and copyrights.

**Institutional Repository:** <https://dspace.ucuenca.edu.ec/>

## Índice de contenido

Introducción.....	10
Descripción del problema .....	11
1. Objetivos .....	12
1.1. Objetivo General .....	12
1.2. Objetivos Específicos.....	12
2. Fundamentación .....	12
2.1. Fundamentación social.....	12
2.2. Fundamentación teórica .....	13
2.2.1. Definición de compost.....	13
2.2.2. Definición de compostaje .....	13
2.2.3. Desarrollo del Compostaje.....	13
2.2.4. Parámetros físicos y químicos para el compostaje .....	15
2.2.5. Materia orgánica.....	17
2.2.6. Sistemas de Compostaje .....	18
2.2.7. Beneficios del compost .....	19
3. Diseño del proyecto .....	19
3.1. Metodología del proyecto .....	19
3.1.1. Metodología para el cumplimiento del objetivo específico 1 .....	19
<i>(Caracterizar y determinar la calidad de los residuos vegetales generados en la granja el Romeral de la Universidad de Cuenca.)</i> .....	19
3.1.1.1. Lugar de establecimiento del Proyecto .....	20
3.1.1.2. Identificación de las zonas de producción de material orgánico .....	20
3.1.1.3. Caracterización de los residuos vegetales .....	21
3.1.2. Metodología para el cumplimiento del objetivo específico 2 .....	22
<i>(Analizar las alternativas de las técnicas de compostaje viables a implementar)</i> .....	22
3.1.2.1. Diseño de la compostera.....	23

3.1.2.2.	Construcción de infraestructura .....	24
3.1.2.3.	Presupuesto de materiales.....	24
3.1.3.	Metodología para el cumplimiento del objetivo específico 3 .....	25
	<i>(Identificar las características físico-químicas del compost producido en el proyecto).</i> ..	25
3.1.3.1.	Material para el compostaje .....	26
3.1.3.2.	Recolección y apilamiento de material orgánico.....	27
3.1.3.3.	Fermentación y volteo de compost .....	27
3.1.3.4.	Toma de muestra para análisis químico del compost .....	28
3.1.3.5.	Costos de producción.....	28
4.	Resultados .....	29
4.1.	Resultados del objetivo específico 1 .....	29
	<i>(Caracterizar y determinar la calidad de los residuos vegetales generados en la granja el Romeral de la Universidad de Cuenca)</i> .....	29
4.2.	Resultados del objetivo específico 2 .....	30
	<i>(Analizar las alternativas de las técnicas de compostaje viables a implementar)</i> .....	30
4.3.	Resultados del objetivo específico 3 .....	31
	<i>(Identificar las características físico-químicas del compost producido en el proyecto).</i> ..	31
4.3.1.	Características físicas .....	31
4.3.2.	Características químicas.....	32
4.3.3.	Pesado y empaquetado de material orgánico .....	33
5.	Conclusiones .....	33
6.	Recomendaciones .....	34

### Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> Evolución de la temperatura (-) y pH (--) durante el proceso de compostaje .....	15
<b>Figura 2.</b> Áreas de producción de residuos. A) Cultivo de <i>Solanum betaceum</i> (Tomate de árbol), B) cultivo de <i>Zea mays</i> (maíz), C) cultivo de <i>Annona cherimola</i> (chirimoya). ....	21
<b>Figura 3.</b> Material para compostaje A) Espacio con el material verde, B) Pasto verde para el compostaje ( <i>Lolium perenne</i> ), C) Pasto semihúmedo para el compostaje.....	22
<b>Figura 4.</b> Estilos de composteras .....	23
<b>Figura 5.</b> Vista Ortogonal de la Compostera .....	23
<b>Figura 6.</b> Vista frontal de la Compostera.....	24
<b>Figura 7.</b> Implementación de la compostera A) Delimitación del espacio B) Construcción de la compostera.....	25
<b>Figura 8.</b> Material orgánico para compostar. A) Material verde cortado en zona de cultivos, B) Material orgánico en secado por exposición solar .....	26
<b>Figura 9.</b> Recolección y apilamiento de material orgánico. A) Recolección de material orgánico en costales, B) Traslado del material orgánico hacia las composteras. ....	27
<b>Figura 10.</b> Proceso de compostaje. A) Exceso de humedad en el material verde, B) Remediación aplicada al material verde (tamo de arroz), C) Material verde compostado semana 8, D) Material semi húmedo compostado semana 8. ....	28
<b>Figura 11.</b> Material para descomposición. A) Cultivo de tomate de árbol B) Material orgánico cortado, C) Materia verde recolectado, D) Materia seca recolectado .....	29
<b>Figura 12.</b> Compostera con 3 espacios.....	31
<b>Figura 13.</b> Compost. A) Compost de material verde, B) Compost de material semihúmedo	31
<b>Figura 14.</b> Almacenamiento de compost.....	33

### Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Lista de materiales orgánicos y su relación C/N promedio .....	16
<b>Tabla 2.</b> Relación C/N de materia orgánica en la granja El Romeral.....	22
<b>Tabla 3.</b> Costo de Materiales .....	24
<b>Tabla 4.</b> Contenido de N, P, K en el compost.....	26
<b>Tabla 5.</b> Costos de Producción del compost .....	28
<b>Tabla 6.</b> Características químicas del compost producido a partir de dos diferentes de tipos de muestras. ....	32

### **Dedicatorias**

A mis padres, a mi hermano quienes han hecho lo posible todo lo que he conseguido han sido el apoyo incondicional para no desfallecer en mis metas son mi pilar fundamental para la formación personal, académica y profesional y a mi hija Domenica por ser mi motivación y ser el ejemplo de que todo se puede cumplir.

**Liliana Ayavaca Muñoz.**

Este proyecto se lo dedico a mis padres y a toda mi familia, quienes confiaron en mí y junto a su apoyo incondicional llegue a forjar mi carrera, a mi pequeña hija Keily que ha sido mi mayor motivación para seguir adelante y no rendirme en los estudios y así poder llegar a ser un ejemplo para ella.

**Santiago Lucero Zhingre**



## **Agradecimientos**

A Dios mi Gran Espíritu por llevarme a este viaje de conocimientos. A mi familia por apoyo incondicional para cumplir mis metas y siempre me motivan a seguir adelante, agradezco a mi compañero Santiago por su comprensión y paciencia, a la Universidad de Cuenca por forjar una profesional de excelencia, en especial agradezco a mi tutor Ing. Jorge Alejandro García Zumalacarregui, PhD por el apoyo y brindarme sus conocimientos para el cumplimiento de este proyecto.

**Liliana Ayavaca Muñoz.**

A Dios por brindarme la vida y sabiduría para poder llegar a cumplir mis metas y sueños. Sobre todo, agradezco a mi familia que pudo brindarme su apoyo constante e incondicional, de manera muy especial a mi tía Zoila que me apoyo y me motivo a seguir adelante en cada uno de los momentos de mi vida universitaria. A la universidad de Cuenca, por abrirme sus puertas del conocimiento y hacerme un profesional de excelencia. A mi tutor Ing. Jorge García Zumalacarregui, PhD, gracias por el apoyo y confianza para llegar a cumplir mi objetivo.

**Santiago Lucero Zhingre**

## Introducción

Los abonos orgánicos hoy en día su uso es de gran importancia, pues han demostrado ser efectivos en el incremento de rendimientos de producción, además de mejorar sus características en beneficio del adecuado desarrollo de los cultivos.

Los abonos orgánicos proporcionan múltiples beneficios a la producción de cultivos como: aporte de nutrientes esenciales para las plantas, son de mayor duración en el ambiente (tiempo de exposición) que los fertilizantes inorgánicos, mejoran la estructura del suelo, porosidad, aireación y capacidad de retención de agua, son fuente de carbono orgánico para la actividad de organismos heterótrofos presentes en el suelo (Yugsi, 2011).

Elaborar abonos orgánicos es una práctica que se realiza con el reciclaje de los desechos orgánicos generados por la agricultura, cuando se elabora abonos se elimina patógenos, semillas de malezas y sustancias tóxicas que están en los sustratos (Rojas y Zeledón, 2017).

Entre los abonos de naturaleza orgánica que se elaboran a nivel mundial son diversos tales como: bioles, te de frutas, bocashi, lombricomposta, estiércoles, abonos verdes, compost entre otros.

El compostaje es una opción para la descomposición de materias orgánicas ricas en carbono y nitrógeno este proceso se da por un proceso aerobio, no se genera olores desagradables y debe tenerse un control constante de humedad, en algunos procesos se dan en un periodo largo o corto. Mediante el compostaje se desinfecta y estabiliza el residuo siendo un producto inocuo para el suelo. El compost tiene diferentes propiedades como la capacidad de retener agua y aporta nutricionalmente a plantas y suelo. Los métodos que existen para la elaboración del compost son diversos, con frecuencia se tiene en cuenta los volteos y materias primas con los que se elabora, la mezcla que se realiza en el compost debe estar equilibrada (Garro, 2016).

El compostaje constituye una tecnología de bajo costo (Vargas, Trujillo y Torres, 2019), dentro de este marco se han desarrollado estrategias anexadas a la economía verde que fomenta la implementación de acciones de manejo y la gestión de residuos orgánicos entregando un valor agregado al ambiente.

### **Descripción del problema**

En la granja el Romeral de la Universidad de Cuenca se genera constantemente residuos vegetales orgánicos tales como: podas de árboles frutales, desbroce de pastos y malezas, frutas inutilizadas, etc., en la mayoría de los casos se deja sobre el suelo para que se dé el proceso de desintegración para una posterior integración al mismo.

Al disponer de estos residuos que aportan nutrientes es posible establecer un proceso de aprovechamiento responsable y ambientalmente ecológico para emplearlo como materia prima en la elaboración controlada de un abono orgánico (compost). Actualmente, en la granja se produce Bocashi, siendo este, un tipo de abono orgánico, elaborado a base de materiales orgánicos externos de la granja.

El Compost es un abono orgánico con componentes minerales y macronutrientes como nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio y micronutrientes, estos interactúan con el suelo y cultivos por lo que se puede emplear de forma complementaria para la nutrición de estos en la granja, disminuyendo así el uso o aplicación actual de abonos inorgánicos. Para la aplicación de la técnica de compostaje se debe brindar las condiciones necesarias para lograr el proceso de transformación de las materias primas consiguiendo elaborar un abono de elevada calidad que aporte con los nutrientes necesarios al suelo y logre ser asimilado por las plantas para su desarrollo.

En este sentido, teniendo en cuenta la problemática originada por los residuos generados, se crea el espacio del presente trabajo. En el mismo se desarrolló el proceso de caracterización respectiva del residual orgánico sólido que produce la granja, recolección, clasificación y descomposición de los residuos. Finalmente, se realiza análisis físico y químico del producto de descomposición, el cual permite conocer el valor de nutrientes básicos del producto final. El desarrollo del proyecto logró el aprovechamiento de los residuos vegetales orgánicos que

la granja posee, transformándolos a material útil y obteniendo un abono orgánico completamente utilizable, por medio de la técnica de compostaje.

## **1. Objetivos**

### **1.1. Objetivo General**

Evaluar la calidad de residuos y posibilidades de compostaje, como alternativa para la utilización de los residuos vegetales producidos en la granja El Romeral de la Universidad de Cuenca.

### **1.2. Objetivos Específicos**

- Caracterizar y determinar la calidad de los residuos vegetales generados en la granja el Romeral de la Universidad de Cuenca.
- Analizar las alternativas de las técnicas de compostaje viables a implementar.
- Identificar las características físico-químicas del compost producido en el proyecto.

## **2. Fundamentación**

### **2.1. Fundamentación social**

El incremento de la población mundial, la producción agrícola para la generación de alimentos y los desechos generados diariamente conlleva a buscar alternativas para apoyar con la gestión integral de los residuos que generalmente no se aprovechan (Campos, Brenes, y Jiménez, 2016), generalmente al no tener una gestión correcta se crean problemas para el ambiente como producción de gases, generación de patógenos y parásitos.

En la actualidad se está llevando a cabo un modelo de agricultura alternativa en donde se promueve el reciclaje de materiales para la producción de insumos utilizables en los cultivos, estos productos suelen ser sólidos o líquidos, como es el caso del compost un material sólido, estable y benéfico para el suelo y cultivos empleándolo como abono, sustrato o enmienda (Carvalho y Casas, 2022).

El compostaje es una técnica que permite la transformación de los materiales orgánicos como excrementos de animales, residuos agrícolas (desecho de hortalizas, frutas, podas, etc.), y

se genera un producto con característica nutricional adecuada para incorporar el mismo en el suelo, aportando elementos esenciales para la nutrición de los campos. De esta manera se logran mejoras ambientales, aumento en la calidad de vida en el suelo y fundamentalmente al emplear compost en el suelo se puede disminuir el empleo de fertilizantes sintéticos que tiene que ser renovados constantemente, además de la reducción de la presión sobre los recursos naturales.

## **2.2. Fundamentación teórica**

### **2.2.1. Definición de compost**

El compost es un abono orgánico de alta calidad, que se obtiene a partir del proceso de compostaje de residuos orgánicos. Este es un producto biológicamente estable, con diversas propiedades beneficiosas para los suelos y las plantas, puede ser empleado como sustrato en las plantas, enmiendas en los suelos facilitando la aireación, mejorando la humedad y ayuda a retener el máximo contenido de los nutrientes Nitrógeno(N), Fosforo (P), Potasio (K) (Negro, y otros, 2000).

### **2.2.2. Definición de compostaje**

El compostaje se define como un proceso biológico de descomposición de sustratos orgánicos en un ambiente aerobio (Oviedo, Marmolejo, y Torres, 2017), de donde se obtiene un material estable biológicamente, libre de patógenos y aplicable al suelo (López, Andrade, Herrera, Gonzalez, y García de la Figal, 2017). El compostaje es una técnica de bajo costo en su producción y el producto obtenido mejora las condiciones físico químicas del suelo e incrementa la productividad de los cultivos (Vargas, Trujillo, y Torres, 2019).

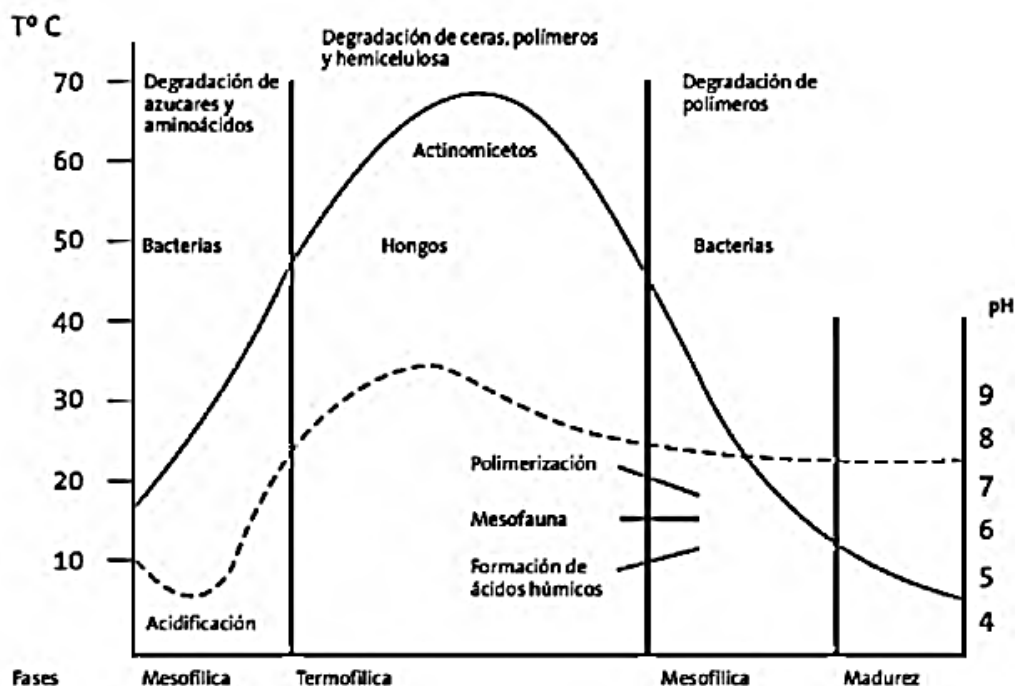
### **2.2.3. Desarrollo del Compostaje**

El proceso del compostaje se ejecuta en diferentes fases, donde se lleva a cabo la descomposición de la materia orgánica (Rodriguez, 2009). El tiempo para la descomposición puede variar de acuerdo a diferentes factores como temperatura, humedad, relación C/N, acidez, potencial de hidrógeno (pH) y la aireación de la mezcla. El proceso demora entre 100 y 200 días, dependiendo de las materias primas que se han colocado en la pila la cual será afectada por la temperatura ambiental. Para todas las etapas es importante mantener aireada la pila, esto se logra volteándole periódicamente, en las primeras fases se incrementa la temperatura por la actividad microbiana, posteriormente, se estabiliza (Céspedes, 2004).

Las fases del proceso de compostaje se dividen en cuatro: mesófila, termófila, enfriamiento y maduración.

- **Mesófila:** Empieza por el apilamiento de los residuos para otorgar un ambiente favorable. Posteriormente existe un desarrollo y multiplicación de los microorganismos mesófilos en un rango de temperatura de 10 a 45 grados Celsius (°C), quienes inician el proceso de descomposición y existe un incremento de temperatura, esta fase dura de dos a cuatro días (Docampo, 2013).
- **Termófila:** Este proceso puede durar entre una semana, en sistemas acelerados, y uno o dos meses en sistemas de fermentación lenta, se da un remplazo de microorganismos mesófilos por termófilos, actuando a temperaturas mayores (hasta 70°C). En esta fase del proceso se logra objetivos importantes debido al incremento de temperatura se mata a los patógenos, semillas de malezas, larvas. Mediante volteos de la pila se logra que los organismos consuman oxígeno y se consigue que la temperatura disminuya y se establezca el medio (Docampo, 2013)
- **Enfriamiento:** En este proceso la tasa de descomposición decrece al igual que la temperatura hasta los 40°C, y se siguen efectuando volteos. Esta fase es un proceso más lento donde se da la descomposición de moléculas orgánicas complejas y se mueren parte importante de los microorganismos (Rodriguez, 2009).
- **Maduración:** El producto final, el compost, alcanza la temperatura ambiental, teniendo un producto orgánico más estable, sin embargo se sigue produciendo reacciones de descomposición, denominándose también proceso de curado (Céspedes, 2004).

En la Figura 1 se describen las fases térmicas del proceso de compostaje, se indica que existe una relación directa con la temperatura y la degradación de la materia orgánica.



**Figura 1.** Evolución de la temperatura (-) y pH (--) durante el proceso de compostaje

**Fuente:** (Laos, 2003), como se citó en (Fallas, 2016).

#### 2.2.4. Parámetros físicos y químicos para el compostaje

- **Relación Carbono Nitrógeno (C/N)**

Los materiales que se emplean para el proceso de compostaje están compuestos de lignina, agua, celulosa, hemicelulosa y los componentes más importantes como carbono y nitrógeno, en el caso del compostaje los microorganismos necesitan de estos nutrientes para su crecimiento y multiplicación (Barrena, 2006).

En la realización de un abono mediante el proceso de compost es importante mantener en cantidades suficientes la relación o balance C/N en los materiales a emplear, al inicio en cantidades superiores y posteriormente en menores proporciones, estos paulatinamente van disminuyendo a medida que el proceso de compostaje se desarrolla. En el proceso se debe constar de una alta cantidad de C a medida que se produzca la descomposición o fermentación lenta o retardada, en el caso de un exceso de N se obtendrán concentraciones de gases como subproductos, los cuales presentan entre otras características, olores desagradables e incremento de temperatura (Fallas, 2016).

En promedio la proporción de partida es de C:N es 30:1 así de esta forma se asegura que no haya exceso o deficiencia, las materias primas son los restos vegetales verdes o semi húmedos, estiércol, restos de comida, yerba, etc., (Docampo, 2013).

Los materiales que tienen una relación C/N alta son residuos semi húmedos o duros como paja, aserrín, tamo, estos son ricos en carbono y pobres en nitrógeno. Los materiales que tienen una relación C/N baja son materiales verdes de maleza, leguminosas y desechos de cocina son ricos en nitrógeno (Yugsi, 2011).

**Tabla 1.** Lista de materiales orgánicos y su relación C/N promedio

<b>Materiales</b>	<b>Relación C/N</b>
Estiércol de ganado	22:1
Gallinaza	15:1
Estiércol de cerdo	10:1
Residuos de fréjol	32:1
Aserrín	500:1
Papel	170:1
Restos de fruta	35:1
Bagazo de caña	46:1
Pasto verde	20:1
Restos de comida	15 – 20:1
Cascaras de papa	25:1
Residuos de maíz	60:1
Leguminosas	25:1
Residuos de cereales	80:1
Residuos vegetales	15 – 20:1
Humus	10:1
Sangre	3:1
Orina	0,8:1

**Fuente:** (Yugsi, 2011)

- **Temperatura**

La temperatura en el proceso de compostaje es el parámetro fundamental que ayuda a describir el proceso y estado de este, la temperatura durante el proceso tiene un rango de variación continua dependiendo los procesos en los que se encuentra el compostaje, se inicia en temperatura ambiente incrementando hasta los 65°C y en el final del proceso se tiene una temperatura ambiental (Román, Martínez, y Pantoja,



2013). Para obtener un buen material la temperatura elevada no debe decaer rápido, garantizando así una higienización adecuada del producto. La temperatura es respuesta inmediata de la actividad microbiana presente y la energía desprendida por los procesos de biodegradación (Barrena, 2006).

- **Humedad**

La humedad o agua es un elemento esencial para la proliferación y desarrollo de los microorganismos el mismo que se emplea como transporte de nutrientes, el rango óptimo para el proceso del contenido de humedad es de 50-60% y esto se deriva del estado de la materia orgánica y el sistema que se aplica para la producción. El tener una humedad alta impedirá una oxigenación del material se puede remediar aplicando material con bajo contenido de humedad o con un valor alto en carbono como serrín, paja, u hojas secas, de la misma forma el tener una humedad baja produce muerte en los microorganismos de esta manera se detiene los procesos de compostaje, para continuar se debe regular la humedad con materiales frescos con mayor contenido de agua (Román, Martínez, y Pantoja, 2013). En el proceso de compostaje el contenido de agua del material se va disminuyendo debido al calor generado en el proceso siendo un parámetro indicador, al final del proceso se disminuye la humedad a consecuencia de que el material obtenido es manejable (Barrena, 2006).

- **Oxígeno**

El desarrollo del compostaje es un proceso aerobio donde se debe mantener una aireación adecuada y continua permitiendo la respiración de los microorganismos. En la degradación de los sustratos de carbono orgánico se realiza el consumo de oxígeno y se produce dióxido de carbono y calor, sin suficiente contenido de nitrógeno el proceso se convierte en anaerobio, produciendo olores desagradables y se pierde el nitrógeno por esta causa no se cumplirá el proceso, de la misma forma que los otros parámetros la tasa de oxígeno va variando de acuerdo a las fases en las que se encuentre el proceso (Román, Martínez, y Pantoja, 2013).

#### **2.2.5. Materia orgánica**

Los materiales que se emplean para el compostaje son subproductos orgánicos y donde se debe tener en cuenta la relación C/N y el contenido de humedad de los materiales a compostar (Negro, y otros, 2000). En el compostaje la materia orgánica es el factor determinante por eso se debe de tener materias primas con rangos adecuados evitando la adición de otra materia durante el proceso (Fallas, 2016).

Los materiales orgánicos compostables son: restos de cosechas, plantas, ramas de podas, hojas de árboles, hierba segada, pasto, estiércol ovino, bovino, porcino y caprino, restos de cocina, frutas y hortalizas, cascara de fruta, serrín (Román, Martínez, y Pantoja, 2013).

### 2.2.6. Sistemas de Compostaje

A mediados del siglo XX el primer sistema de compostaje fue de forma estática en grandes hileras y realizando volteos periódicos para un proceso aerobio, posterior el compostaje tomo importancia y se ha convertido en un proceso industrial con el cual se evolucionan los procesos, técnicas y tecnologías como birreactores cerrados, controlados o automatizados (Docampo, 2013).

Los sistemas de compostaje en forma general se dividen en dos grupos: los sistemas abiertos que son desarrollados al aire libre o en locales parcialmente cerrados y los sistemas cerrados donde se logra un control efectivo de los procesos y se realiza en reactores, en ambos casos se facilita el control y optimización de los parámetros físicos y químicos obteniendo un producto de buena calidad.

- **Sistemas abiertos**

Este sistema permite el control del oxígeno, humedad y temperatura, representa un costo y espacio mínimo.

- **Compostaje en pilas estáticas con aireación natural.**

El sistema más antiguo donde se dispone pilas de una altura reducida 1.5m y no se mueve durante todo el proceso de compostaje, la aireación que recibe es natural a través de los espacios del material.

- **Compostaje en pilas estáticas con ventilación forzada.**

Este sistema de compostaje de ventilación se realiza con la inyección de aire mediante sistemas alternantes que se da por tuberías perforadas asegurando la entrada del oxígeno y la salida de CO<sub>2</sub>.

Se tiene 2 métodos: Belville, para el compostaje de lodos, y Rutgers donde también se controla la temperatura garantizando una buena estabilidad del producto.

- **Compostaje en pilas por volteo.**

Es el sistema más utilizado por ser simple, la oxigenación de la pila se hace periódicamente mediante volteo manual o mecánico, se puede manejar alturas de hasta 2.5m (Negro, y otros, 2000).

- **Sistemas cerrados**

Estos sistemas son industriales y generalmente se lleva a cabo en reactores que son verticales u horizontales, se tiene en cuenta no todo el por eso se lleva a cabo en el reactor ya en la fase de maduración se coloca en naves o al aire libre, estos sistemas tienen un costo superior a los anteriores pero los tiempos son más cortos y un espacio mínimo. Los fermentadores verticales operan de forma continua y discontinua con un volumen de hasta 3000m<sup>3</sup>, es un cilindro de 4 – 10m de altura aislado térmicamente con un sistema de aireación (Negro, y otros, 2000).

### **2.2.7. Beneficios del compost**

Existen diversos beneficios que se aplica al realizar compostaje, beneficia al medio ambiente, suelo y la economía.

Según Docampo (2013), el compost mejora de suelo al adicionar materia orgánica por medio del compost, incrementa la fertilidad y producción, retiene el agua, facilita el desarrollo radicular se da una disminución de empleo de fertilizantes. Mediante la reducción y transformación de la materia orgánica se previene la contaminación, ayuda con la depuración del aire, debido a los cambios de temperatura se elimina microorganismos patógenos y semillas de malas hierbas.

## **3. Diseño del proyecto**

### **3.1. Metodología del proyecto**

El presente proyecto se deberá a tres objetivos que se los detalla a continuación:

#### **3.1.1. Metodología para el cumplimiento del objetivo específico 1**

*(Caracterizar y determinar la calidad de los residuos vegetales generados en la granja el Romeral de la Universidad de Cuenca.)*

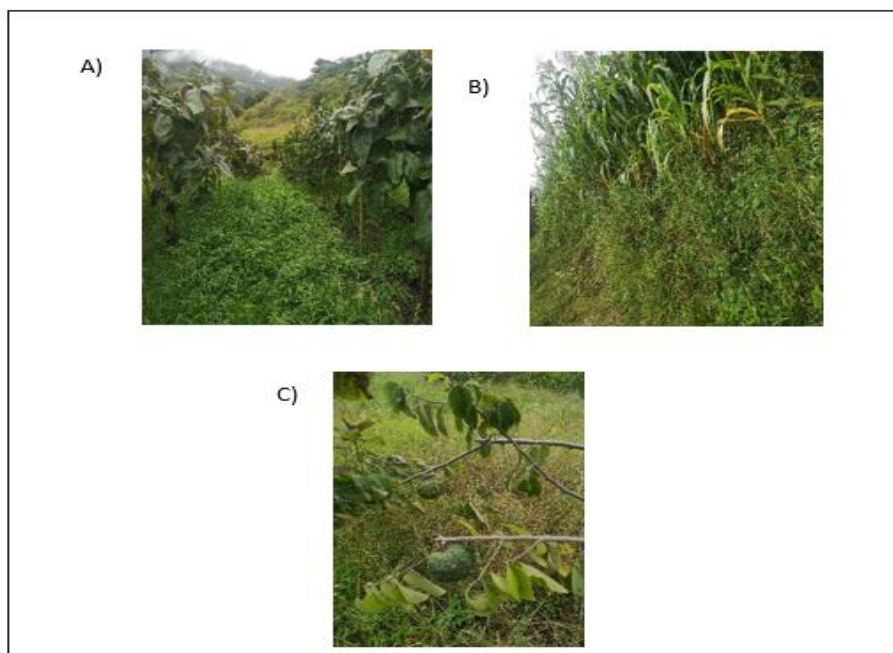
Para el desarrollo de este objetivo y establecer el proceso de compostaje se requiere la selección de los materiales teniendo en cuenta diversas características de la materia orgánica como se menciona en (Oviedo, Marmolejo, y Torres, 2017). La calidad del material con una relación favorable de C/N, humedad, temperatura, disposición del material en cantidades apropiadas para la instalación, tener un costo mínimo de operación y la facilidad de manejo, y la cercanía del material para su traslado y recolección, constituyen aspectos trascendentales.

### **3.1.1.1. Lugar de establecimiento del Proyecto**

El estudio se realizó en la granja “El Romeral” perteneciente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Cuenca. Actualmente con una superficie de 29,4ha (González, 2019). Ubicada en el km 10 de la vía Paute – Guachapala y a 45 km de la ciudad de Cuenca (Díaz, 2010), se encuentra a 2220 metros sobre el nivel del mar (msnm) y presenta una temperatura media de 16 °C. Los niveles de precipitaciones mensuales oscilan entre los 77 y 99 mm mientras que la humedad ambiental relativa se encuentra en 79% (González, 2019). Este proyecto planteó establecer actividades de reciclaje de materia orgánica, de residuos vegetales y demás materia prima potencialmente utilizable que se genera en la granja El Romeral. Posteriormente, se ejecutaron acciones de acondicionamiento del área de estudio destinada a la investigación y ejecución del proyecto.

### **3.1.1.2. Identificación de las zonas de producción de material orgánico**

En la granja el Romeral de la Universidad de Cuenca las zonas de producción de residuos orgánicos son las áreas de cultivos de frutales como manzana Ana (*Malus domestica*), en este cultivo se produce residuos de las podas, residuos de frutas, hojas a causa de la dormancia de la plantas además de césped que se poda. En el cultivo de tomate de árbol (*Solanum betaceum*) se produce residuos de fruta, hojas secas, y poda de césped que se realiza en promedio de 2 meses cada poda. Entre cultivos temporales se tienen hortalizas, maíz (*Zea mays*) donde se generan residuos como hojas verdes. En la granja existen otros cultivos como café (*Coffea arabica*), chirimoya (*Annona cherimola*), aguacate (*Persea americana*), durazno (*Prunus pérsica*), de estas áreas de cultivos se produce residuos de podas de planta y césped y frutos.



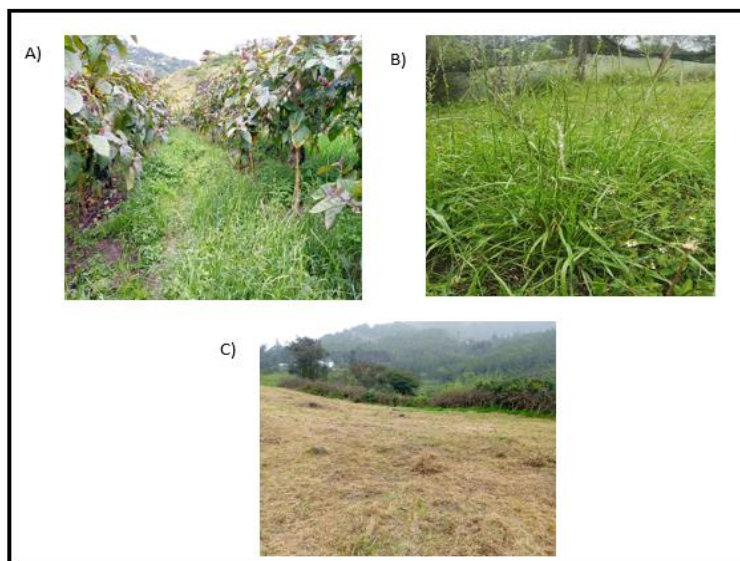
**Figura 2.** Áreas de producción de residuos. A) Cultivo de *Solanum betaceum* (Tomate de árbol), B) cultivo de *Zea mays* (maíz), C) cultivo de *Annona cherimola* (chirimoya).

**Elaborado por:** Grupo de trabajo, 2023

### 3.1.1.3. Caracterización de los residuos vegetales

Para la ejecución de este proyecto se evaluó las características del material residual pasto verde o césped y pasto semi húmedo. Teniendo en cuenta los materiales orgánicos para compostaje dentro de la granja se realiza la caracterización en base a la relación C/N, los materiales con una relación alta de C/N son aquellos materiales semi húmedos y duros como tamo de cereales, pajas, serrín, madera y los materiales con una relación carbono baja son materiales de maleza verde, desechos de cocina, estiércol (Yugsi, 2011).

Como se muestra en la Tabla 2, los materiales que se disponen en la granja el Romeral de la Universidad de Cuenca se han clasificado en base a la relación C/N para el proyecto se empleó material orgánico pasto verde con una relación C/N de 20, con una clasificación baja, y pajas (pasto semi húmedo) con una relación C/N de 80 con una clasificación alta. Por lo tanto el material orgánico con un valor alto su descomposición suele ser más lento por tener un bajo contenido de humedad y carbonos y se da una baja producción de olores, en el caso de los materiales clasificados como bajos tiene una descomposición más rápida en algunos casos requiere enmiendas por el alto contenido de humedad en los materiales, se genera olores fuertes requiriendo mayor aireación (Negro, y otros, 2000).



**Figura 3.** Material para compostaje A) Espacio con el material verde, B) Pasto verde para el compostaje (*Lolium perenne*), C) Pasto semi húmedo para el compostaje.

**Elaborado por:** Grupo de trabajo, 2023

**Tabla 2.** Relación C/N de materia orgánica en la granja El Romeral

Material Orgánico	Relación C/N	Clasificación
<b>Pasto Verde(Malezas)</b>	<b>20</b>	<b>Bajo</b>
Residuos de frutas	40	Bajo
Residuos vegetales(hortalizas)	11 - 13	Bajo
<b>Pajas (Pasto semi húmedo)</b>	<b>80</b>	<b>Alto</b>
Maderas (astillas)	560	Alto
Hojas secas	54	Alto
Podas de arboles	100	Alto

(Rynk, y otros, 1992) **en** (Negro, y otros, 2000) **y** (Contardi y De Errasti, 2012)

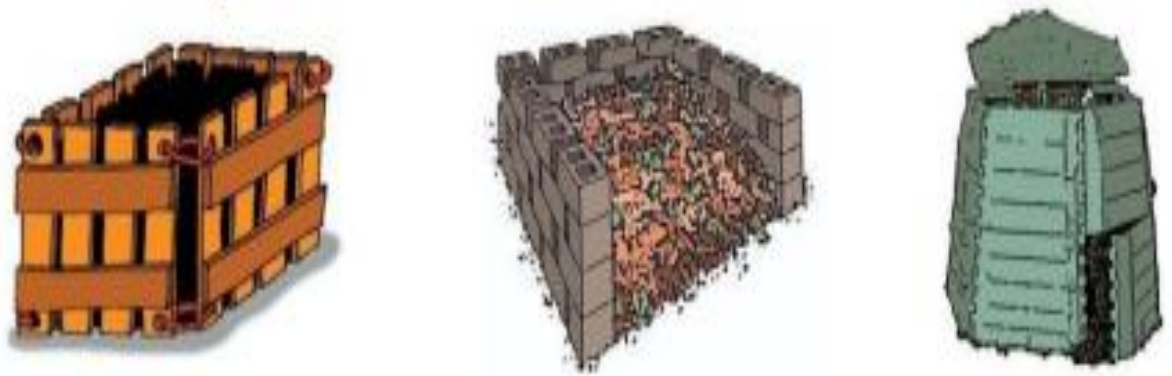
**Elaborado por:** Grupo de trabajo, 2023

### 3.1.2. Metodología para el cumplimiento del objetivo específico 2

(Analizar las alternativas de las técnicas de compostaje viables a implementar).

Para la gestión de los residuos orgánicos se incrementado el interés de tener información de calidad con respecto a la práctica e insumos necesarios para el desarrollo del compostaje, en la actualidad existen diversos modelos para la producción de composteras accesibles y funcionales. La compostera es el espacio donde se da la transformación de los restos de

materia orgánica en compost. Los materiales con los que se puede realizar una compostera son madera (tabla, tablonés, pallets), malla, tanques, bloque (Kicillof, Bianco, y Brardinelli, 2020). La compostera debe ser situada en un lugar protegido para evitar variaciones bruscas de temperatura y humedad que se presentan en el ambiente.

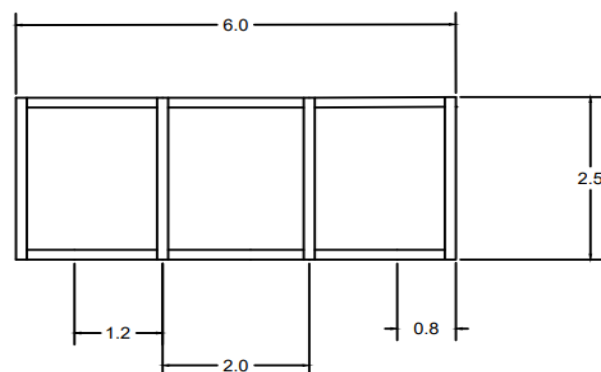


**Figura 4.** Estilos de composteras

**Elaborado por:** Grupo de trabajo, 2023

### 3.1.2.1. Diseño de la compostera

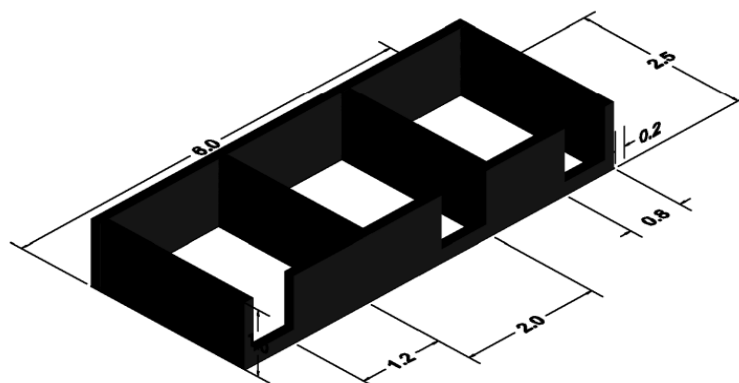
Para este proyecto queriendo dar mayor representación a nuestro trabajo técnico se realiza una construcción de composteras en material de bloque con tres espacios. En la Figura 5, se muestra una visión ortogonal de la compostera y en la Figura 6 se muestra una visión frontal, con área de construcción de  $15\text{m}^2$ .



**Figura 5.** Vista Ortogonal de la Compostera

**Elaborado por:** Grupo de trabajo, 2023





**Figura 6.** Vista frontal de la Compostera

**Elaborado por:** Grupo de trabajo, 2023

### 3.1.2.2. Construcción de infraestructura

En este proceso se realizaron diferentes actividades ya que la misma se construiría bajo un área pre construida, se empezó con la ubicación y adecuación del espacio donde se realizó la construcción, iniciando con la delimitación del espacio y posteriormente con la construcción de la compostera. La misma tiene tres espacios para la producción del compost, cada espacio tiene un área 5m<sup>2</sup> por 1m de altura.

### 3.1.2.3. Presupuesto de materiales

Para el desarrollo del proyecto se han considerado los siguientes costos totales de los materiales para su implementación.

**Tabla 3.** Costo de Materiales

Descripción	Unidad	Cantidad	Valor U (\$)	Valor Total (\$)
Transporte	unidad	1	\$ 4,00	\$ 4,00
Bloque 12x40 cm	unidad	280	\$ 0,45	\$ 126,00
Cemento	unidad	8	\$ 8,20	\$ 65,60
Arena Gruesa	m <sup>3</sup>	1,4	\$ 22,00	\$ 30,80
Arena Fina	m <sup>3</sup>	1	\$ 25,00	\$ 25,00
Esponjas de enlucir	unidad	3	\$ 0,45	\$ 1,35
Jornal	Día	4	\$ 20,00	\$ 80,00



Total				\$ 348,05
-------	--	--	--	-----------

Elaborado por: Grupo de trabajo, 2023

### ***Materiales utilizados durante este proceso***

- Bloque 12\*40 cm
- Cemento
- Arena gruesa
- Arena fina
- Esponjas de enlucir



**Figura 7.** Implementación de la compostera A) Delimitación del espacio B) Construcción de la compostera

Elaborado por: Grupo de trabajo, 2023

### **3.1.3. Metodología para el cumplimiento del objetivo específico 3**

*(Identificar las características físico-químicas del compost producido en el proyecto).*

Al obtener el compost tenemos un producto orgánico con un valor alto agro biológico, al ser aplicado al suelo de cultivos se puede evidenciar un cambio, por lo tanto para la obtención del producto los materiales pasan por un proceso de descomposición biológica aerobia con una variación de temperatura y humedad con estos parámetros se logra una estabilización del material y posterior la maduración y esto se ve reflejado en una respuesta vegetal al ser aplicado en las plantas (Iglesias, 2014).

En el compost se pueden identificar características físicas como el olor, un compost maduro no genera olores desagradables, o se tiene un olor a tierra húmeda. En cuanto al color se debe de tener un color oscuro a temperatura ambiente y no debe variar al ser almacenado

(Negro, y otros, 2000). Características químicas como el pH, debe encontrarse entre valores de 7 – 8 (alcalino) ya que si se tiene valores menores indica que el proceso tuvo procesos anaerobios o que el material aún no está maduro (Venegas, Lemon, Trinidad, Gavi, y Sanchez, 2005).

Entre las características químicas del compost tenemos el contenido de los nutrientes como nitrógeno, fósforo, y potasio, la disponibilidad de nutrientes en la composta varía de acuerdo con los materiales de origen. En la Tabla 3 se muestran valores referenciales de los nutrientes.

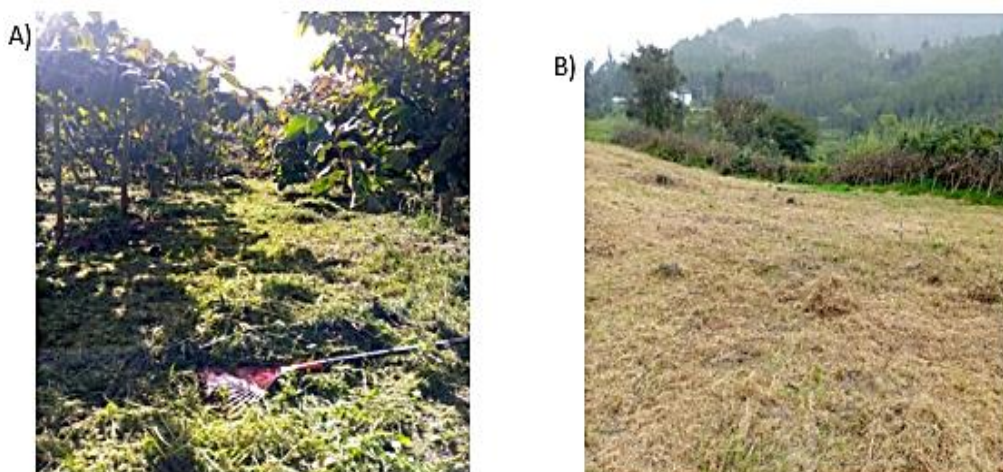
**Tabla 4.** Contenido de N, P, K en el compost

Nutriente	% en compost
Nitrógeno	0.3 – 1.5%
Fósforo	0.1 – 1.0%
Potasio	0.3 – 1.0%

**Fuente:** (Román, Martínez, y Pantoja, 2013)

### 3.1.3.1. Material para el compostaje

Los residuos orgánicos empleados para la producción de compost son material verde compuesto por una mezcla de malezas y pasto en estado vegetativo y material semi húmedo considerado como paja. Este material se obtiene del espacio del cultivo de tomate de árbol de la granja el Romeral, se realiza el corte del pasto, en el caso del material semi húmedo el pasto se expone a deshidratación por exposición solar durante 3 días.



**Figura 8.** Material orgánico para compostar. A) Material verde cortado en zona de cultivos, B) Material orgánico en secado por exposición solar

Elaborado por: Grupo de trabajo, 2023

### 3.1.3.2. Recolección y apilamiento de material orgánico

El material orgánico se procede a recolectar y trasladar hacia la compostera en costales, se emplea dos cubículos de la compostera, donde se coloca el material verde y el material semi húmedo respectivamente, se coloca en forma de pilas con una altura aproximada de 1m, donde se procede a colocar un plástico para cubrir las pilas y mantener la temperatura. Con el apilamiento del material se da inicio con el proceso de compostaje en donde se realizarán diversas actividades hasta obtener el producto final.



**Figura 9.** Recolección y apilamiento de material orgánico. A) Recolección de material orgánico en costales, B) Traslado del material orgánico hacia las composteras.

Elaborado por: Grupo de trabajo, 2023

### 3.1.3.3. Fermentación y volteo de compost

Colocado el material en los cubículos se da inicio al proceso de compostaje, durante 20 semanas se realiza el volteo del compost una vez por semana, con este proceso se logra el intercambio de oxígeno (aireación) necesario para la variación de temperatura. En el cubículo de materia verde se tuvo un exceso de humedad donde se realizó una corrección aplicando material rico en carbono como cascarilla de arroz, en el caso de la materia seca se desarrolló con normalidad, las pilas estaban cubiertas por un plástico negro con el objetivo de mantener la temperatura en la fase termófila y de esta manera generar una desintegración completa de los materiales por medio de la actividad de los microorganismos.



**Figura 10.** Proceso de compostaje. A) Exceso de humedad en el material verde, B) Remediación aplicada al material verde (tamo de arroz), C) Material verde compostado semana 8, D) Material semi húmedo compostado semana 8.

**Elaborado por:** Grupo de trabajo, 2023

#### 3.1.3.4. Toma de muestra para análisis químico del compost

Transcurrido 12 semanas de volteo se procede a recolectar el compost producido, se selecciona 1kg de compost de cada material para evaluar el contenido de nutrientes N, P, K, y pH, el material recogido se hace una tamizada para separar algunos materiales que no se han desintegrado completamente.

#### 3.1.3.5. Costos de producción

Para el desarrollo del proyecto se han considerado los siguientes costos de producción, para considerar el costo del compost en producción neta.

**Tabla 5.** Costos de Producción del compost

Descripción	Unidad	Cantidad	Valor U (\$)	Valor Total (\$)
Recolección de residuos	hora	23	\$ 2,65	\$ 60,95
Apilamiento en composteras	hora	3	\$ 2,65	\$ 7,95
Volteo de material	hora	12	\$ 2,65	\$ 31.80
Total				\$ 100.70

**Elaborado por:** Grupo de trabajo, 2023



## 4. Resultados

### 4.1. Resultados del objetivo específico 1

*(Caracterizar y determinar la calidad de los residuos vegetales generados en la granja el Romeral de la Universidad de Cuenca)*

Para la caracterización y determinación de la calidad de los residuos se desarrollaron actividades de desbroce del material orgánico (pasto) en un área de 3665 m<sup>2</sup>, mismo que posteriormente nos permitió obtener un peso total de 286.45 Kg de material. A esta masa de materia orgánica generada e identificada como la de mayor frecuencia en la granja, se le determinó la relación carbono nitrógeno, la misma que permitirá caracterizar los materiales en la granja el Romeral en niveles de baja o alta relación C/N.

Los materiales con relación C/N bajo son: pasto verde (malezas) 20 C/N, residuos de frutas 40 C/N, residuos vegetales (hortalizas) 12 C/N, podas de árboles 16 C/N, teniendo un proceso acelerado de descomposición para el proceso de compostaje. Los materiales con relación C/N alto son: pajas (pasto semi húmedo) 80 C/N, maderas (astillas) 560 C/N, hojas secas 54 C/N con una descomposición lenta (Rynk, y otros, 1992) en (Negro, y otros, 2000) y (Contardi y De Errasti, 2012)



**Figura 11.** Material para descomposición. A) Cultivo de tomate de árbol B) Material orgánico cortado C) Materia verde recolectado, D) Materia seca recolectado

Elaborado por: Grupo de trabajo, 2023

#### 4.2. Resultados del objetivo específico 2

(Analizar las alternativas de las técnicas de compostaje viables a implementar)

En este proceso se empleó dos alternativas para el proceso de compostaje fundamentadas en el tipo de material orgánico disponible, se usó malezas y pastos verdes, para esa alternativa también podemos emplear materiales como residuos de cocina, deshechos de frutas, residuos de hortalizas, como una segunda alternativa para el compostaje se emplea pasto seco y hojas secas, también pudiendo emplearse materiales como residuos de madera y pajas; a esta alternativa se anexa la concentración C/N, en este proyecto se identifica dos alternativas con material verde con una concentración C/N (20) baja y el material seco con una concentración de C/N (80) alto.

Analizando los sistemas de producción de compostaje para el desarrollo del proyecto se aplicó en un sistema abierto, este sistema tiene dos alternativas, el sistema de compostaje en pilas estáticas con aireación natural donde el mismo sistema se encarga de la aireación siendo un proceso lento y el sistema de compostaje en pilas por volteo de forma manual se realiza la oxigenación de la pila acelerando el proceso de descomposición. En ambos casos se puede poner a descomponer grandes cantidades de material, para este proyecto el peso del material empleado con material verde es de 145.30kg de material orgánico y el material seco con 141.15kg; se debe tener en cuenta que la mano de obra para el volteo y el área para el proceso de compostaje es proporcional a la cantidad de material orgánico para descomponer.

Las composteras se puede construir con materiales que se tenga a disposición como madera (tabla, tablones, pallets), malla, tanques, bloque sin embargo se debe de tener en cuenta la durabilidad de los mismos ya que estos pueden ser provisionales o permanentes. En este proyecto se estableció una construcción permanente de bloque donde se tiene una compostera con tres espacios para la descomposición de residuos vegetales que se genera en la granja el Romeral, esto se ubicó en el bloque G (Área de preparación de abonos). Cada cubículo de la compostera tiene un área de 5m<sup>3</sup> donde se puede realizar el apilamiento de material y volteo manual para obtener un abono orgánico estable.



**Figura 12.** Compostera con 3 espacios

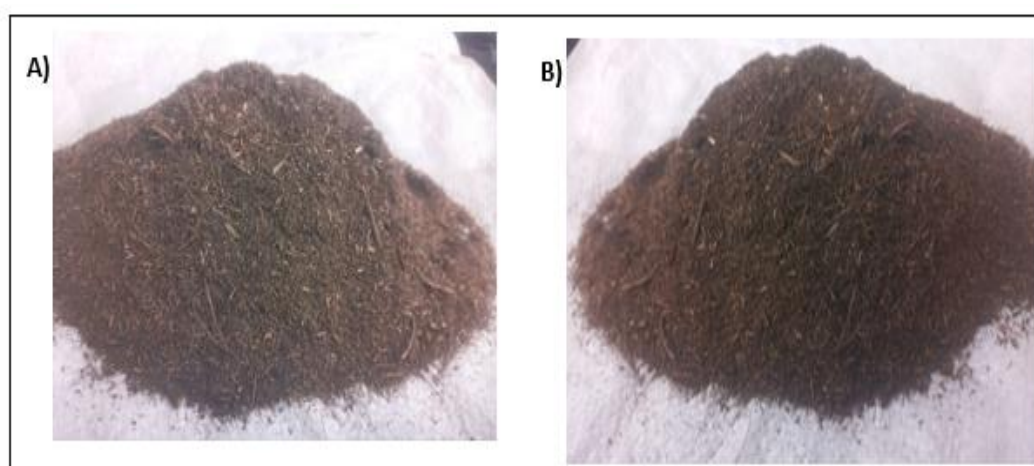
**Elaborado por:** Grupo de trabajo, 2023

#### **4.3. Resultados del objetivo específico 3**

*(Identificar las características físico-químicas del compost producido en el proyecto).*

##### **4.3.1. Características físicas**

Las características físicas del compost son el color, como resultado tenemos un compost con un color oscuro semejante al color de un suelo, con una temperatura constante similar a la ambiental ( $28\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2$ ), en el tamaño de la partícula se identificó como arenoso grueso y con un olor ligeramente suave.



**Figura 13.** Compost. A) Compost de material verde, B) Compost de material semi húmedo

Elaborado por: Grupo de trabajo, 2023

#### 4.3.2. Características químicas

El compost obtenido durante el desarrollo del trabajo experimental fue analizado. Parámetros tales como: pH, Nitrógeno, Fosforo y Potasio, se muestran en la Tabla 5. En la misma se presentan dos muestras identificadas como CS-01 (material compostado a partir de residuos orgánicos semi húmedos) y CH-01 (material compostado a partir de residuos orgánicos verdes).

**Tabla 6.** Características químicas del compost producido a partir de dos diferentes de tipos de muestras.

Identificación	pH	N	P	K	Ca	Mg
CS-01	8.2 Me. Al	11.00 B	359.00 A	103.00 A	18.70 A	8.77 A
CH-01	9.9 Al	58.80 A	361.00 A	92.80 A	16.40 A	11.70 A

Me. Al = Medio Alcalino, Al = Alcalino, B = Bajo, A = Alto

Elaborado por: Grupo de trabajo, 2023

En relación con la evaluación de macronutrientes (N, P, K), y su posterior comparación con referencias nutricionales pudo constatar en ambas muestras lo siguiente, ver Tabla 5.

La muestra CS-01 presentó **N** (11.00 ppm) con una concentración bajo, **P** (359.00 ppm) con una concentración alto y **K** (103.00 ppm) con una concentración alto.

La muestra CH-01 presentó **N** (58.80 ppm) con una concentración alto, **P** (361.00 ppm) con una concentración alto y **K** (92.80 ppm) con una concentración alto.

Teniendo en cuenta estos valores el abono producido es rico en macronutrientes, pero en el caso del N en la muestra CS-01 tiene un valor bajo a comparación con la muestra CH – 01 que tiene un valor alto, esta variación demuestra el material empleado en el proceso.

En el caso del potencial del pH: CS-01 muestra un valor de 8.2 con una interpretación de Medio Alto y CH-01 con un valor de 9.9 con una interpretación de Alto, indicando un buen proceso de descomposición. Esto debido a que un compost con un valor de pH alcalino es idóneo para aplicar a cultivos e indica un compost maduro. Según lo mencionado por Iglesias (2014), un compost inmaduro puede desencadenar diferentes efectos perjudiciales en el suelo como en la planta, como, por ejemplo, producción de compuestos fitotóxicos.



#### 4.3.3. Pesado y empaquetado de material orgánico

Trascurrido los 150 días (5 meses) se procede al empaquetado y al pesado del mismo. Se procede a recopilar en sacos, obteniendo como resultado final con un peso de 25 kilos (55 libras) de material orgánico verde descompuesto (CH – 01). El resultado final en peso es de 40 kilos (88 libras) de material semi húmedo descompuesto (CS – 01). Teniendo como resultado final de 65 kilos de compost.



**Figura 14.** Almacenamiento de compost

**Elaborado por:** Grupo de trabajo, 2023

## 5. Conclusiones

En el presente estudio y posteriormente a la evaluación de la calidad de los residuos y posibilidades de compostaje, como alternativa para la elaboración de Compost pueden arribarse a las siguientes conclusiones.

- Los residuos orgánicos que genera la granja el Romeral fueron identificados para la caracterización en base al contenido de carbono-nitrógeno C/N. Identificando dos grupos: 1ro con concentración alta de C/N (pasto semi húmedo) y 2do con concentración baja (pasto verde).
- El periodo de descomposición del material orgánico para los dos grupos se llevó acabo en 150 días.
- El sistema abierto en pila por volteo, permite el control del oxígeno, humedad, temperatura, representando un costo y espacio mínimo y acelerando el proceso de descomposición.

- El proceso de compostaje del material verde genera mayor humedad, y requiere compensación de materiales altos en C, y el producto final tiene un color oscuro parecido al suelo.
- La descomposición del material semi húmedo en el proceso de compostaje se desarrolla de forma normal por tener un balance adecuado de C/N.
- El proceso de descomposición (compostaje) obtuvo un producto con características físico-químicas favorables para suelos y cultivos, en base a análisis químicos.
- En la granja el Romeral es viable la implementación de un sistema de compostaje abierto debido a su ubicación y recursos, ya que un sistema cerrado exige procesos industriales generando altos costos en producción.

## 6. Recomendaciones

Finalmente, luego de plantear las conclusiones y analizar posibles investigaciones futuras se presentan las siguientes recomendaciones.

- Seleccionar materiales orgánicos caracterizados en volúmenes semejantes en relación C/N (alto y bajo). Propiciando así, una correcta descomposición, manteniendo una relación directa con las fases de descomposición para obtener una producción constante de compost en la granja.
- Aplicar en la granja El Romeral, el sistema abierto en pila por volteo por ser un sistema que no demanda altos costos de producción ya que se dispone del espacio para el proceso de descomposición de los residuos vegetales.
- Para establecer un adecuado proceso de fertilización con abonos orgánicos sólidos y líquidos que se genere en la granja a partir de otros residuos orgánicos realizar análisis físico y químico.

## Referencias

- Barrena, R. (2006). Compostaje de residuos sólidos orgánicos. Aplicación de técnicas respirométricas en el seguimiento del proceso. *Memoria de tesis. Universitat Autònoma de Barcelona*.
- Campos, R., Brenes, L., y Jiménez, M. (2016). Evaluación técnica de dos métodos de compostaje para el tratamiento de residuos sólidos biodegradables domiciliarios y su uso en huertas caseras. *Tecnología en Marcha. Encuentro de Investigación y Extensión*, 25-32.
- Carvalho, A., y Casas, L. (2022). Compostaje y biodigestores como solución al problema de los residuos orgánicos en el medio rural. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 990-1013.
- Céspedes, C. (2004). Bases técnicas para la producción de Compost. *TierraAdentro*, 38-41.
- Contardi, L., y De Errasti, A. (2012). Evolución de la temperatura en pilas de compostaje de residuos agroforestales. *VII Congreso de Medio Ambiente /AUGM*.
- Díaz, L. (2010). Estudio de impacto ambiental producido en la granja agrícola “El. *Obtenido de UNIVERSIDAD DE CUENCA: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/2592/1/tm4365.pdf>*.
- Docampo, R. (2013). Compostaje y Compost. *Revista INIA*, 63-67.
- Fallas, D. (2016). Caracterización del proceso de compostaje y aprovechamiento del calor generado en un reactor bajo aireación forzada. *Tesis de grado. Universidad de Costa Rica*.
- Garro, J. (2016). *El suelo y los abonos orgánicos*. San Jose C.R.: Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria.
- González, J. (2019). UNIVERSIDAD DE CUENCA Facultad de Ciencias Químicas Carrera de Ingeniería Ambiental “Evaluación de la sostenibilidad e impacto en la nutrición sostenible de la granja agrícola “El Romeral” de la Universidad de Cuenca”.
- Iglesias, E. (2014). *Aspectos físico-químicos, bioquímicos y microbiológicos del proceso de compostaje. Evaluación de la calidad*. Salamanca: Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Salamanca.

- Kicillof, A., Bianco, C., y Brardinelli, J. (2020). *Catálogo de diseños y construcción de composteras*. Buenos Aires: Organismo Provincial para el Desarrollo Sostenible.
- Laos, F. (2003). Compostaje de residuos orgánicos de actividades productivas y urbanas en la región Andino-Patagónica: determinación de índices de madurez para su utilización agronómica. (*Tesis doctoral*). *Universidad Nacional de Comahue, Argentina*.
- López, E., Andrade, A., Herrera, M., Gonzalez, O., y García de la Figal, A. (2017). Propiedades de un compost obtenido a partir de residuos de la producción de azúcar de caña. *Centro Agrícola vol.44 no.3*, 49-55.
- Negro, M., Villa, F., Aibar, J., Aracón, R., Ciria, P., Cristóbal, M., Zaragoza, C. (2000). Producción y Gestión del Compost. *CIEMAT*, 1-31.
- Oviedo, E., Marmolejo, L., & Torres, P. (2017). Avances en investigación sobre el compostaje de biorresiduos en municipios menores de países en . Lecciones desde Colombia. *Ingeniería. Investigación y Tecnología*, vol. XVIII, núm. 1, 31-42.
- Rodriguez, M. (2009). *Manual de Compostaje*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, V.A. Impresores, S.A.
- Rojas, F., y Zeledón, E. (2017). *Efecto de diferentes residuos de origen vegetal y animal, en algunas características física, química y biológica del compost*. *Hacienda las Mercedes*. Managua.
- Román, P., Martínez, M., y Pantoja, A. (2013). *Manual de Compostaje del Agricultor. Experiencias de América Latina (FAO)*. Santiago de Chile.
- Rynk, R., Van de Kamp, G., Singley, T., Richard, J., Kolega, F., Gouin, L., Brinton, W. (1992). On- farm composting handbook. *Northeast Regional Agricultural Engineering Service, Ithaca, N.Y.*
- Vargas, O., Trujillo, J., y Torres, M. (2019). El compostaje, una alternativa para el aprovechamiento de residuos orgánicos en las centrales de abastecimiento . *ORINOQUIA*, 123-129.
- Venegas, J., Lemon, J., Trinidad, A., Gavi, F., y Sanchez, P. (2005). Análisis químico de compost y efecto de su adición sobre la producción de biomasa en zarzamora. *Terra Latinoamericana*, vol. 23, núm. 3, 285-292.
- Yugsi, L. (2011). Elaboración y usos de abonos orgánicos. Módulo V. Módulo de Capacitación para Capacitadores. *Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias INIAP. Quito - Ecuador*.

## Anexos

### Anexo A. Fotos de Área de Compostaje.

**Foto 1.1. Espacio delimitado para la construcción**



**Foto 1.2. Construcción de compostera con bloque**



**Foto 1.3. Compostera construída**





## Anexo B. Fotos de Plantas o Cultivos (matéria prima a compostar)

**Foto 2.1. Área de cultivo Tomate de árbol**



**Foto 2.2. Área a cortar**



**Foto 2.3. Corte de material orgánico**



**Foto 2.4. Recolección y transporte**



**Anexo C. Preparación y desarrollo del Proceso de Compostaje**

**Foto 3.1. Pesado del material orgánico verde y semi húmedo**



**Foto 3.2. Colocación en los cubículos Material verde**



**Foto 3.3. Colocación en los cubículos Material semi húmedo**



**Foto 3.4. Volteo del material cubículo 1(verde)**





**Foto 3.5. Volteo del material cubículo 2**



**Foto 3.6. Volteo del material cubículo 1**



**Foto 3.7. Volteo del material cubículo 2**



**Foto 3.8. Volteo del material cubículo 1**





**Foto 3.9. Volteo del material cubículo 2**



**Foto 3.10. Volteo del material cubículo 1**



**Foto 3.11. Volteo del material cubículo 2**



**Foto 3.12. Volteo del material cubículo 1**



**Foto 3.13. Volteo del material cubículo 2**



**Foto 3.14. Volteo del material cubículo 1**





**Foto 3.15. Volteo del material cubículo 2**



**Foto 3.16. Volteo del material cubículo 1**



**Foto 3.17. Volteo del material cubículo 2**



**Foto 3.18. Volteo del material cubículo 1**



**Foto 3.19. Recolección del compost 2**



**Foto 3.20. Recolección del compost 1**








Foto 3.21. Almacenamiento de compost




## Anexo D. Informes Test Compost

## Informe 1. Análisis (CS-01 y CH-01)


	<b>ESTACION EXPERIMENTAL DEL AUSTRO</b> <b>LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS</b> km 12 1/2 via El Descanso - BULLCAY - Gualaceo www@iniap.gob.ec Azuay - Ecuador TeleFax: (07) 2171161																																																																	
<b>INFORME DE ANALISIS</b>																																																																		
DATOS DEL PROPIETARIO	DATOS DE LA PROPIEDAD	DATOS DE LA MUESTRA																																																																
Nombre : Jessica Ayabaca Dirección : Gualaceo Ciudad : GUACHAPALA Teléfono : 0967038358 Técnico : Correo-e : N/E	Nombre : Provincia : AZUAY Parroquia : GUACHAPALA Ubicación : N/E Latitud : Longitud :	Fecha Muestreo : 27/10/2023 Fecha Ingreso : 09/11/2023 Fecha Emisión : 10/11/2023 Cultivo Actual : Ninguno																																																																
Nº Laborat.	Identificación del Lote	pH																																																																
7826	CS-01	8.2 MeAl																																																																
7827	CH-01	9.9 Al																																																																
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">ppm</th> <th colspan="2">meq/100mL</th> <th colspan="4">ppm</th> <th colspan="2">meq/100mL</th> <th colspan="2">Ca/Mg</th> <th colspan="2">Mg/K</th> <th colspan="2">(Ca+Mg)/K</th> </tr> <tr> <th>N</th> <th>P</th> <th>K</th> <th>Ca</th> <th>Mg</th> <th>Zn</th> <th>Cu</th> <th>Fe</th> <th>Mn</th> <th>Σ Bases</th> <th>Ca/Mg</th> <th>Mg/K</th> <th>(Ca+Mg)/K</th> <th>B</th> <th>B</th> <th>B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>11.00 B</td> <td>359.00A</td> <td>103.00 A</td> <td>18.70 A</td> <td>8.77 A</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>130.47</td> <td>2.13 M</td> <td>0.09 B</td> <td>0.27 B</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>58.80 A</td> <td>361.00A</td> <td>92.80 A</td> <td>16.40 A</td> <td>11.70 A</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>120.90</td> <td>1.40 B</td> <td>0.13 B</td> <td>0.30 B</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			ppm		meq/100mL		ppm				meq/100mL		Ca/Mg		Mg/K		(Ca+Mg)/K		N	P	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	Σ Bases	Ca/Mg	Mg/K	(Ca+Mg)/K	B	B	B	11.00 B	359.00A	103.00 A	18.70 A	8.77 A					130.47	2.13 M	0.09 B	0.27 B				58.80 A	361.00A	92.80 A	16.40 A	11.70 A					120.90	1.40 B	0.13 B	0.30 B			
ppm		meq/100mL		ppm				meq/100mL		Ca/Mg		Mg/K		(Ca+Mg)/K																																																				
N	P	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	Σ Bases	Ca/Mg	Mg/K	(Ca+Mg)/K	B	B	B																																																			
11.00 B	359.00A	103.00 A	18.70 A	8.77 A					130.47	2.13 M	0.09 B	0.27 B																																																						
58.80 A	361.00A	92.80 A	16.40 A	11.70 A					120.90	1.40 B	0.13 B	0.30 B																																																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4">Interpretación</th> </tr> <tr> <th>N, P, K, Ca, Mg, S</th> <th>Zn, Cu, Fe, Mn, B, Cl</th> <th>MAC</th> <th>pH</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>B = Bajo</td> <td></td> <td>MAC = Muy Acido</td> <td>N = Neutro</td> </tr> <tr> <td>M = Medio</td> <td></td> <td>Ac = Acido</td> <td>LAI = Lig. Alcalino</td> </tr> <tr> <td>A = Alto</td> <td></td> <td>MeAc = Med. Acido</td> <td>MeAl = Med. Alcalino</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>LAC = Lig. Acido</td> <td>Al = Alcalino</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>PN = Fric. Neutro</td> <td>RC = Requiere Cal</td> </tr> </tbody> </table>																Interpretación				N, P, K, Ca, Mg, S	Zn, Cu, Fe, Mn, B, Cl	MAC	pH	B = Bajo		MAC = Muy Acido	N = Neutro	M = Medio		Ac = Acido	LAI = Lig. Alcalino	A = Alto		MeAc = Med. Acido	MeAl = Med. Alcalino			LAC = Lig. Acido	Al = Alcalino			PN = Fric. Neutro	RC = Requiere Cal																							
Interpretación																																																																		
N, P, K, Ca, Mg, S	Zn, Cu, Fe, Mn, B, Cl	MAC	pH																																																															
B = Bajo		MAC = Muy Acido	N = Neutro																																																															
M = Medio		Ac = Acido	LAI = Lig. Alcalino																																																															
A = Alto		MeAc = Med. Acido	MeAl = Med. Alcalino																																																															
		LAC = Lig. Acido	Al = Alcalino																																																															
		PN = Fric. Neutro	RC = Requiere Cal																																																															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Determinación</th> <th>Metodología</th> <th>Extracción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>N, P</td> <td>Colorimétrica</td> <td>Olsen</td> </tr> <tr> <td>K, Ca, Mg</td> <td>Absorción</td> <td>Modificado</td> </tr> <tr> <td>Zn, Cu, Fe, Mn</td> <td>Atómica</td> <td>pH 8.5</td> </tr> <tr> <td>pH</td> <td>Potenciométrica</td> <td>Suelo: agua (1:2.5)</td> </tr> <tr> <td>S</td> <td>Turbidimétrica</td> <td>Fuente de Ca</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>Colorimétrica</td> <td>Monobásico</td> </tr> </tbody> </table>																Determinación	Metodología	Extracción	N, P	Colorimétrica	Olsen	K, Ca, Mg	Absorción	Modificado	Zn, Cu, Fe, Mn	Atómica	pH 8.5	pH	Potenciométrica	Suelo: agua (1:2.5)	S	Turbidimétrica	Fuente de Ca	B	Colorimétrica	Monobásico																														
Determinación	Metodología	Extracción																																																																
N, P	Colorimétrica	Olsen																																																																
K, Ca, Mg	Absorción	Modificado																																																																
Zn, Cu, Fe, Mn	Atómica	pH 8.5																																																																
pH	Potenciométrica	Suelo: agua (1:2.5)																																																																
S	Turbidimétrica	Fuente de Ca																																																																
B	Colorimétrica	Monobásico																																																																
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="8">Niveles Medios de Referencia</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>N</td> <td>20 - 40</td> <td>Mg</td> <td>1.0 - 3</td> <td>Fe</td> <td>20 - 40</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>P</td> <td>10 - 20</td> <td>S</td> <td>10 - 20</td> <td>Mn</td> <td>5 - 10</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>K</td> <td>0.2 - 0.4</td> <td>Zn</td> <td>4.0 - 8.0</td> <td>B</td> <td>0.5 - 1.0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ca</td> <td>4 - 8</td> <td>Cu</td> <td>1.0 - 10.0</td> <td>Cl</td> <td>-</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>																Niveles Medios de Referencia								N	20 - 40	Mg	1.0 - 3	Fe	20 - 40			P	10 - 20	S	10 - 20	Mn	5 - 10			K	0.2 - 0.4	Zn	4.0 - 8.0	B	0.5 - 1.0			Ca	4 - 8	Cu	1.0 - 10.0	Cl	-													
Niveles Medios de Referencia																																																																		
N	20 - 40	Mg	1.0 - 3	Fe	20 - 40																																																													
P	10 - 20	S	10 - 20	Mn	5 - 10																																																													
K	0.2 - 0.4	Zn	4.0 - 8.0	B	0.5 - 1.0																																																													
Ca	4 - 8	Cu	1.0 - 10.0	Cl	-																																																													
 Responsable Laboratorio																																																																		
N/E : No entrega. Se prohíbe la reproducción total o parcial de este documento, los datos deberán ser apropiadamente citados.																																																																		
Fecha de Impresión: 10/11/2023																																																																		

## Informe 2. Informe de análisis CH-0



**INIAP**  
INSTITUTO NACIONAL INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

**ESTACION EXPERIMENTAL DEL AUSTRO**  
**LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS**  
Km 12 1/2 vía El Descanso - BULLCAY - Gualaquino www@iniap.gob.ec  
Azúay - Ecuador TeleFax: (07) 2171161



Ministerio de  
Agricultura, Ganadería,  
Acuicultura y Pesca

**REPORTE DE ANALISIS**

DATOS DEL PROPIETARIO

Nombre : Jessica Ayabaca	Teléfono : 0967038358
Dirección : Gualaquino	e-mail : adi.jess.04@gmail.com
Ciudad : Guachapala	

DATOS DE LA PROPIEDAD

Nombre : Guachapala	Parroquia : Guachapala
Provincia : Azuay	Ubicación : N/E
Cantón : Guachapala	Latitud : Longitud :

DATOS DE LA MUESTRA

No. Laboratorio : 7827	Responsable Muestreo : Cliente	Factura No. : 0
Identificación : CH-01	Fecha Muestreo : 27/10/2023	Fecha Análisis : 09/11/2023
Cultivo Actual : Ninguno	Fecha Ingreso : 09/11/2023	Fecha Emisión : 10/11/2023

**INTERPRETACION**

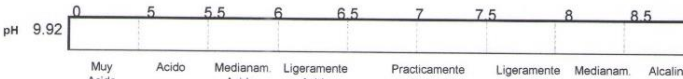
Alto

Medio

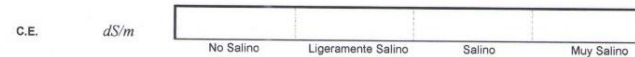
Bajo

Determinación	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B	M.O.	
Valor	58	361	92.8	16	11.7								
Unidad	(ppm)		(meq/100mL)			(ppm)							(%)

pH 9.92



C.E. dS/m



Relaciones Cationicas

Ca/Mg	Mg/K	(Ca+Mg)/K
1,4	0,1	0,3

Y Bases

120,90  
meq/100mL

(meq/100ml)

Al+H    Al    Na


% Materia Seca:

% Humedad:


Determinación	Metodología	Extractante
N, P	Colorimetría	Olsen
K, Ca, Mg	Absorción	Modificado
Zn, Cu, Fe, Mn	Atómica	pH 8.5
S	Turbidimetría	Fosfato de Ca
B	Colorimetría	Monobásico
Cl	Volumetría	Pasta Saturada
M.O.	Oxidación	No aplica
	Via Humeda	

Determinación	Metodología	Extractante
pH	Potenciometría	Suelo: Agua (1:2.5)
CE	Conductimetría	Pasta Saturada
Textura	Boyoscopia	No Aplica
Al	Volumetría	K, Cl, 1 N
Al + H	Absorción	Pasta Saturada
Na	Absorción	Olsen Modificado pH 8.5
E Bases	Atómica	

Niveles de Referencia Optimos									
N	20 - 40	S	10 - 20	B	0.5 - 1.0	Na	0.5 - 1.0		
P	10 - 20	Zn	4 - 8	Cl	0 - 0	Ca/Mg	2 - 8		
K	0.2 - 0.4	Cu	1 - 10	M.O.	3 - 5	Mg/K	2.5 - 10.0		
Ca	4 - 8	Fe	20 - 40	Al+H	0.5 - 1.5	(Ca+Mg)/K	12.5 - 50.0		
Mg	1 - 3	Mn	5 - 10	Al	0.3 - 1.0				



**Responsable laboratorio**



**ESTACION EXPERIMENTAL CHUQUIPATA**  
**Laboratorio de Suelos y Aguas**  
**Laboratorista**





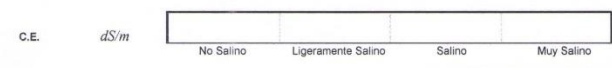
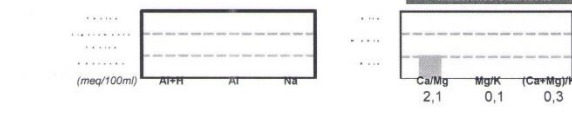
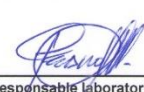

N/E: No Entrega

Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo.

Se prohíbe la reproducción parcial, si se va a fotocopiar que sea de todo el documento original.

Fecha Impresión : 10/11/2023

## Informe 3. Informe de análisis CS-01

		<b>ESTACION EXPERIMENTAL DEL AUSTRO</b> <b>LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS</b> km 12 1/2 vía El Descanso - BULLCAY - Gualaceo www@iniap.gob.ec Azuay - Ecuador TeleFax: (07) 2171161																																																																																																																					
<b>REPORTE DE ANALISIS</b>																																																																																																																							
<b>DATOS DEL PROPIETARIO</b> Nombre : Jessica Ayabaca      Teléfono: : 0967038358 Dirección : Gualaceo      e-mail : adi.jess.04@gmail.com Ciudad : Guachapala																																																																																																																							
<b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b> Nombre :      Parroquia : Guachapala Provincia : Azuay      Ubicación : N/E Cantón : Guachapala      Latitud :      Longitud :																																																																																																																							
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b> No. Laboratorio : 7826      Responsable Muestreo : Cliente      Factura No. : 0 Identificación : CS-01      Fecha Muestreo : 27/10/2023      Fecha Análisis : 09/11/2023 Cultivo Actual : Ninguno      Fecha Ingreso : 09/11/2023      Fecha Emisión : 10/11/2023																																																																																																																							
<b>INTERPRETACION</b>																																																																																																																							
																																																																																																																							
Determinación	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B	M.O.																																																																																																											
Valor	11	359	103.0	18	8.7																																																																																																																		
Unidad	(ppm)		(meq/100mL)						(ppm)			(%)																																																																																																											
pH																																																																																																																							
C.E.																																																																																																																							
						<b>Relaciones Cationicas</b> Σ Bases : 130.47 meq/100mL % Materia Seca: % Humedad:																																																																																																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Determinación</th> <th>Metodología</th> <th>Extractante</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>N, P</td> <td>Colorimetría</td> <td>Olsen</td> </tr> <tr> <td>K, Ca, Mg</td> <td>Absorción</td> <td>Modificado</td> </tr> <tr> <td>Zn, Cu, Fe, Mn</td> <td>Atómica</td> <td>pH 8.5</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>Turbidimetría</td> <td>Fosfato de Ca</td> </tr> <tr> <td>Cl</td> <td>Colorimetría</td> <td>Monobásico</td> </tr> <tr> <td>M.O.</td> <td>Volumetría</td> <td>Pasta Saturada</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Oxidación</td> <td>No aplica</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Vía Humeda</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Determinación	Metodología	Extractante	N, P	Colorimetría	Olsen	K, Ca, Mg	Absorción	Modificado	Zn, Cu, Fe, Mn	Atómica	pH 8.5	B	Turbidimetría	Fosfato de Ca	Cl	Colorimetría	Monobásico	M.O.	Volumetría	Pasta Saturada		Oxidación	No aplica		Vía Humeda		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Determinación</th> <th>Metodología</th> <th>Extractante</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>pH</td> <td>Potenciometría</td> <td>Suelo: Agua (1:2.5)</td> </tr> <tr> <td>CE</td> <td>Conductometría</td> <td>Pasta Saturada</td> </tr> <tr> <td>Textura</td> <td>Bouyoucos</td> <td>No Aplica</td> </tr> <tr> <td>Al + H</td> <td>Volumetría</td> <td>K, Cl, T N</td> </tr> <tr> <td>Na</td> <td>Absorción</td> <td>Pasta Saturada</td> </tr> <tr> <td>E Bases</td> <td>Atómica</td> <td>Olsen Modificado pH 8.5</td> </tr> </tbody> </table>			Determinación	Metodología	Extractante	pH	Potenciometría	Suelo: Agua (1:2.5)	CE	Conductometría	Pasta Saturada	Textura	Bouyoucos	No Aplica	Al + H	Volumetría	K, Cl, T N	Na	Absorción	Pasta Saturada	E Bases	Atómica	Olsen Modificado pH 8.5	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="10">Niveles de Referencia Optimos</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>N</td> <td>20 - 40</td> <td>S</td> <td>10 - 20</td> <td>B</td> <td>0.5 - 1.0</td> <td>Na</td> <td>0.5 - 1.0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>P</td> <td>10 - 20</td> <td>Zn</td> <td>4 - 8</td> <td>Cl</td> <td>0 - 0</td> <td>Ca/Mg</td> <td>2 - 8</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>K</td> <td>0.2 - 0.4</td> <td>Cu</td> <td>1 - 10</td> <td>M.O.</td> <td>3 - 5</td> <td>Mg/K</td> <td>2.5 - 10.0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ca</td> <td>4 - 8</td> <td>Fe</td> <td>20 - 40</td> <td>Al+H</td> <td>0.5 - 1.5</td> <td>(Ca+Mg)/K</td> <td>12.5 - 50.0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Mg</td> <td>1 - 3</td> <td>Mn</td> <td>5 - 10</td> <td>Al</td> <td>0.3 - 1.0</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>						Niveles de Referencia Optimos										N	20 - 40	S	10 - 20	B	0.5 - 1.0	Na	0.5 - 1.0			P	10 - 20	Zn	4 - 8	Cl	0 - 0	Ca/Mg	2 - 8			K	0.2 - 0.4	Cu	1 - 10	M.O.	3 - 5	Mg/K	2.5 - 10.0			Ca	4 - 8	Fe	20 - 40	Al+H	0.5 - 1.5	(Ca+Mg)/K	12.5 - 50.0			Mg	1 - 3	Mn	5 - 10	Al	0.3 - 1.0				
Determinación	Metodología	Extractante																																																																																																																					
N, P	Colorimetría	Olsen																																																																																																																					
K, Ca, Mg	Absorción	Modificado																																																																																																																					
Zn, Cu, Fe, Mn	Atómica	pH 8.5																																																																																																																					
B	Turbidimetría	Fosfato de Ca																																																																																																																					
Cl	Colorimetría	Monobásico																																																																																																																					
M.O.	Volumetría	Pasta Saturada																																																																																																																					
	Oxidación	No aplica																																																																																																																					
	Vía Humeda																																																																																																																						
Determinación	Metodología	Extractante																																																																																																																					
pH	Potenciometría	Suelo: Agua (1:2.5)																																																																																																																					
CE	Conductometría	Pasta Saturada																																																																																																																					
Textura	Bouyoucos	No Aplica																																																																																																																					
Al + H	Volumetría	K, Cl, T N																																																																																																																					
Na	Absorción	Pasta Saturada																																																																																																																					
E Bases	Atómica	Olsen Modificado pH 8.5																																																																																																																					
Niveles de Referencia Optimos																																																																																																																							
N	20 - 40	S	10 - 20	B	0.5 - 1.0	Na	0.5 - 1.0																																																																																																																
P	10 - 20	Zn	4 - 8	Cl	0 - 0	Ca/Mg	2 - 8																																																																																																																
K	0.2 - 0.4	Cu	1 - 10	M.O.	3 - 5	Mg/K	2.5 - 10.0																																																																																																																
Ca	4 - 8	Fe	20 - 40	Al+H	0.5 - 1.5	(Ca+Mg)/K	12.5 - 50.0																																																																																																																
Mg	1 - 3	Mn	5 - 10	Al	0.3 - 1.0																																																																																																																		
 Responsable laboratorio						 GRANJA EXPERIMENTAL CHUQUIPATÁ Guachapala y Ingón Laboratorista																																																																																																																	
N/E: No Entrega Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo. Se prohíbe la reproducción parcial, si se va a fotocopiar que sea de todo el documento original.						Fecha Impresión : 10/11/2023																																																																																																																	