



UNIVERSIDAD  
CATÓLICA  
DE CUENCA

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA**

*Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo*

**UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA  
Y CONSTRUCCIÓN**

**CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**CALIDAD DE COMPOST DE RESIDUOS AGROPECUARIOS CON  
INOCULACIÓN DE MICROORGANISMOS BENÉFICOS, EN LA  
PARROQUIA SEVILLA DON BOSCO Y SU EFECTO EN LA  
GERMINACIÓN DE MAÍZ.**

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

**AUTOR: RONALDO PATRICIO BERMEO PANJON**

**DIRECTOR: ING. MANUEL SALVADOR ÁLVAREZ VERA PhD**

**CUENCA - ECUADOR**

**2022**

**DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA**

*Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo*

**UNIDAD ACADÉMICA INGENIERÍA, INDUSTRIA Y  
CONSTRUCCIÓN**

**CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**CALIDAD DE COMPOST DE RESIDUOS AGROPECUARIOS CON  
INOCULACIÓN DE MICROORGANISMOS BENÉFICOS, EN LA  
PARROQUIA SEVILLA DON BOSCO Y SU EFECTO EN LA  
GERMINACIÓN DE MAÍZ.**

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

**AUTOR: RONALDO PATRICIO BERMEO PANJON**

**DIRECTOR: ING. MANUEL SALVADOR ÁLVAREZ VERA PhD**

**CUENCA - ECUADOR**

**2022**

**DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO**

## Declaratoria de Autoría y Responsabilidad

**Ronaldo Patricio Bermeo Panjon** portador de la cédula de ciudadanía N° **1400735559**. Declaro ser el autor de la obra: “**Calidad de compost de residuos agropecuarios con inoculación de microorganismos benéficos, en la parroquia Sevilla Don Bosco y su efecto en la germinación de maíz**”, sobre la cual me hago responsable sobre las opiniones, versiones e ideas expresadas. Declaro que la misma ha sido elaborada respetando los derechos de propiedad intelectual de terceros y eximo a la Universidad Católica de Cuenca sobre cualquier reclamación que pudiera existir al respecto. Declaro finalmente que mi obra ha sido realizada cumpliendo con todos los requisitos legales, éticos y bioéticos de investigación, que la misma no incumple con la normativa nacional e internacional en el área específica de investigación, sobre la que también me responsabilizo y eximo a la Universidad Católica de Cuenca de toda reclamación al respecto.

Cuenca, **23 de marzo de 2022**



F: .....

Ronaldo Patricio Bermeo Panjon

1400735559

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Ronaldo Patricio Bermeo Panjon, bajo mi supervisión.



---

**Ing. Manuel Salvador Álvarez Vera PhD.**  
**DIRECTOR**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a mi familia por todo el apoyo brindado y los valores inculcados, agradezco en especial a mis padres por siempre estar a mi lado apoyándome en mi vida. También a mi esposa y a mi hijo por ser el la fuente de inspiración y superación.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, primeramente por que sin él no hubiera podido cumplir mis metas y sueños anhelados.

Agradezco a mi madre María Panjon y mi padre Patricio Bermeo por sus buenos consejos y su apoyo durante mi vida estudiantil, ya que sin su ayuda no hubiera logrado mis metas.

Agradezco a mis compañeros y amigos que me han apoyado en la vida universitaria. A todos los docentes de la carrera por el apoyo brindado dentro de la Universidad.

Con un especial y grato agradecimiento al Ing. Manuel Álvarez Vera por compartir sus conocimientos y ayudarme en el trabajo de titulación.

## RESUMEN

La investigación se ejecutó con el fin de determinar la calidad de compost a partir de residuos agropecuarios con inoculación de microorganismos benéficos (MOBs) y su efecto en el crecimiento del maíz. La investigación se desarrolló en tres fases: i) obtención y reproducción de microorganismos benéficos procedentes de la planta de guayusa; ii) elaboración del compost; iii) evaluación del crecimiento de la planta del maíz en su etapa inicial. Se implementó 2 tratamientos con 4 repeticiones, T1 compost sin aplicación de MOBs y T2 con aplicación de MOBs. T2 obtuvo mayores concentraciones de macro y micronutrientes con respecto al T1, además se aceleró la degradación de la materia orgánica. Para evaluar el crecimiento del maíz en su etapa inicial se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con 5 tratamientos y 4 repeticiones. En la evaluación de altura y diámetro del tallo, los tratamientos que se adicionó compost con MOBs al 1% y 2 % (T3 y T4) obtuvieron mejores resultados en comparación al testigo (T5) y los tratamientos en los que se aplicó compost sin MOBs al 1% y 2 % (T1 y T2). En la longitud de raíz ninguno de los tratamientos superó al testigo. El compost con inoculación de MOBs es un abono de calidad que aporta de manera significativa en el desarrollo y crecimiento de la planta de maíz en su etapa inicial.

*Palabras clave: residuos agropecuarios, Guayusa, compostaje, Maíz, pollinaza, microorganismos benéficos*

## ABSTRACT

The research was carried out to determine the quality of compost from agricultural residues inoculated with beneficial microorganisms (BOMs) and its effect on corn growth. The research was carried out in three phases: i) obtaining and processing of beneficial microorganisms from the guayusa plant; ii) compost processing; iii) evaluation of corn plant growth in its initial stage. Two treatments with 4 replicates were implemented, T1 compost without application of BOMs and T2 with the application of BOMs. T2 obtained higher concentrations of macro and micronutrients for T1, and the degradation of organic matter was accelerated. To evaluate the growth of maize in its initial stage, a completely randomized block design (CRBD) was used with 5 treatments and 4 replications. In the evaluation of height and stalk diameter, the treatments that added compost with BOMs at 1% and 2% (T3 and T4) obtained better results compared to the control (T5) and the treatments in which compost was applied without BOMs at 1% and 2% (T1 and T2). In root length, none of the treatments outperformed the control. Compost inoculated with BOMs is a quality fertilizer that contributes significantly to the development and growth of the maize plant in its initial stage.

*Keywords: agricultural residues, Guayusa, compost, corn, beneficial microorganisms*

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARATORIA	I
CERTIFICACIÓN	II
DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTOS	IV
RESUMEN	V
ABSTRACT	VI
ÍNDICE DE CONTENIDOS	VII
LISTA DE TABLAS	X
LISTA DE ANEXOS	XI
<b>CAPÍTULO I</b>	<b>1</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>2. MARCO TEÓRICO</b>	<b>3</b>
2.1 COMPOSTAJE	3
2.1.1 Etapas del compostaje.	3
2.1.2 Calidad de compost.	4
2.1.3 Norma de calidad de compost	4
2.1.4 Condiciones óptimas en el proceso de compostaje.	5
2.1.5 Beneficios ambientales del compostaje	6
2.1.6 Técnicas de compostaje	8
2.2 MICROORGANISMOS BENÉFICOS	8
2.2.1 Funciones	9
2.2.2 Ventajas de la adición de microorganismos al compostaje	9
2.2.3 Tipos de microorganismos benéficos	10
2.3 LA GUAYUSA	10
2.4 RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS.	11
2.4.1 Residuos agropecuarios.	11
2.4.2 Residuos agrícolas.	12
2.5 CONTAMINACIÓN AMBIENTAL	13
2.5.1 Contaminación ambiental producida por las granjas avícolas	13
2.5.2 Contaminación ambiental producida por cultivos de café	15
2.6 ABONO ORGÁNICO.	15
2.7 CONCEPTO DE GERMINACIÓN	16
2.7.1 Índice de germinación (IG).	16
2.7.2 Velocidad de germinación (M).	16
2.8 AGRICULTURA ECOLÓGICA	17
2.9 EL MAÍZ (ZEA MAYS).	17
2.9.1 Importancia.	17
<b>CAPÍTULO III</b>	<b>- 18 -</b>
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>- 18 -</b>
3.1 UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	- 18 -
3.2 OBTENCIÓN Y REPRODUCCIÓN DE MICROORGANISMOS BENÉFICOS	- 19 -
3.2.1 Elaboración del cultivo madre.	- 19 -
3.2.2 Reproducción de microorganismos benéficos.	- 19 -
3.2.3 Multiplicación de microorganismos benéficos.	- 20 -

3.3	DISEÑO EXPERIMENTAL PARA LA ELABORACIÓN DEL COMPOST.	- 21 -
3.3.1	<i>Características del experimento.</i>	- 21 -
3.4	ELABORACIÓN DE LAS PILAS DE COMPOST	- 22 -
3.4.1	<i>Obtención de materias primas para la construcción de las composteras.</i>	- 22 -
3.4.2	<i>Elaboración de las composteras.</i>	- 22 -
3.5	PROCESOS DEL COMPOSTAJE	- 22 -
3.5.1	<i>Obtención de materias primas.</i>	- 22 -
3.5.2	<i>Pesaje de los residuos y cálculo de relación C/N.</i>	- 22 -
3.5.3	<i>Conformación de la pila de compost.</i>	- 23 -
3.5.4	<i>Registro de la temperatura.</i>	- 24 -
3.5.5	<i>Registro de pH.</i>	- 24 -
3.5.6	<i>Aireación en la pila de compost.</i>	- 25 -
3.5.7	<i>Humedad ideal en la pila de compost.</i>	- 25 -
3.5.8	<i>Inoculación de microorganismos benéficos</i>	- 25 -
3.6	RECOLECCIÓN DE LAS MUESTRAS DE COMPOST.	- 25 -
3.7	DISEÑO EXPERIMENTAL PARA LA EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DE MAÍZ.	- 26 -
3.8	PREPARACIÓN DEL SUSTRATO EN MACETAS	- 28 -
3.9	OBTENCIÓN DE LA SEMILLA DE MAÍZ	- 29 -
3.10	SIEMBRA	- 29 -
3.11	EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DEL MAÍZ.	- 29 -
3.11.1	<i>Altura de la planta.</i>	- 29 -
3.11.2	<i>Longitud de la raíz.</i>	- 30 -
3.11.3	<i>Diámetro del tallo de la planta de maíz.</i>	- 30 -
3.11.4	<i>Porcentaje de germinación.</i>	- 31 -
3.12	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS VARIABLES EVALUADAS EN EL CRECIMIENTO DEL MAÍZ.	- 31 -
<b>CAPÍTULO IV</b>		<b>- 32 -</b>
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>- 32 -</b>
4.1	VARIABLES MEDIDAS EN EL COMPOST (TEMPERATURA Y PH)	- 32 -
4.1.1	<i>Temperatura</i>	- 32 -
4.1.2	<i>pH.</i>	- 34 -
4.2	COMPOST OBTENIDO	- 36 -
4.3	ANÁLISIS QUÍMICO, FÍSICO Y BIOLÓGICO DEL COMPOST.	- 37 -
4.3.1	<i>Características químicas del compost.</i>	- 37 -
4.3.2	<i>Características físicas del compost</i>	- 41 -
4.3.3	<i>Características microbiológicas del compost</i>	- 41 -
4.4	EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DEL MAÍZ	- 44 -
4.4.1	<i>Evaluación de la altura</i>	- 44 -
4.4.2	<i>Longitud de la raíz</i>	- 45 -
4.4.3	<i>Evaluación del diámetro del tallo de la planta de maíz</i>	- 46 -
4.4.4	<i>Porcentaje de Germinación</i>	- 47 -
<b>CAPÍTULO V</b>		<b>- 48 -</b>
<b>5.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>- 48 -</b>
<b>CAPÍTULO VI</b>		<b>- 49 -</b>
<b>6.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>- 49 -</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>		<b>- 50 -</b>
<b>ANEXOS</b>		<b>- 54 -</b>

## LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1 : Mapa de ubicación de la parroquia Sevilla Don Bosco.</i>	- 18 -
<i>Figura 2 : Capa blanquecina en la parte superior de la sustancia madre.</i>	- 19 -
<i>Figura 3 : Capa blanquecina en la parte superior de la sustancia líquida.</i>	- 20 -
<i>Figura 4: Incorporación de agua al tacho.</i>	- 20 -
<i>Figura 5 : Capa blanquecina.</i>	- 20 -
<i>Figura 6 : Diseño experimental de las pilas de compost.</i>	- 21 -
<i>Figura 7: Sacos de pollinaza.</i>	- 22 -
<i>Figura 8: Pesaje de residuos (pollinaza y pulpa de café).</i>	- 23 -
<i>Figura 9: Residuos mezclados.</i>	- 23 -
<i>Figura 10: Termómetro.</i>	- 24 -
<i>Figura 11: Medición de pH.</i>	- 24 -
<i>Figura 12: Volteo de la pila de compost.</i>	- 25 -
<i>Figura 13: Muestras de compost.</i>	- 26 -
<i>Figura 14: Diseño experimental para la evaluación del crecimiento de maíz en la fase inicial.</i>	- 27 -
<i>Figura 15: Codificación de cada tratamiento.</i>	- 28 -
<i>Figura 16: Plantas de maíz de la repetición 1.</i>	- 29 -
<i>Figura 17: Medición de la altura.</i>	- 30 -
<i>Figura 18: Plantas de maíz fuera del vaso térmico.</i>	- 30 -
<i>Figura 19: Diámetro del tallo de la planta de maíz.</i>	- 31 -
<i>Figura 20: Porcentaje de germinación.</i>	- 31 -
<i>Figura 21: Variación de la temperatura en cada tratamiento en el centro de la pila.</i>	- 33 -
<i>Figura 22: Boxplot de la temperatura en el centro de las pilas.</i>	- 34 -
<i>Figura 23: Boxplot del pH en cada tratamiento.</i>	- 35 -
<i>Figura 24: Rendimiento del compost.</i>	- 36 -
<i>Figura 25: Nutrientes presentes en el compost.</i>	- 37 -
<i>Figura 26: Micronutrientes presentes en el compost.</i>	- 38 -
<i>Figura 27: Ácidos presentes en el compost.</i>	- 39 -
<i>Figura 28: Concentración de materia orgánica (%) en el compost.</i>	- 40 -
<i>Figura 29: Conductividad eléctrica en los tratamientos.</i>	- 40 -
<i>Figura 30: Muestras de compost</i>	- 41 -
<i>Figura 31: Microorganismos identificados en el compost en cada tratamiento.</i>	- 43 -
<i>Figura 32: Boxplot de la variable altura en cada tratamiento.</i>	- 44 -
<i>Figura 33: Diagrama de cajas de la longitud de la raíz.</i>	- 45 -
<i>Figura 34: Diámetro del tallo en la planta de maíz.</i>	- 46 -

## LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 1: Descripción de cada tratamiento.</i> .....	- 26 -
<i>Tabla 2: Temperaturas promedios de cada tratamiento</i> .....	- 32 -
<i>Tabla 3: Estadística descriptiva de cada tratamiento.</i> .....	- 34 -
<i>Tabla 4 : Estadística descriptiva de cada tratamiento.</i> .....	- 35 -
<i>Tabla 5: Rendimiento del compost en cada tratamiento</i> .....	- 36 -
<i>Tabla 6 : Comparación de nutrientes presentes en cada tratamiento.</i> .....	- 37 -
<i>Tabla 7: Concentración de ácidos presentes el compost</i> .....	- 39 -
<i>Tabla 8: Concentración de microorganismos en el compost (log UFC/g)</i> .....	- 42 -
<i>Tabla 9: Estadística de la variable altura. Letra A: (<math>p &gt; 0,05</math>), B (<math>p &lt; 0,05</math>).</i> .....	- 44 -
<i>Tabla 10: Estadística descriptiva de la longitud de la raíz Letra A: (<math>p &gt; 0,05</math>), B (<math>p &lt; 0,05</math>).</i> - 45 -	
-	
<i>Tabla 11: Estadística descriptiva del diámetro del tallo. Letra A: (<math>p &gt; 0,05</math>), B (<math>p &lt; 0,05</math>).</i> - 46 -	
<i>Tabla 12: Porcentaje de germinación.</i> .....	- 47 -

## LISTA DE ANEXOS

<i>Anexo 1: Análisis biofísico de las muestras de compost.....</i>	<i>- 54 -</i>
<i>Anexo 2: Análisis microbiano de las muestras de compost.....</i>	<i>- 55 -</i>
<i>Anexo 3: Análisis químico y físico de las muestras de compost.....</i>	<i>- 56 -</i>
<i>Anexo 4: Análisis microbiológico de la sustancia líquida (MOBs).....</i>	<i>- 57 -</i>
<i>Anexo 5: Datos de las variables analizadas en las plantas de maíz.....</i>	<i>- 58 -</i>

# CAPÍTULO I

## 1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad todas las actividades humanas generan grandes cantidades de residuos como: estiércol de animales, desechos agrícolas, restos industriales, residuos orgánicos, entre otros. Algunos residuos pueden ser reutilizados para elaborar subproductos, pero la gran mayoría son arrojados al medio ambiente, provocando contaminación al recurso natural y por ende al aire, agua y suelo.

El crecimiento exponencial de la población humana a nivel mundial y los estándares de calidad de vida han provocado que se generen grandes volúmenes de residuos sólidos. Es necesario dar un tratamiento adecuado a estos desechos para evitar que se conviertan en una fuente de contaminante de los ecosistemas (Alvariño, 2014).

En los últimos años en nuestro país la explotación avícola se ha incrementado y por ende la producción de desechos, entre los cuales destacan el estiércol, conocido como: pollinaza o gallinaza. Cuando estos residuos no son tratados adecuadamente causan molestias como: proliferación de moscas, perturbación ambiental y transmisión de enfermedades. Al darle un tratamiento adecuado a la gallinaza podemos convertirla en un producto orgánico útil para recuperar suelos degradados, y así mejorar la producción agrícola (Mullo, 2012). La parroquia Sevilla Don Bosco cuenta con 12 granjas avícolas que producen alrededor de 12000 pollos de engorde cada granja.

La producción cafetalera ecuatoriana es reconocida en el mundo por su calidad, la variedad de especies y el espléndido sabor del producto. En el Ecuador éste cultivo es sembrado en 21 provincias del país, esta actividad genera fuentes de empleo y mejora la economía familiar (Meza & Mora, 2019). En los cafetales más del 70 % de la producción queda como residuo, de los cuales el 45 % de este residuo es pulpa y mucílago, la pulpa genera fuentes de contaminación cuando es arrojado al suelo directamente, contaminando también el recurso hídrico (Restrepo & Villa, 2020). Estos datos dan a conocer la gran cantidad de pulpa de café que se generan en los cultivos, sin embargo, si se le mira con buenos ojos, estos residuos son materia prima que pueden convertirse en abonos orgánicos y así enmendar suelos degradados o erosionados (Londoño, 2017). La parroquia Sevilla Don Bosco cuenta con 16 productores de café en la que cada agricultor tiene de 5 a 8 hectáreas de cultivos de café.

Uno de los cultivos más significativos en la zona andina es el maíz de altura, dicho producto es un elemento esencial para la alimentación humana y los sistemas de producción, este grano se utiliza principalmente en: la alimentación del ser humano, la elaboración de subproductos como aceites y en la alimentación de animales a través de la elaboración de balanceados, el maíz es

fuerza nutricional para el crecimiento de los animales como: el pollo y cerdo (Ávalos de la Cruz et al., 2018).

En la actualidad existen monocultivos de maíz, los cuales no le permiten al suelo recuperarse debido a la forma intensiva de producción. Este producto es muy importante, por lo que es imprescindible indagar alternativas que permitan mejorar el rendimiento en las cosechas, sin afectar la calidad del suelo (Valverde, 2015).

Debido a los grandes volúmenes de residuos agropecuarios y la contaminación ambiental que estas generan, se dio un tratamiento a estos desechos mediante la técnica de compostaje con la que se obtuvo un abono de calidad apto para aplicar en el cultivo del maíz y evaluar su efecto en su crecimiento y desarrollo, además de dotar a los suelos de micro y macronutrientes para su recuperación. Al utilizar los residuos para la generación del abono reducimos los residuos generados y por ende la contaminación que estos producen (Cortés, Rodríguez, & Marín, 2020).

Según Soriano (2016) la inoculación de microorganismos benéficos en las pilas de compostaje, disminuyen el tiempo de elaboración del compost, obteniendo un producto nutricionalmente mejorado y con mayor concentración de microorganismos. Largo (2020) también manifiesta que la inoculación de microorganismos benéficos acelera la degradación de la materia orgánica e incrementa la diversidad microbiana en el compost.

El objetivo de la investigación fue determinar la calidad de compost a partir de residuos agropecuarios con inoculación de microorganismos benéficos, en la parroquia Sevilla Don Bosco y su efecto en la germinación de maíz.

## **OBJETIVOS**

### **i. GENERAL**

Determinar la calidad de compost a partir de residuos agropecuarios con inoculación de microorganismos benéficos, en la parroquia Sevilla Don Bosco y efecto en la germinación de maíz.

### **ii. ESPECÍFICOS**

Evaluar las propiedades químicas del compost mediante análisis de laboratorio con finalidad de conocer su contenido de nutrientes.

Verificar las propiedades biológicas del compost mediante análisis de laboratorio con finalidad de conocer la concentración de microorganismos.

Analizar el efecto del compost en la germinación de maíz, mediante pruebas de campo para establecer su incidencia en el crecimiento radicular.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Compostaje

El compost se elabora a partir de desechos orgánicos como: restos vegetales, restos de verduras, aserrín, podas, madera, pulpa de café, bagazo, chala de maíz; estiércol, entre otros. El compostaje se obtiene de forma natural por la descomposición aeróbica de los residuos, provocado por las bacterias aeróbicas termófilas. Es fundamental en este proceso evitar los malos olores y putrefacción de los residuos orgánicos (Rafael, 2015).

El compostaje es un proceso biológico que consiste en transformar los residuos orgánicos heterogéneos en abono, con la ayuda microbiana mixta controlando condiciones como: la humedad, temperatura y aireación. Los microorganismos utilizan el nitrógeno y carbono presente en los residuos para producir su propia biomasa, generando un sustrato sólido más estable (Largo, 2020).

##### 2.1.1 Etapas del compostaje.

Según Pillco (2020) la variación del temple en el proceso de compostaje consta de 4 fases:

###### **a. Fase de latencia o mesolítica.**

En la primera etapa los microorganismos se multiplican y se adaptan a las condiciones putrefactas, esta dura de 48 a 92 horas, en la cual los microorganismos se desarrollan bien a temperaturas de 20 a 50°C. Debido a la actividad metabólica estos microorganismos se multiplican rápidamente, a causa de esto se producen ácidos orgánicos que elevan la temperatura y disminuyen el pH (de 6 a 5).

###### **b. Fase termófila.**

Luego de transcurrir los 4 días aproximadamente de la etapa mesolítica, estos microorganismos son reemplazados por otros termófilos, estos se desarrollan en ambientes entre 50 y 70°C. En esta etapa los patógenos, larvas, y malezas mueren a consecuencia de las altas temperaturas. Esta fase puede tardar entre 1 a 2 meses según el ritmo de fermentación de la pila.

###### **c. Fase de mesófila o de enfriamiento.**

En dicha etapa la temperatura disminuye considerablemente hasta alcanzar los 40-35 °C, esto es provocado principalmente por el deterioro del nitrógeno y carbón en los distintos residuos. En esta etapa aparecen algunos hongos y los microorganismos reinician su actividad continuando con la degradación de polímeros (Cordova, 2016).

#### **d. Fase de maduración.**

Con esta fase culmina el proceso del compost en la que se degradan los residuos más resistentes como: aserrín, restos de madera, chala de maíz, entre otros, la temperatura disminuye considerablemente hasta alcanzar la temperatura ambiente del lugar, entre 15 -20 °C .En esta etapa se forman los ácidos fúlvicos y húmicos y el pH se estabiliza entre rangos de 6 a 8 (Pillco, 2020).

#### **2.1.2 Calidad de compost.**

La calidad del compost está definida por propiedades: físicas (olor), químicas (pH) y biológicas (microorganismos) (FAO, 2013). Esta depende de variables como: madurez, pH, la relación C/N, contenido de macronutrientes , estabilidad del compost y el método de compostaje (Cajahuanca, 2016).

Un compost de buena calidad debe cumplir parámetros mínimos como: olor aceptable, sin plagas, gran cantidad de nutrientes, bajo nivel de impurezas, estabilidad del humus, entre otros (De La Peña Nolverto, 2019).

Conocer las cualidades óptimas de un compost de calidad es difícil, la concentración de nutrientes y materia orgánica dependen mucho de los desechos utilizados en el proceso de compostaje. Según Soliva & López (2004) deberían darle más importancia a los parámetros agronómicos, sin embargo, la mayoría de legislaciones sólo se fijan en el contenido de metales pesados. Según Delgado et al., (2019) la calidad del compost se determina con sus características físicas y químicas.

- Físicos: humedad, textura, color, retención de agua, olor, presencia de partículas extrañas, entre otras.
- Químicos: Concentración de nutrientes, ácidos, materia orgánica, conductividad eléctrica, pH, entre otros.
- Biológicos: Concentración de patógenos, microorganismos, presencia de malas hierbas y semillas.

#### **2.1.3 Norma de calidad de compost**

Según la Norma Chilena oficial (2004) algunos de los parámetros a considerar para un compost de calidad son:

- Olor: el compost de clase A no debe tener un olor desagradable.
- Conductividad eléctrica: para un compost de clase A debe ser menor a 3 dS/m.
- Relación C/N: un compost de clase A debe ser menor o igual al 25 %, en compost de clase B el valor debe ser menor o igual 30 %.
- Humedad: deben encontrarse entre 35 y 45 %.

- pH: debe encontrarse entre 5 a 8,5 para la clase B, para la clase A es de 6,5 a 7,5.
- Materia orgánica: debe ser menor o igual al 20 %.
- Madurez: la relación C/N debe ser menor o igual a 30 % y sin presencia de malos olores.
- Metales pesados: para un compost de calidad A las concentraciones máximas expresada en mg/Kg en base seca de algunos metales pesados son: Arsénico: 15, Cadmio: 2, Cobre: 100, Cromo: 120, Plomo: 100, Zinc: 200 y para clase B son: 20, 8, 1000, 600,300 y 2000 respectivamente.

Además de esta norma existen otras normas internacionales de la Unión Europea que tienen rangos similares a la norma chilena, aunque en algunos parámetros son diferentes y varían de acuerdo al país.

#### **2.1.4 Condiciones óptimas en el proceso de compostaje.**

Los factores químicos y físicos determinan el desarrollo y crecimiento de los microorganismos responsables de descomponer la materia orgánica, estos factores favorecen la obtención de un abono de calidad.

Existen varios factores químicos condicionantes de un buen proceso de compostaje entre los cuales destacan: potencial hidrógeno (pH), la relación C/N, macro y micronutrientes, contenido de materia orgánica, tamaño de partículas, entre otros (Barreros, 2017). Para que el proceso de compostaje sea exitoso es necesario una metodología adecuada a las condiciones del ambiente, los residuos utilizados y otros elementos como: humedad y aireación que condicionarán el proceso (Cordova, 2016).

Según De La Peña Nolberto (2019) los parámetros a considerar en el compostaje son :

##### **a. Relación C/N.**

La relación C/N es importante en el compostaje debido a que la mayoría de microorganismos necesitan nutrientes como el carbono para la síntesis de proteína. La condición óptima para una buena degradación es que la relación C/N sea de 25- 35, caso contrario la descomposición de la materia puede ser lenta o muy acelerada.

##### **b. Tamaño de partículas.**

El tamaño de los residuos en el proceso juega un papel importante ya que de esta depende la actividad microbiana y el tiempo de obtención del compost, siendo lo más recomendable utilizar residuos de 3- 6 cm, caso de ser superiores a estas medidas se debe moler los desechos.

##### **c. Humedad.**

La humedad es otro parámetro importante en el proceso del compostaje, éste debe contener de 50 % a 60% ya que favorece la actividad microbiana. Si existe mucha humedad se produce fermentación, y si no hay humedad el proceso se vuelve lento.

#### **d. Temperatura.**

La temperatura varía según la fase del compostaje, es necesario altas temperaturas para eliminar patógenos. En la fase final del compostaje el abono alcanza la temperatura ambiental que oscila los 15 a 20 °C.

#### **e. Aireación.**

La aireación en el proceso de compostaje es primordial para que los microorganismos puedan degradar la materia orgánica. Si el volteo es exagerado produce un enfriamiento en la pila y esto ocasiona la pérdida de nitrógeno en forma de amonio.

#### **f. Tamaño de pila.**

De la cantidad de materia orgánica utilizada en la pila de compost depende que exista una temperatura adecuada y una actividad microbiana. Si la pila es muy pequeña no se alcanza las temperaturas adecuadas para la eliminación de patógenos y si es muy grande, genera problemas de aireación.

#### **g. pH.**

Los valores de pH varían en función de la materia prima (residuos) utilizada, este parámetro es importante debido a que existen microorganismos que toleran diferentes rangos de pH.

#### **h. Tiempo de descomposición.**

La frecuencia del volteo (8 a 12 días) influye directamente en la descomposición de los residuos obteniendo el abono en menor tiempo.

### **2.1.5 Beneficios ambientales del compostaje**

El compost es un abono orgánico que se utiliza en la agricultura como enmienda orgánica o húmica y para aportar sustratos a los cultivos, mejorando la calidad del suelo y la producción en las cosechas.

Según Cabrera & Rossi (2016) los principales beneficios físicos que el compost aporta al suelo son:

- Mejora en la compactación del suelo.
- Mejora la estabilidad del agregado al sustrato.
- Mayor capacidad de almacenamiento y retención de agua en el suelo.
- Aumento en la concentración de materia orgánica e intercambio catiónico.
- Altas concentraciones de micro y macro en el suelo, lo que favorece el crecimiento de las plantas.

- Fomenta la economía circular.
- Reduce la presencia de patógenos y favorece la actividad microbiana.

Wong ( 2010) manifiesta que los objetivos del compostaje son:

- Utilizar los residuos para la reducción del mismo.
- Estabilizar el contenido de materia orgánica en los desechos.
- Eliminar patógenos que se encuentran en los residuos, esto se debe a las temperaturas alcanzadas en el compostaje.
- Aprovechar los residuos para la elaboración abonos orgánicos.
- Facilitar el manejo de los residuos, reduciendo los malos olores.
- Controlar los patógenos.
- Remover sustancias tóxicas orgánicas e inorgánicas encontradas en los desechos.

Según FAO (2013) el compost :

Aumentan las propiedades físicas del suelo, las cuales son:

- Mayor humedad.
- Combate los problemas de erosión.
- Estabiliza la temperatura.
- Regula la humedad y la evaporación.

Mejora en las propiedades químicas:

- Aumenta la concentración de macro y micronutrientes fundamentales para el suelo y las plantas.
- Mejora el contenido de materia orgánica y el intercambio de cationes.

Aumento de la actividad biológica:

- Presencia de organismos como hongos y bacterias capaces de degradar la materia y sustancias nocivas, obteniendo nutrientes para el crecimiento de plantas.
- Mejora en las propiedades del suelo, aumentando la micro y macrofauna en el mismo.

### 2.1.6 Técnicas de compostaje

Según La Cruz Flores (2019) las pautas a considerar para decidir una técnica son:

- Duración de proceso.
- Disponibilidad de espacio.
- Calidad requerida.
- Materia prima disponible.
- Analizar las condiciones climáticas del lugar.

Según FAO (2013) las técnicas de compostaje se dividen en:

#### **a. Pila en sistemas abiertos.**

Este tipo de compostaje se realiza cuando existe una gran cantidad de residuos orgánicos, los cuales superan el 1 m<sup>3</sup>.

#### **b. Pila en sistemas cerrados.**

Son los que se realizan en espacios pequeños y cerrados. Este tipo de técnica es utilizada en los hogares.

Largo (2020) menciona 3 sistemas de compostaje:

#### **a. Pila estática.**

Este tipo de método consiste en mezclar los residuos de la composta y construir una pila a partir del mismo. En esta pila no es necesario realizar volteos, pero se debe controlar la humedad.

#### **b. Pila estática aireada.**

Este método está compuesto por un sistema de aireación, en la que no es necesario voltear los residuos, ya que el sistema cuenta con perforaciones en una tubería a lo largo de la pila. El aire es transportado a lo largo de la pila por ventiladores, los cuales empujan hacia arriba el aire.

#### **c. Sistema de hilera torneado.**

Este método se utiliza en granjas, debido a la cantidad de residuos que estas producen, se colocan los desechos en pilas o hileras de gran tamaño, de 1 a 3 metros de altura y de 3 a 10 de ancho. Los residuos se mezclan con la ayuda de un tornero mecánico.

## 2.2 Microorganismos benéficos

La aparición de microorganismos en el proceso de compostaje depende de las condiciones del mismo y el tipo de residuo utilizado. Los microorganismos se encuentran en diferentes medios

como el: agua, suelo y aire, mientras una población de microorganismos aparecen otros desaparecen (Cordova, 2016). Una condicionante vital en el compost es la temperatura, pues algunas especies bacterianas se desarrollan de forma rápida dentro de temperaturas específicas (Álvarez et al. 2019).

Los microorganismos benéficos son utilizados como acondicionadores del suelo. Hoy en día son utilizados como tratamiento para los residuos líquidos y sólidos producidos en el sector agropecuario e industrial. Algunas industrias como : fábricas de papel, emparadoras de alimentos, mataderos, municipalidades, entre otros (Rafael, 2015).

El suelo tiene la capacidad de regenerarse, con la ayuda de microorganismos que degradan la materia y devuelven los macronutrientes al suelo, así este recupera sus propiedades físico-químicas (Mencía & Reyes, 2018). Los microorganismos aceleran la degradación de los residuos capturando los nutrientes esenciales para el suelo y las plantas, estos no afectan al ambiente, ya que los microorganismos consumen los desechos que causan la putrefacción, malos olores y enfermedades (Naranjo, 2013).

Los microorganismos benéficos son opciones eco ambientales, pues gracias a estos las plantas obtienen los nutrientes necesarios para su desarrollo, mejorando al mismo tiempo la calidad del suelo (Pillco, 2020). Los microorganismos benéficos se pueden obtener de plantas para ser aprovechados y utilizados en los procesos de compostaje para acelerar la degradación. Dependiendo del tipo de planta de la cual se obtiene los microorganismos benéficos, varían los tipos de microorganismos y la formación de colonias (Álvarez et al., 2019).

### **2.2.1 Funciones**

Los microorganismos poseen funciones que mejoran el cultivo, la planta y el suelo las cuales Largo (2020) las describe como :

- Fijan el nitrógeno atmosférico.
- Aceleran la descomposición de residuos orgánicos.
- Combaten los patógenos transmitidos por el suelo.
- Mayor concentración y disponibilidad de macronutrientes para las plantas.
- Degradan las sustancias tóxicas de los residuos, incluidos plaguicidas.
- Mejoran la calidad del suelo.

### **2.2.2 Ventajas de la adición de microorganismos al compostaje**

Según Soriano (2016), algunas de las ventajas de la inoculación de microorganismos al compostaje es que :

- Ayuda al incremento de la temperatura, manteniéndose en la fase termófila del proceso, sin tomar en cuenta el parámetro de aireación, ni las condiciones del lugar.
- Evita la putrefacción de los desechos orgánicos y la generación de malos olores en el compost.
- Ayuda a combatir la presencia de vectores.
- Mejora la calidad del sustrato ya que sintetiza sustancias más complejas como: aminoácidos, enzimas y minerales solubles.
- Reduce el tiempo del producto final (compost).

### **2.2.3 Tipos de microorganismos benéficos**

Largo (2020), menciona 3 tipos de microorganismos benéficos:

#### **a. Bacterias.**

Estos microorganismos son de vital importancia por que ayudan a controlar patógenos como: hongos, bacterias y nematodos proporcionando resistencia a las plantas contra sus ataques. Los microorganismos ayudan a sintetizar vitaminas y nutrientes para la planta, existen diferentes tipos de bacterias como: edáficas, fotosintéticas, fototróficas y lácticas (Walsh, 2010).

#### **b. Hongos.**

Estos microorganismos se caracterizan por adaptarse a diferentes hábitats y sustratos, su función es la de degradar la materia orgánica más compuesta como: la lignina y la celulosa (Walsh, 2010).

#### **c. Actinomicetos.**

Estos microorganismos benéficos ayudan a controlar hongos y bacterias patógenas; además, transforman compuestos resistentes en más sencillos ayudando a la degradación de la materia orgánica y la liberación de elementos nutritivos (Cajahuanca, 2016).

## **2.3 La guayusa**

La guayusa es conocida por su suave y agradable aroma, procedente de la amazonia ecuatoriana, esta planta posee grandes hojas que sirven para realizar aguas aromáticas, te, entre otros. Es un árbol grande y ramificado que llegan a medir hasta 15 metros de altura (Matute, 2014).

Los beneficios de la guayusa según Matute (2014) son:

- Reducen la glucosa.
- Aportan en la fertilidad

- Es un estimulante para el organismo en general.
- Previene y combate el estrés.

## **2.4 Residuos sólidos orgánicos.**

Son residuos que se caracterizan por una descomposición rápida como: restos de cocina, malezas, restos de cosecha, entre otros. Los residuos orgánicos están formados por: desperdicios orgánicos de animales y vegetales de rápida descomposición (Cabrera & Rossi, 2016).

### **2.4.1 Residuos agropecuarios.**

Todas las actividades de producción y consumo originan algún tipo de residuos, los cuales generan impactos negativos al ambiente (Gordillo et al., 2011). Los residuos orgánicos provenientes del sector agropecuario como: gallinaza, pollinaza, purines, entre otros son los responsables de las emisiones de gases hacia la atmósfera, tales como: CO<sub>2</sub> y el metano que es uno de los más contaminantes (Cristiano & Zanetti, 2015).

Los residuos agropecuarios son los generados por el sector primario, como: la agricultura, ganadería y pesca. Estos residuos pueden ser aprovechados para elaborar abonos orgánicos mediante la técnica de compostaje. Además al utilizar abonos orgánicos, se generan las condiciones óptimas para la planta, y así tiene los nutrientes necesarios para desarrollarse mejor, estos abonos pueden ser aplicados en cualquier tipo de cultivo (Guzmán, 2015).

#### **a. Residuos producidos en las granjas avícolas.**

En cada uno de los procesos de la industria avícola se generan residuos sólidos como: excremento de pollo, pollos muertos, plumas; residuos líquidos como: la sangre, aguas residuales y gaseosos como es la generación de malos olores, todos estos desechos generan contaminación al ambiente (Ariza, 2017).

Debido a un inadecuado manejo de estos residuos, las granjas avícolas provocan daños al ambiente, como: proliferación de moscas, contaminación al suelo, degradación ambiental, transmisión de enfermedades, entre otros, afectando la salud humana y animal (Barreros, 2017).

#### ***Gallinaza.***

La gallinaza es un residuo orgánico de gran valor debido a sus posibles aplicaciones en la agricultura, con la transformación de ésta en un abono orgánico de calidad se podría mitigar el impacto ambiental que generan al no ser procesadas de manera correcta (Mullo, 2012).

#### ***Pollinaza.***

La pollinaza es considerado un abono orgánico compuesto principalmente de excremento de aves de corral y materiales como: aserrín, viruta, cascarilla, entre otros, que son utilizados como cama para los pollos durante toda su etapa de engorde (De La Peña Nolverto, 2019).

La composición química de estos residuos es muy variable, debido al tipo de cama utilizada en las naves de engorde, el 80 % de la pollinaza es materia orgánica (Ariza, 2017). En los galpones las camas son generalmente de 20 cm de materiales como: aserrín, viruta, cascarilla, entre otros. Luego de 6 meses al mezclarse con las deyecciones de los pollos se conocen con el nombre de pollinaza (USAID, 2011).

#### **2.4.2 Residuos agrícolas.**

Los residuos agrícolas son los que están formados por restos de cosechas tales como: hojas, zuros, tallos, restos de hortícolas, podas, o bien residuos de cultivos industriales, como: el café, las bananeras, la caña y el cacao, sin embargo, el gran problema para la eliminación y aprovechamiento de estos residuos está en la dispersión con que se generan y en el elevado costo para su recogida (SAGARPA, 2015).

Los residuos agrícolas, provenientes de los cultivos, son aquellos desechos que se generan en el periodo de la cosecha como: tallos o rastrojos de maíz, hojas, cascarilla de arroz, semillas, entre otros (Zambrano, 2021).

##### **a. Residuos producidos en el cultivo del café.**

La producción cafetalera ecuatoriana es reconocida en el mundo por su calidad, variedad y el espléndido sabor del producto. En el Ecuador éste cultivo es sembrado en 21 provincias del país, debido a que genera fuentes de empleo y mejora la situación económica (Meza & Mora, 2019).

Uno de los residuos más abundantes en el proceso de la cosecha del café es la pulpa y el mucílago, cuando estos residuos son mal manejados generan fuentes de contaminación en la zona cafetera. Según Castaño & Davila (2016) la pulpa y el mucílago, generado en la etapa de despulpado, originan una contaminación ambiental equivalente al excremento y orina de 100 personas en un solo día.

##### **Pulpa de café.**

En los cafetales más del 70 % queda como residuo, de los cuales el 45 % de este residuo es pulpa y mucilago (Restrepo & Villa, 2020). Estos datos dan a conocer los problemas ambientales que genera la pulpa de café en los suelos y cultivos, sin embargo, si se le mira con buenos ojos, estos residuos son materia prima que pueden convertirse en abonos orgánicos y así enmendar suelos degradados o erosionados (Londoño, 2017).

##### **b. Residuos producidos en el cultivo de caña.**

Existen grandes cantidades de residuos que se encuentran en los cultivos de caña de azúcar, tales como: bagazo, plantas de caña, hojas secas, estos generan impactos significativos al ambiente dando lugar a la propagación de plagas, presencia de vectores, ríos contaminados, entre otros (Gálvez et al., 2019).

Gordillo et al., (2011) manifiesta que los residuos procedentes de los cultivos de caña son fuentes vitales de carbono que al ser utilizadas en el compostaje se obtiene un producto rico en nutrientes, apto para los cultivos.

### ***c. Residuos producidos en cultivos de maíz.***

El uso de residuos de cosecha de maíz para la elaboración de compost facilita la germinación y desarrollo de la planta, además de mejorar la salud de la misma. Entre las desventajas de la remoción de los residuos, ocasiona una excesiva exposición del suelo lo que causa erosión. Los nutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio removidos con el rastrojo deben ser reemplazados con fertilizantes lo que adiciona un costo al cultivo (Morales et al., 2016).

## **2.5 Contaminación ambiental**

A la presencia de impurezas en el entorno se le conoce como contaminación ambiental. La contaminación atmosférica sucede cuando la masa de aire contiene sustancias extrañas en su composición, que debido a su concentración pueden producir efecto nocivos en los seres vivos y el ambiente (Arce, 2018).

Arce (2018) reconoce dos tipos de contaminantes:

Primarios: estos contaminantes son emitidos a la atmósfera de forma directa, por fuentes como: industrias, vehículos, entre otros.

Secundarios: estos contaminantes se generan cuando los contaminantes primarios se mezclan con el aire provocando la alteración de sus constituyentes naturales.

### **2.5.1 Contaminación ambiental producida por las granjas avícolas**

Mullo (2012) manifiesta que las granjas avícolas generan residuos contaminantes que provienen de:

1. La pollinaza.
2. La muerte de pollos.
3. Escape por la combustión interna.
4. El polvo generado.
5. Los malos olores.
6. El ruido generado.

Según Ariza (2017), la contaminación que generan los residuos de las granjas avícolas se subdividen en:

- Agua: coliformes fecales, lixiviados, polución y patógenos
- Suelo: alteración del pH, saturación del suelo, presencia de patógenos, exceso NO<sub>2</sub> y salinidad.

- Aire: Gases tóxicos, polvo, desnitrificación, malos olores y aerosoles

**a. Contaminación en el agua.**

Las altas concentraciones de sustancias contaminantes que se producen en las granjas avícolas generan grandes problemas de contaminación, además, las grandes cantidades de estiércol generadas diariamente y depositadas en el suelo, hacen que el fósforo que tiene este tipo de residuo se libere, provocando problemas de eutrofización en el agua y la muerte de especies en ríos y lagos (Largo, 2020).

**b. Contaminación en el suelo.**

La pollinaza se ha utilizado por los agricultores de forma directa en los cultivos como fertilizante, este residuo reduce la capacidad del drenaje en el suelo, por lo cual es necesario estabilizar y sanear la pollinaza con métodos como el compostaje (Mullo, 2012). El exceso de materiales orgánicos y nutrientes generados por este residuo genera contaminación al suelo, alterando las propiedades físicas y químicas, así mismo si se utiliza de forma directa, las plantas se secan, esto es debido al exceso de nitrógeno y gases tóxicos que posee este desecho (USAID, 2011).

**c. Contaminación en el aire.**

Los malos olores producidos por las granjas avícolas y la presencia de compuestos como el nitrógeno que al volatilizarse en forma de amonio genera contaminación a la atmósfera (Cotino, 2011). Estos olores se producen por el excremento de pollo, estos elementos pueden provocar enfermedades al ser humano y afectar a la salud del ecosistema (Ariza, 2017).

Cotino (2011), manifiesta que existen 3 gases emitidos por la pollinaza, los cuales son:

**Amonio ( $NH_3$ ).**

El amonio es uno de los principales gases provocados por la pollinaza, cuando la materia orgánica contenida en el estiércol de pollo se descompone se libera este gas.

**Óxido Nitroso ( $N_2O$ ).**

Durante los procesos de nitrificación y desnitrificación se genera un compuesto intermedio conocido como óxido nitroso.

**Metano ( $CH_4$ ).**

El metano es un gas del efecto invernadero, el cual provoca el deterioro de la capa de ozono, debido al incremento en la concentración del ozono troposférico (Arce, 2018). La gallinaza húmeda produce amonio en procesos anaerobios, las bacterias metanogénicas al descomponer la materia orgánica de la pollinaza, generan gases como: dióxido de carbono y metano.

### **2.5.2 Contaminación ambiental producida por cultivos de café**

Del café uva se generan residuos como la pulpa, cascarilla y mucílago los cuales ocupan el 40 %, 4% y 16 % del peso total del café, este fruto tiene un 20 % de agua, quedando solo un 20 % para elaborar los subproductos derivados del café (Cortés et al., 2020). La pulpa de café contiene altas concentraciones de macronutrientes como el fósforo y micronutrientes como el boro y hierro que al ser procesadas en abonos orgánicos evitarían la contaminación de agua y suelo provocada por este residuo (Díaz et al., 2015).

Según Díaz et al., (2015) para no perder la calidad de la pulpa se recomienda :

- Remover la pulpa sin utilizar agua, utilizando otros métodos de despulpar.
- Depositar la pulpa en lugar seco sin la influencia de la lluvia, ya que se pierden los nutrientes que este contiene.
- Realizar volteos semanales para dar oxigenación a la pulpa.

### **2.6 Abono orgánico.**

Los abonos orgánicos mejoran el desarrollo de las plantas tanto en su producción y crecimiento, además son fuente de nutriente y materia orgánica para las mismas, mejorando no solo la producción sino también la calidad del suelo (Restrepo & Villa, 2020). Una vez que el material cae al suelo, los macro y microorganismos descomponen la materia orgánica, utilizando este residuo como fuente de alimentación (Guzmán, 2015).

Según Cajahuanca (2016) las propiedades que ayudan a la fertilidad del suelo son :

#### ***Propiedades físicas.***

- Los abonos orgánicos al presentar un color de marrón a oscuro, absorben más la radiación solar y provocan que la temperatura del suelo aumente y facilite a las plantas la absorción de nutrientes.
- Mejoramiento en la estructura y textura del suelo.

#### ***Propiedades químicas.***

- Reduce la erosión del suelo, ya sea por agua o viento.
- Genera estabilidad en el pH.
- Aumento de la fertilidad debido al intercambio de cationes.

#### ***Propiedades biológicas.***

- Mejoran la aireación y oxigenación del suelo.
- Mayor actividad radicular.
- Incremento de los microorganismos, mejorando las condiciones del suelo.

Según Barreros (2017) los beneficios de los abonos orgánicos favorecen la restauración de suelos degradados mediante la liberación de macronutrientes como el fósforo (P) y nitrógeno (N), además de micro elementos como el boro(B) y cobre(Cu) que contribuyen al desarrollo de la planta.

## 2.7 Concepto de germinación

La germinación es el proceso desde el momento en que la semilla se introduce en el suelo y continúa creciendo hasta que se establece la plántula, es decir, es la transición del embrión, en la cual pasa del estado de vida latente en que se encuentra la semilla a un estado de vida activa (Suárez & Melgarejo, 2014). En otras palabras, es el desarrollo y transformación del embrión en una nueva y pequeña planta (Hernández, 2002).

### 2.7.1 Índice de germinación (IG).

Según Pérez (2007) el índice de germinación es la medición del tiempo de germinación en función del potencial germinativo.

$$IG \% = \frac{\sum ni}{N} * 100 \quad (1)$$

Dónde:

IG: índice de germinación en %

ni: número de semillas germinadas en el último día de conteo

N: total de semillas sembradas

### 2.7.2 Velocidad de germinación (M).

Está determinada por la relación entre el número de semillas germinadas y el tiempo de la germinación (Pérez, 2007).

$$M = \frac{\sum ni}{t} \quad (2)$$

Dónde:

M: velocidad de germinación.

Ni: número de semillas germinadas en el día.

T: tiempo de germinación desde la siembra hasta la germinación de la última semilla.

## **2.8 Agricultura ecológica**

La agricultura ecológica, también conocida como orgánica, tiene la finalidad de obtener un producto de calidad sin la utilización de sustancias químicas como : plaguicidas, abonos químicos , o algún producto que ha sido modificado genéticamente (Guzmán, 2015).

## **2.9 El maíz (Zea Mays).**

Según Hernández (2002) el maíz muestra las siguientes características botánicas:

**Raíces:** su principal función es adherirse al suelo para absorber los nutrientes esenciales y agua para la planta.

**Tallo:** dependiendo de la variedad del maíz, alcanzan diferentes alturas, es simple y recto en forma de caña.

**Hojas:** son de gran tamaño, de color verde, y se encuentran en todo el tallo.

### **2.9.1 Importancia.**

Uno de los cultivos más significativos en la zona andina es el maíz de altura, dicho producto es un elemento esencial para la alimentación humana y los sistemas de producción, este grano se utiliza principalmente en: la alimentación del ser humano, la elaboración de subproductos como aceites y en la alimentación de animales a través de la elaboración de balanceados, el maíz es fuente nutricional para el crecimiento de los animales como: el pollo y cerdo (Ávalos de la Cruz et al., 2018).

## CAPÍTULO III

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Ubicación de la zona de estudio

La zona de estudio geográficamente se ubica en las coordenadas X: 826040.00 / Y: 9756896.00 a una altura de 1133 m s.n.m. dentro de la parroquia Sevilla Don Bosco en la comunidad Santa Rosa (Figura 1).



*Figura 1 : Mapa de ubicación de la parroquia Sevilla Don Bosco.*

En la comunidad Santa Rosa la mayor parte de la población se dedica a actividades primarias como: la agricultura y ganadería. Los agricultores del sector cultivan productos como: el plátano, yuca, camote, maíz, caña, café, entre otros.

### **3.2 Obtención y reproducción de microorganismos benéficos**

La metodología utilizada para la reproducción de microorganismos benéficos fue tomada de (Álvarez et al., 2019).

#### **3.2.1 Elaboración del cultivo madre.**

El procedimiento citado por Alvarez et al., (2018) dice que para elaborar el cultivo madre, se necesita la muestra vegetal de la planta seleccionada (guayusa) alrededor de 500 g y agua libre de cloro en una cantidad de 500 ml aproximadamente. A continuación en un recipiente se depositó el agua y la muestra vegetal, sobre el cual se agregó 10 gramos de sal (1 %) ,200 ml de melaza (20%) y 100 gramos de hígado de res (10 %).Luego de agregar todos los elementos al recipiente se homogenizó la mezcla.

Como se observa en la figura 2 aparece una superficie blanquecina en la parte superior de la sustancia, el cual confirmó la existencia de microorganismos. Para que el proceso esté bien realizado la sustancia no debe tener un mal olor, en caso contrario, el proceso estaría mal realizado.



**Figura 2 : Capa blanquecina en la parte superior de la sustancia madre.**

#### **3.2.2 Reproducción de microorganismos benéficos.**

Una vez obtenido el cultivo madre para reproducir los microorganismos se utilizó 1 litro de esta solución (previamente cernida) la misma que se depositó en un envase de 20 litros, se adicionó 2,5 litros de melaza, 200 g de sal y 2000 g de hígado, después se mezcló los ingredientes durante unos minutos. La solución obtenida se conservó durante 10 días en un lugar fuera del alcance del sol (Alvarez et al., 2018).La capa blanquecina (Figura 3) y la ausencia de un olor desagradable indica que el proceso es correcto.



**Figura 3 : Capa blanquecina en la parte superior de la sustancia líquida.**

### **3.2.3 Multiplicación de microorganismos benéficos.**

Para la multiplicación de los microorganismos se agregó 3 litros de microorganismos benéficos (5 %) en un tacho de una capacidad de 65 litros. Después se adicionó agua (Figura 4) y se homogenizó la mezcla. Luego de 1 semana los microorganismos presentan en la superficie una capa blanquecina (Figura 5) y no presentaron un olor desagradable, ni presencia de moscas.



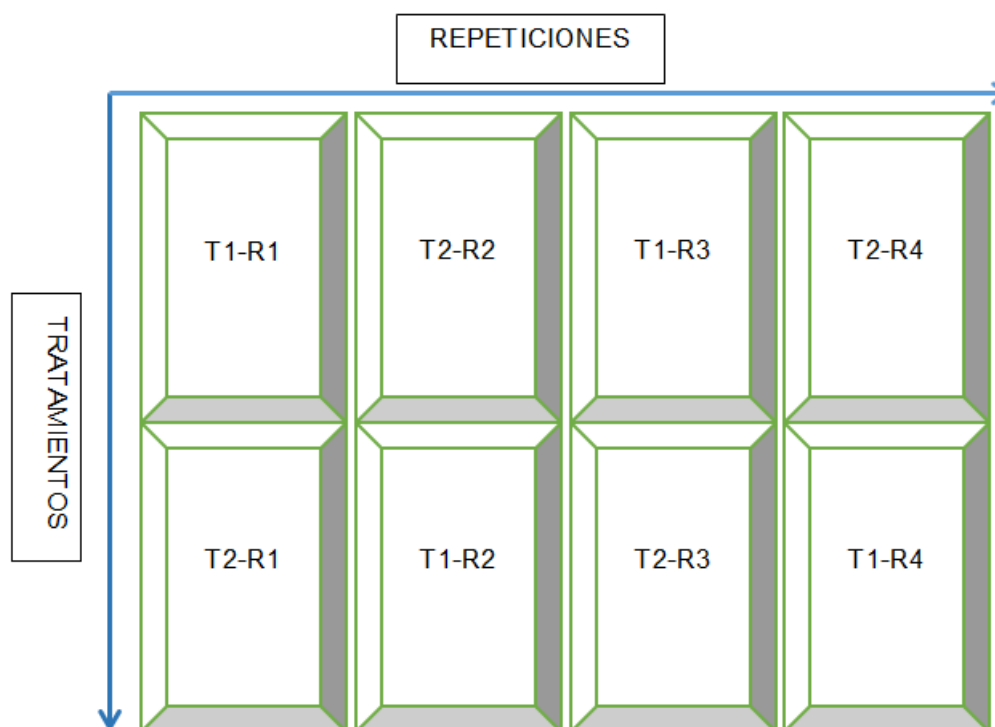
**Figura 4: Incorporación de agua al tacho.**



**Figura 5 : Capa blanquecina.**

### 3.3 Diseño experimental para la elaboración del compost.

Se establecieron 2 tratamientos con 4 repeticiones obteniendo un total 8 unidades experimentales. Para el estudio se utilizó un diseño en bloques completamente al azar (DBCA), cada pila de compost tuvo las siguientes dimensiones: 1,70 m de largo 1,50 m de ancho y 0,80 m de altura. Cuatro pilas de compost correspondieron al compost sin aplicación de microorganismos benéficos (T1) y cuatro repeticiones al tratamiento compost con aplicación de microorganismos benéficos obtenidos de la planta de guayusa (T2) (Figura 6).



**Figura 6 : Diseño experimental de las pilas de compost.**

#### 3.3.1 Características del experimento.

El estudio correspondió de 2 tratamientos detallados a continuación.

##### **a. Compost sin aplicación de microorganismos benéficos (T1)**

Las repeticiones del tratamiento (T1) estuvieron conformadas por pollinaza (68 Kg), pulpa de café (45 Kg) y residuos del cultivo de maíz y caña (hojas de caña y chala de maíz). Todas las repeticiones (R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub>) tienen la misma cantidad de residuos.

##### **b. Compost con aplicación de microorganismos benéficos obtenidos de la planta de guayusa (T2).**

A las pilas de compost identificadas con el tratamiento 2 se agregó pollinaza, pulpa de café y residuos del cultivo de maíz y caña con 68 Kg, 45Kg y 17 Kg respectivamente. Al T2 se le aplicó el 5 % de microorganismos benéficos extraídos de la planta guayusa.

### **3.4 Elaboración de las pilas de compost**

#### **3.4.1 Obtención de materias primas para la construcción de las composteras.**

Para construir las composteras se utilizaron los siguientes materiales: 30 tablas de madera, 8 columnas de madera, 4 tablonces, planchas de zinc y clavos. Para el piso de las composteras se necesitó cemento, piedra y arena.

#### **3.4.2 Elaboración de las composteras.**

Las dimensiones de cada pila de compost fueron de 1,70 metros de largo x 1,5 metros de ancho y 1 metro de altura. Se construyó 8 composteras con las mismas dimensiones, todas las composteras fueron cubiertas con techo de zinc para evitar que la lluvia humedezca en exceso la pila.

### **3.5 Procesos del compostaje**

#### **3.5.1 Obtención de materias primas.**

La recolección de los residuos se realizó en el sector aledaño. Para la pollinaza se obtuvo en una granja avícola ubicada en la parroquia, la cantidad de 45 sacos (Figura 7). La pulpa de café se obtuvo en una despulpadora cerca del sector Santa Rosa, la cantidad de 30 sacos. Los 30 sacos se obtuvieron en una semana de cosecha, lo cual indica el gran problema ambiental de este residuo.



**Figura 7: Sacos de pollinaza.**

#### **3.5.2 Pesaje de los residuos y cálculo de relación C/N.**

Tomando en cuenta la relación carbono nitrógeno de cada residuo se utilizaron 68 kg de pollinaza, 45 kg de pulpa de café y 17 kg de residuos de plantas de maíz y caña cortada en fragmentos pequeños. Se pesó cada residuo (Figura 8), para poder calcular la relación carbono /nitrógeno La relación C/N de la pollinaza, de pulpa de café, residuos de plantas de maíz y caña, es de 18 /1, 29/1 y 100/1 respectivamente.



**Figura 8: Pesaje de residuos (pollinaza y pulpa de café).**

La relación C/N de la pollinaza, de pulpa de café, residuos de plantas de maíz y caña, es de 18 /1, 29/1 y 100/1 respectivamente. Para obtener una relación C/N óptima de 30 a 35 se realizaron los respectivos cálculos.

$$C/N = \frac{(P1 * AP1) + (P2 * AP2) + (P3 * AP3)}{P1 + P2 + P3} \quad (3)$$

$$C/N = \frac{(68 * 18) + (45 * 29) + (17 * 100)}{68 + 45 + 17} = 33 \quad (4)$$

Al realizar el cálculo se obtuvo una relación C/N de 33. Es necesario obtener una relación carbono/nitrógeno de 30 a 35 para que el proceso sea rápido, ya que en caso contrario si la relación C/N es inferior a 30 el proceso de degradación se vuelve lento (Soriano, 2016).

### 3.5.3 Conformación de la pila de compost.

Todos los residuos agropecuarios se colocaron en un galpón para impedir que la pila tenga exceso de humedad por la lluvia, pudiendo así controlar la humedad. El piso de este galpón fue de cemento con una leve inclinación. En forma manual y uniforme con la ayuda de una pala, se mezcló todos los residuos (Figura 9).



**Figura 9: Residuos mezclados.**

### 3.5.4 Registro de la temperatura.

Para registrar la temperatura se identificó 3 puntos de la pila, en el centro y en los extremos. Mediante la utilización del termómetro se registró la temperatura a una profundidad de 0,30 metros. El termómetro posee un rango entre -20 °C a 110 °C (Figura 10). Los registros de temperatura se realizaron todos los días en un mismo horario hasta que la temperatura se estabilizó.



**Figura 10: Termómetro.**

### 3.5.5 Registro de pH.

Con la utilización de un pHmetro digital se tomaron los datos de pH diarios en el centro y en los extremos de las pilas de compost (Figura 11). Luego de encender el equipo se lo deposita en la pila a una profundidad de 0,30 metros y después de unos minutos se registra el valor.



**Figura 11: Medición de pH.**

### **3.5.6 Aireación en la pila de compost.**

Las pilas de compost se voltearon (Figura 12) cada 8 días para brindar condiciones ideales para los microorganismos en el proceso de compostaje.

La aireación es de vital importancia para que algunos microorganismos como: bacterias, hongos y actinomicetos se desarrollen de mejor manera. Se utilizaron palas diferentes para cada tratamiento, para evitar que los tratamientos se contaminen el uno del otro.



**Figura 12: Volteo de la pila de compost.**

### **3.5.7 Humedad ideal en la pila de compost.**

Con la utilización de un equipo digital se midió semanalmente la humedad en la pila de compost, esta es una variable importante debido a que condiciona el proceso, siendo este lento o rápido. Se consideró ideal que el contenido de humedad se encuentre entre un rango de 40 a 60 % para que el proceso sea rápido.

### **3.5.8 Inoculación de microorganismos benéficos**

A las pilas de compost conformadas por el tratamiento 2 se le agregó la solución líquida de microorganismos benéficos al 5 % es decir en 100 litros de agua libre de cloro se le adicionó 5 litros de solución. Cada semana al momento de realizar los volteos se le agregó la solución líquida hasta obtener una humedad óptima.

### **3.6 Recolección de las muestras de compost.**

Para realizar el análisis de compost requerido, se tomaron las muestras del tratamiento 1: compost sin aplicación de microorganismos benéficos (T1) y el tratamiento 2: el compost con

aplicación de microorganismos benéficos. Las muestras fueron enviadas a la ciudad de Quito, al laboratorio: BIONIKA LABORATORIOS.

En base a la metodología de Soriano (2016) para la obtención de las muestras de compost se realizó el siguiente procedimiento :

- Se obtuvo 1 kg de cada repetición por cada tratamiento, se realizó una mezcla homogénea y se recolectó 1 kg de compost.
- Se obtuvo una muestra general de cada tratamiento
- Cada muestra de compost se colocó en bolsas ziploc, con su respectiva codificación. (Figura 13).
- Se enviaron las muestras al laboratorio.



**Figura 13: Muestras de compost.**

### **3.7 Diseño experimental para la evaluación del crecimiento de maíz.**

En este estudio se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) (Figura 14) el cual consta de 5 tratamientos con 4 repeticiones, obteniendo un total de 20 unidades experimentales.

La tabla 1 muestra detalladamente cada uno de los tratamientos:

**Tabla 1: Descripción de cada tratamiento.**

Tratamiento	Descripción	Dosis %	Código
T1	Compost sin aplicación de microorganismos benéficos (T1)	1	CT-1%
T2	Compost sin aplicación de microorganismos benéficos (T1)	2	CT-2%
T3	Compost con aplicación de microorganismos benéficos	1	CMB-1%
T4	Compost con aplicación de microorganismos benéficos	2	CMB-2%
T5	Testigo		T

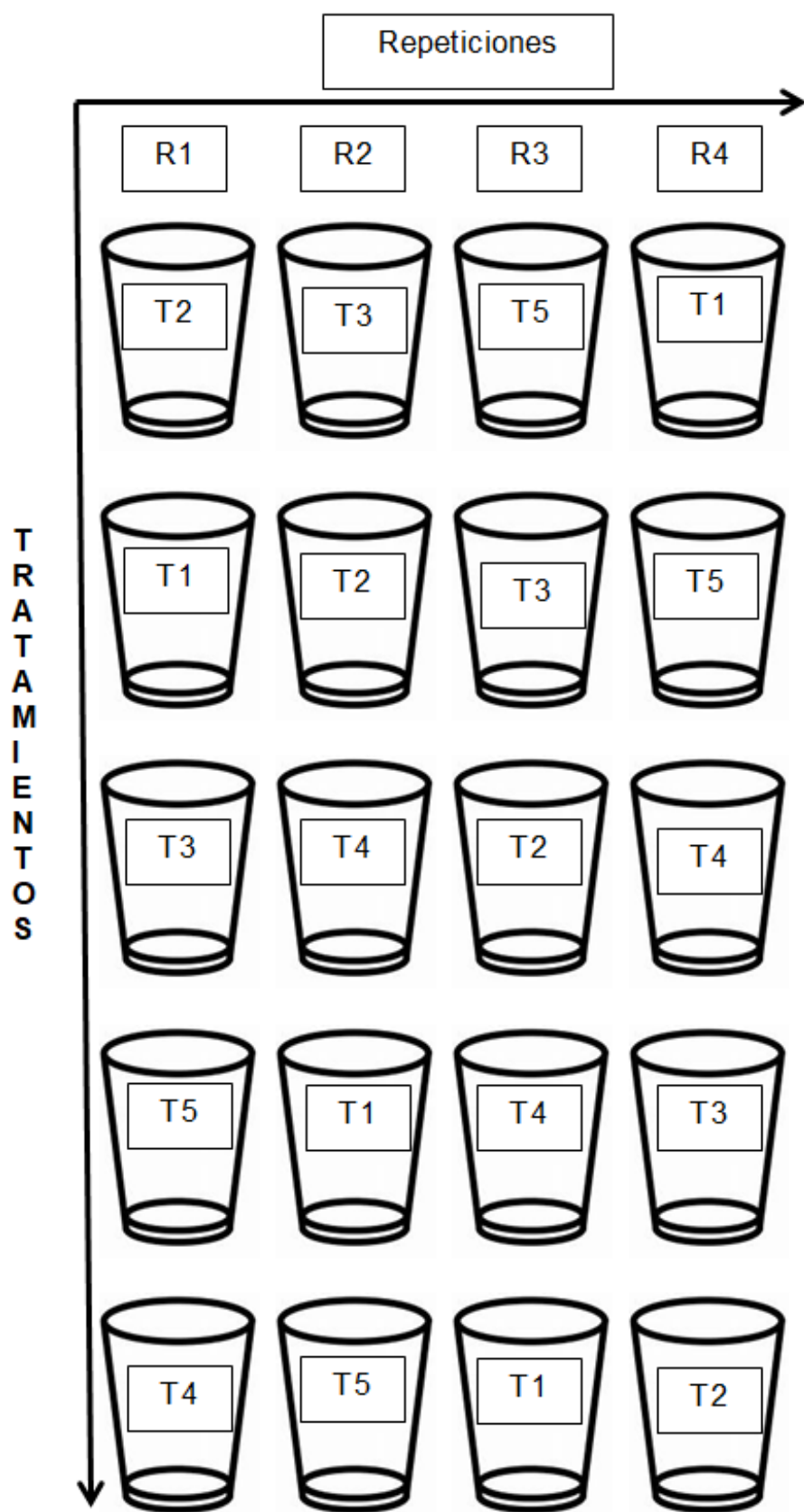


Figura 14: Diseño experimental para la evaluación del crecimiento de maíz en la fase inicial.

### **3.8 Preparación del sustrato en macetas**

Para la preparación de cada una de las macetas se procedió a poner 1000 g de suelo y la dosis de compost en cada caso. Luego se puso en los vasos previamente agujereados y con su respectiva codificación (Figura 15).

#### ***Tratamiento 1.***

En 1000 g de suelo se adicionó el 1 % de compost sin aplicación de microorganismos benéficos, equivalente a 10 gramos. El código de este tratamiento fue T1.

#### ***Tratamiento 2.***

En 1 kg de suelo se agregó 20 gramos de compost sin aplicación de microorganismos benéficos y se homogenizó la mezcla. T2 fue el código de este tratamiento.

#### ***Tratamiento 3.***

Se agregó el 10 gramos de compost enriquecido con consorcios microbianos obtenidos de la planta de guayusa en 1000 gramos de suelo, se homogenizó la mezcla. Su código fue T3.

#### ***Tratamiento 4.***

Se adicionó 20 gramos de compost enriquecido con consorcios microbianos obtenidos de la planta de guayusa en 1000 gramos de suelo, se homogenizó la mezcla. T4 fue el código de este tratamiento.

#### ***Tratamiento 5.***

Este tratamiento está conformado solo por la muestra de suelo 1000 gramos. Su código fue T5.



***Figura 15: Codificación de cada tratamiento.***

### 3.9 Obtención de la semilla de maíz

La semilla se obtuvo en la ciudad de Macas en el mercado 27 de febrero. El tipo de maíz seleccionado fue el maíz trueno.

### 3.10 Siembra

Para la siembra del maíz se procedió a seleccionar las semillas que no tengan imperfecciones y que estén en buen estado. Luego de preparar el sustrato en los vasos térmicos se procedió a poner una semilla de maíz y a regarla con agua libre de cloro.

### 3.11 Evaluación del crecimiento del maíz.

La metodología utilizada fue tomada de Buendía Ríos (2012) y Lárraga (2018).

Las variables analizadas fueron:

#### 3.11.1 Altura de la planta.

La altura de las plantas fue medida con un metro. Se midió la altura desde el día de germinación hasta el día 30. Todas las medidas se tomaron a las 13:00 pm durante los 30 días. Se regaron las plantas diariamente con el fin de que la planta no se marchite por falta de agua. En la Figura 16 se observa las plantas de maíz de la repetición 1.



**Figura 16: Plantas de maíz de la repetición 1.**

En el día 30 se procedió a medir la altura de cada una de las plantas de maíz (Figura 17). Cuidadosamente se lavó la raíz, para eliminar el sustrato, después con una tijera se separó la raíz de la planta. Finalmente con una cinta métrica se midió la altura de cada una de las plantas, en sus diferentes repeticiones.



**Figura 17: Medición de la altura.**

### **3.11.2 Longitud de la raíz.**

Para medir la longitud de la raíz, cuidadosamente se sacó cada planta del vaso térmico (Figura 18) y en un balde de agua se lavó la raíz hasta que esté libre del sustrato. Posteriormente se procedió a medir la raíz con una cinta métrica.



**Figura 18: Plantas de maíz fuera del vaso térmico.**

### **3.11.3 Diámetro del tallo de la planta de maíz.**

Para el diámetro del tallo la medición se realizó en el centro del tallo de cada planta. Con una cinta métrica se tomaron las medidas respectivas (Figura 19). Una vez recopilado las medidas se procedió a calcular el diámetro para sus posterior análisis.



**Figura 19: Diámetro del tallo de la planta de maíz.**

#### **3.11.4 Porcentaje de germinación.**

En las 5 repeticiones se procedió a ver diariamente las plantas que germinaron. En el día 7 algunas plantas de maíz germinaron, otras lo hicieron al día siguiente (Figura 20).



**Figura 20: Porcentaje de germinación.**

#### **3.12 Análisis estadístico de las variables evaluadas en el crecimiento del maíz.**

Para el análisis estadístico de cada tratamiento se utilizó el programa R Studio, en el cual se basó en estadística descriptiva y Anova. También se realizó una prueba de Tukey para ver las diferencias entre cada tratamiento.

## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 Variables medidas en el compost (Temperatura y pH)

##### 4.1.1 Temperatura

Diariamente se registró la temperatura en el centro de la pila de compost de cada tratamiento a una profundidad de 0,30 metros.

##### *Temperatura en el centro de la pila por cada tratamiento*

La temperatura inicial promedio registrada en el centro de las pilas fue de 33,9 °C para los dos tratamientos (tabla 2), asimismo en la primera y segunda semana se evidenció la temperatura máxima alcanzada, siendo esta de 61 °C para el tratamiento 1 y 63 °C para el tratamiento 2, las altas temperaturas se deben principalmente a la actividad microbiana. Después de la tercera a la quinta semana la temperatura se mantuvo en rangos de 40 a 45 °C. Cuando el proceso llegó a su etapa final la temperatura de ambos tratamientos alcanzaron los 21 °C aproximadamente.

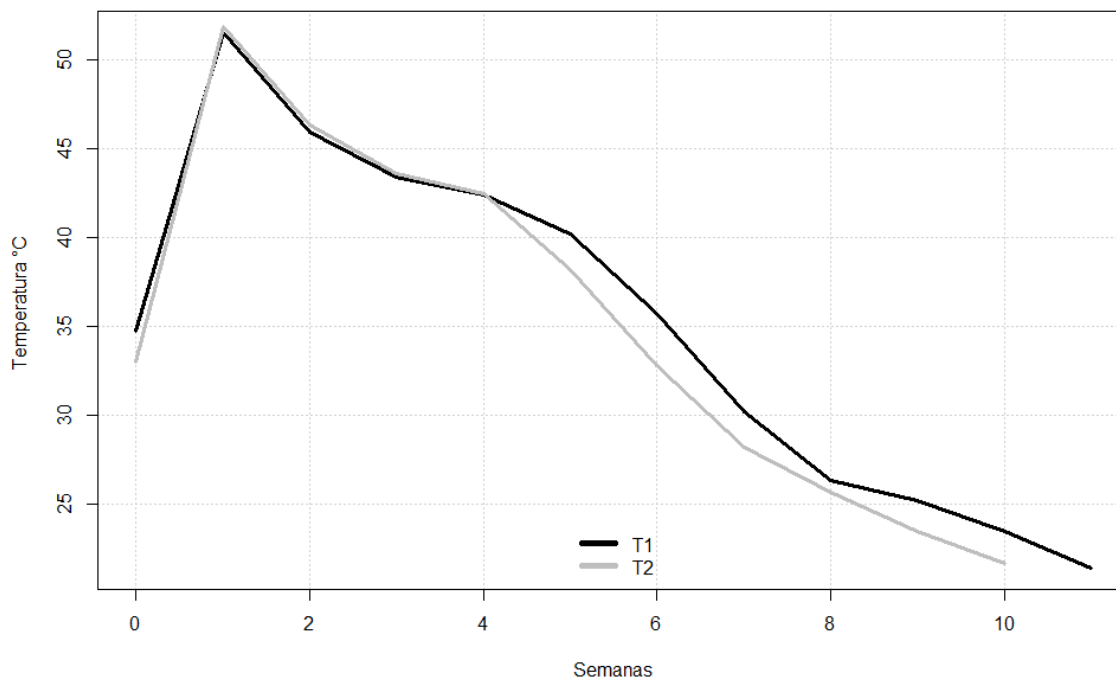
**Tabla 2: Temperaturas promedios de cada tratamiento**

Promedio de temperaturas (°C)		
Semanas	T1	T2
0	34,75	33
1	51,53	51,85
2	45,96	46,35
3	43,43	43,64
4	42,39	42,5
5	40,21	38,17
6	35,72	32,82
7	30,17	28,21
8	26,32	25,67
9	25,17	23,46
10	23,46	21,67
11	21,41	21,62

Según Soriano (2016) por la influencia de la actividad microbiana en la pila de compost esta pasa por un ciclo de temperaturas. Al iniciar el proceso la pila aumenta su temperatura superando los 55 °C permitiendo una fácil degradación de los residuos, esta se mantiene así unos pocos días y después empieza a descender. Al voltear la pila los residuos que se encuentran al extremo ingresan al interior, aumentando nuevamente su temperatura. Es preferible que la pila alcance condiciones termófilas (entre 40 y 63°C), para eliminar patógenos y obtener un compost apto para su disposición final. Así mismo Rafael (2015) manifiesta que el aumento de las temperaturas en el proceso del compostaje ayudan a eliminar las poblaciones de

microorganismos patógenos existentes en la mezcla de la pila. Fulekar (2010) manifiesta que la temperatura es directamente proporcional a la actividad microbiana dentro del proceso de compostaje. Cuando la tasa de crecimiento de los microorganismos se acelera, la temperatura dentro del sistema aumenta. Por el contrario, cuando la tasa del metabolismo de los microorganismos disminuye, la temperatura desciende considerablemente. Mantener la temperatura de 55 o más durante 3 a 4 días favorece la destrucción de semillas, malas hierbas, mosca larvas y patógenos (Castillo, 2020).

En la Figura 21 se observa la evolución de la temperatura en el proceso de compostaje de residuos agropecuarios, en las semanas 1, 2 y 3 la temperatura aumenta por la actividad microbiana alcanzando temperaturas promedio de 51,7 °C aproximadamente. Después de la semana 6 la temperatura empieza a descender considerablemente hasta llegar a temperatura ambiente, indicando que el proceso llegó a su etapa final o fase de maduración.



**Figura 21: Variación de la temperatura en cada tratamiento en el centro de la pila.**

- **Estadística Descriptiva**

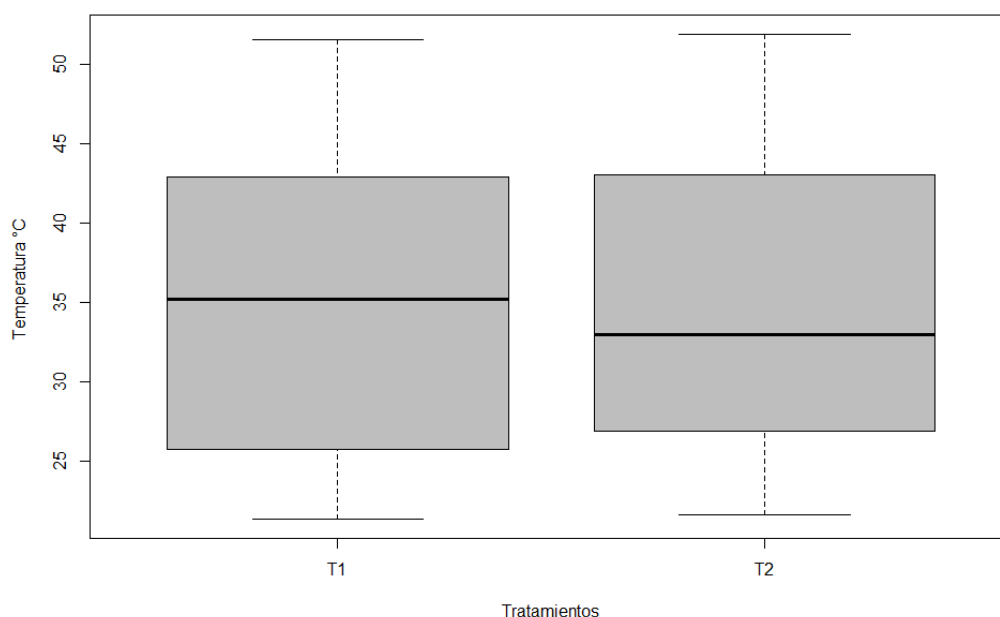
En la tabla 3 se detallan los resultados estadísticos donde los tratamientos “T1” y “T2” no presentan diferencias significativas ya que las temperaturas medias son de 35,1°C, así mismo, al concluir con el proceso del compostaje, su temperatura fue de 21,5 °C ,lo que indica que el proceso ha terminado y está listo para ser aplicado al cultivo.

**Tabla 3: Estadística descriptiva de cada tratamiento.**

Tratamiento	n	Media	Mediana	Min	Max	Rango	sd	cv %
T1	12	35,05	35,24	21,42	51,54	30,12	9,82	28,02
T2	12	35,22	33	21,68	51,86	30,18	10,03	28,48

La figura 22 muestra que los dos tratamientos de la investigación no son significativos obteniendo un valor de  $p = 0.96$ , esto quiere decir, que no existe diferencias significativas en la temperatura para ninguna de las pilas, por lo tanto, los microorganismos benéficos no aportan de manera positiva, en la temperatura, al proceso de compostaje.

Los 2 tratamientos tanto el T1: compost sin aplicación de microorganismos benéficos, como el T2: compost con aplicación de microorganismos benéficos, no presentan diferencias significativas, rechazando así la hipótesis nula: existen diferencias en los tratamientos, al obtener como resultado un valor  $p$  de 0.96, se acepta la hipótesis alternativa, por tanto los tratamientos son iguales.



**Figura 22: Boxplot de la temperatura en el centro de las pilas.**

La aplicación de microorganismos benéficos procedentes de la planta de guayusa en el compostaje no aportan de manera positiva en la temperatura, Largo (2020) manifiesta que las temperaturas en los diferentes tratamientos fueron similares, por lo tanto los consorcios microbianos benéficos no influyen en este factor.

#### 4.1.2 pH.

##### Estadística Descriptiva

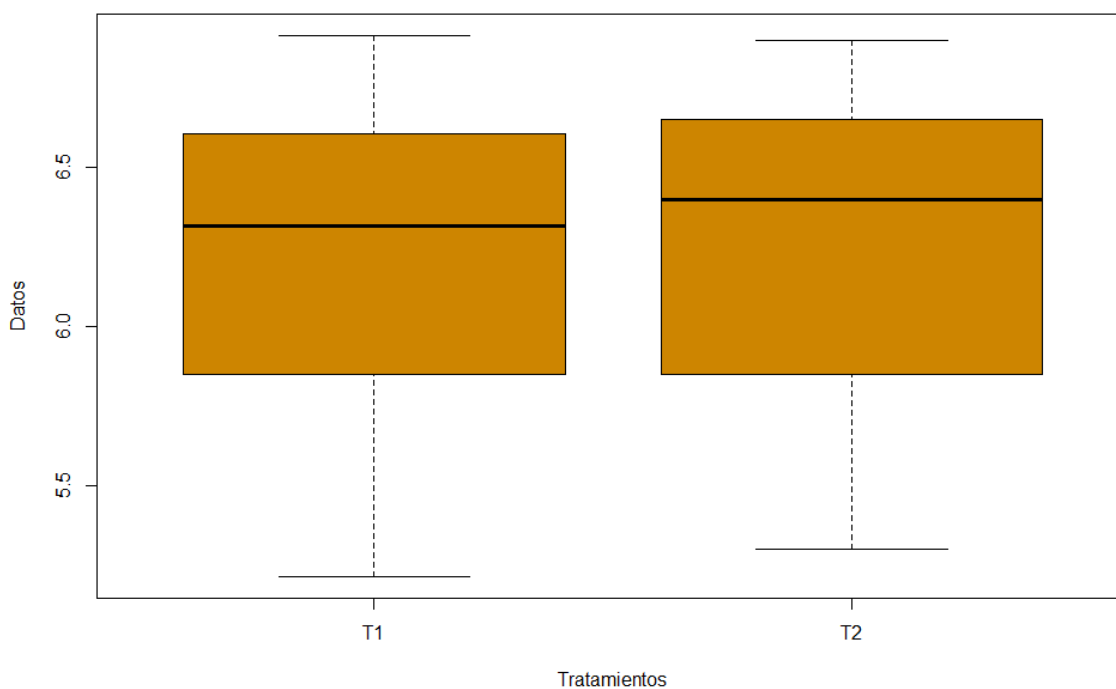
En la tabla 4 se observan los resultados estadísticos del pH, ningún tratamiento presenta diferencias significativas ya que sus medias son semejantes (6,2), así mismo, al finalizar el

proceso del compostaje el pH final en ambos tratamientos es de 6,9. La Norma Chilena oficial (2004) manifiesta que para que un compost esté maduro su pH debe encontrarse entre 5,5 y 7,5.

**Tabla 4 : Estadística descriptiva de cada tratamiento.**

Tratamiento	n	Media	Mediana	Min	Max	Rango	sd
T1	12	6,19	6,32	5,21	6,91	1,7	0,56
T2	11	6,25	6,40	5,3	6,9	1,6	0,55

Los dos tratamientos de la investigación no son significativos debido a que se obtuvo un valor de  $p = 0.79$ , esto quiere decir que no existe diferencias significativas en el pH para ningún tratamiento, por lo tanto, ninguno de los tratamientos aportan de manera positiva en la variable del pH. Como se observa en boxplot (Figura 23) los tratamientos son iguales.



**Figura 23: Boxplot del pH en cada tratamiento.**

Ninguno de los tratamientos aportó de manera positiva en los valores de pH de los diferentes tratamientos, al igual que Naranjo (2013) manifiesta que aplicar microorganismos en las pilas de compostaje, aceleran el proceso de degradación de los residuos y aumentan la concentración de nutrientes en el mismo, pero no influyen en el comportamiento del pH del compost. El pH tiende a disminuir en la fase final (pH entre 6 y 8) debido a que la materia orgánica ha sido degradada en su totalidad, indicando que el proceso ha culminado (Leiva & Tapia, 2020).

## 4.2 Compost obtenido

Cada una de las pilas de compost se conformaron de: 68 kg de gallinaza, 45 kg de pulpa de café (residuos del cultivo de café) y 17 kg de residuos de caña (hojas) y plantas de maíz cortada en trozos pequeños, obteniendo un total de 130 kg de residuos para cada tratamiento.

**Tabla 5: Rendimiento del compost en cada tratamiento**

Tratamiento	Peso Inicial (Kg)	Peso Final(kg)	Rendimiento %	Reducción de masa (kg)	Reducción de masa en %
T1	130	92,78	71,4	37,22	28,6
T2	130	98,08	75,44	31,92	24,6

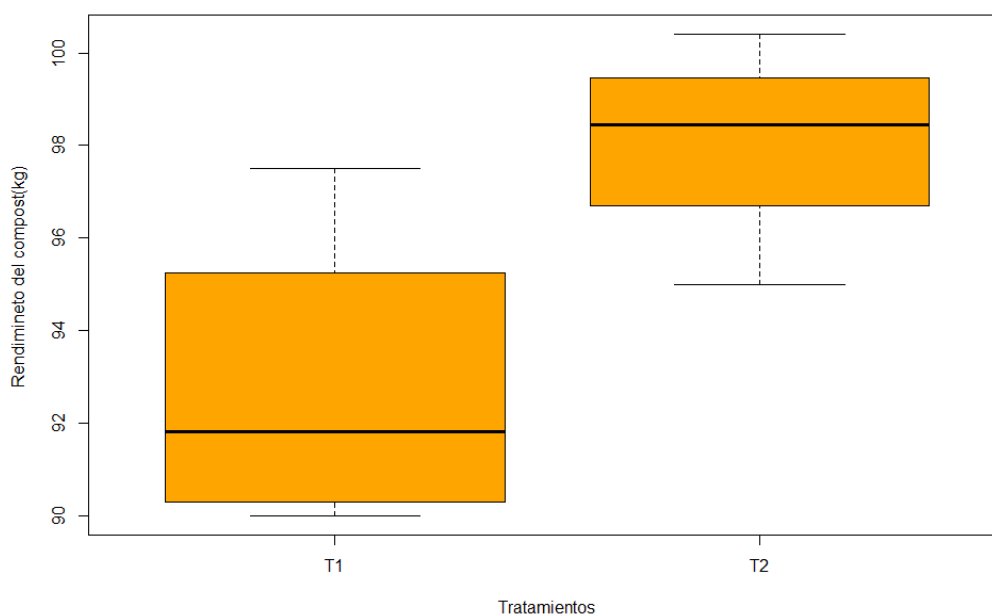
Según Vargas et al., (2019) “el rendimiento del compost (tabla 5) se determinó considerando la relación residuos vs compost obtenido; para tal fin se utilizó la ecuación 5 , donde:

R: es rendimiento porcentual del compost que se produce (%).

PF: es el peso final del compost generado (kg).

PI: es el peso inicial del material orgánico que entra en el proceso de compostaje (kg).

$$R = \frac{PF}{PI} \times 100 \% \quad (5)$$



**Figura 24: Rendimiento del compost.**

Según la figura 24 el tratamiento 2 muestra diferencias significativas respecto al tratamiento 1, el ANOVA nos da un valor  $p = 0.04$ , esto nos dice que los tratamientos son diferentes. El T2 tiene un rendimiento del 75.5 % y el T1 un 71,4 %.

### 4.3 Análisis químico, físico y biológico del compost.

#### 4.3.1 Características químicas del compost.

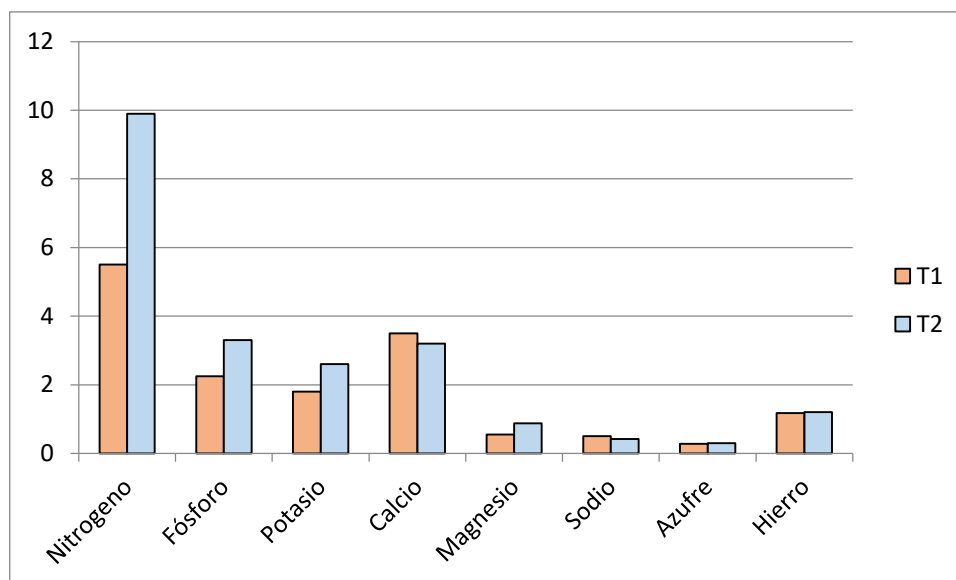
- **Nutrientes**

En la tabla 6 se evidencia que el tratamiento 2: compost con aplicación de microorganismos benéficos tiene las más altas concentraciones de macronutrientes como: fósforo y potasio.

**Tabla 6 : Comparación de nutrientes presentes en cada tratamiento.**

		Nutrientes en el compost (%)						
	Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio	Sodio	Azufre	Hierro
T1	5,5	2,25	1,8	3,5	0,55	0,5	0,28	1,18
T2	9,9	3,3	2,6	3,2	0,88	0,42	0,3	1,2

El tratamiento 2: compost con aplicación de microorganismos benéficos obtuvo mejores resultados en los nutrientes como magnesio, azufre y hierro; a excepción del sodio y calcio que el T1: compost sin aplicación de microorganismos benéficos obtuvo mayor concentración. En los macronutrientes como: nitrógeno, fósforo y potasio el T2 obtuvo mayores concentraciones (Figura 25).



**Figura 25: Nutrientes presentes en el compost.**

En el nitrógeno el T2 obtuvo mayores concentraciones con respecto al T1 (Figura 24). En el caso del nitrógeno la Norma Chilena oficial (2004) establece que la concentración de nitrógeno debe ser  $\geq 0.8$  % para un abono de calidad de clase A, ambos tratamientos superan este valor.

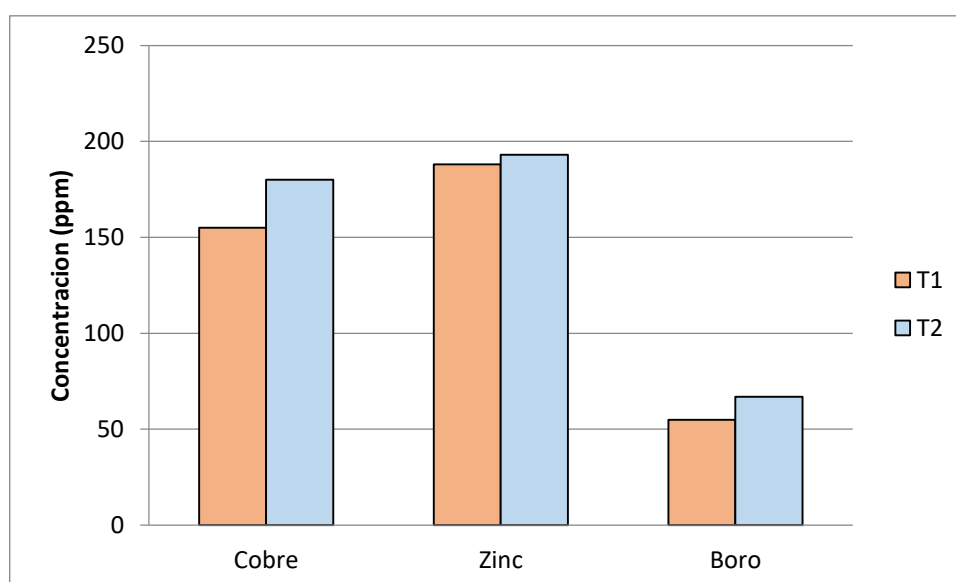
Según Elera & Gonzales (2019) el nitrógeno permite un óptimo desarrollo de los microorganismos en el proceso de compostaje, además para las plantas es uno de los elementos más esenciales para su desarrollo y crecimiento.

En el fósforo el T2 obtuvo mayor concentración, según la FAO (2013) establece que la concentración de fósforo debe encontrarse en los rangos de 0.1% -1 %,ambos tratamientos superan el rango establecido de calidad. Este nutriente mejora la eficiencia de la fotosíntesis en las plantas (FAO, 2013).

En el potasio el T2 obtuvo mayor concentración con respecto a T1. Según Castillo (2020) la concentración de potasio debe encontrarse de 0.3% a 1 % para un abono de calidad ,ambos tratamientos superan este valor, con valores de 2,25 % para el T1 y 3,3 % para el T2, obteniendo valores similares al estudio de Elera & Gonzales (2019),en la que obtuvo valores del 4 % en la concentración de potasio. Este nutriente mejora la estructura de las plantas, aumentando la tolerancia a las sequias, heladas y reduciendo las enfermedades y plagas en las plantas (FAO, 2013).

Para el calcio, magnesio, sodio ,azufre y hierro no existen rangos en la norma chilena para establecer su calidad, sin embargo estos elementos son necesarios en pequeñas concentraciones para las plantas (Elera & Gonzales, 2019).

Los micronutrientes presentes en el compost presentan una diferencia considerable entre los tratamientos (Figura 26). El tratamiento 2: compost con aplicación de microorganismos benéficos registró más concentraciones de boro (67 ppm), cobre (180 ppm) y zinc (193 ppm) con respecto al tratamiento 1.



**Figura 26: Micronutrientes presentes en el compost.**

La Norma Chilena oficial (2004) propone concentraciones para un abono de calidad de clase A, para el cobre (100 ppm) y zinc (200 ppm).En el caso del cobre ambos tratamientos

superan este valor, en el zinc ambos tratamientos se encuentran en el rango de calidad. En el zinc los valores obtenidos para T1 fueron de 188 ppm y para T2 fue de 193, a diferencia del estudio de Castillo (2020) quien obtuvo valores altos en este parámetro (550 ppm) restringiendo su uso como mejorador del suelo.

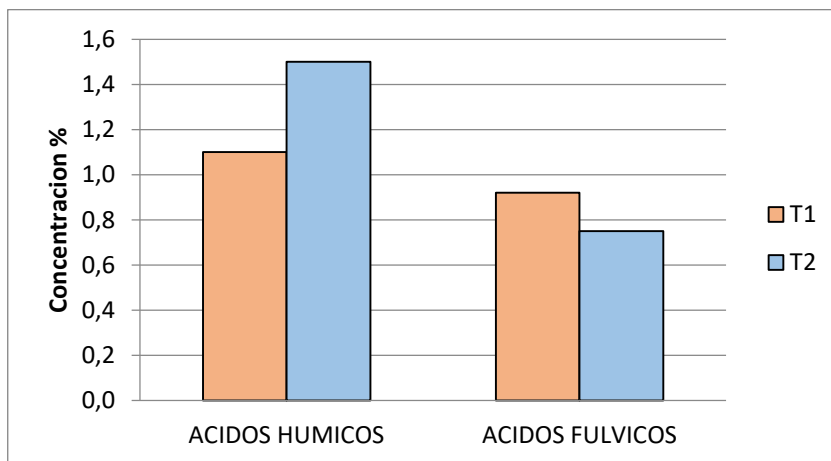
- **Ácidos**

El tratamiento 1 tiene mayor cantidad de ácido fúlvicos en comparación con el tratamiento 2 (tabla 7), este ácido es esencial para las plantas ya que pueden ser absorbidas con facilidad por la raíz de la planta, debido a su bajo peso molecular (Noboa, 2019).

**Tabla 7: Concentración de ácidos presentes el compost**

Tratamiento	Ácidos húmicos %	Ácidos fúlvicos %
T1	1,1	0,92
T2	1,5	0,75

Según Rodríguez (2021) el ácido húmico mejora la fertilidad del suelo y la estabilidad del mismo, este ácido favorece la absorción de nutrientes en la plantas, mejorando su crecimiento y desarrollo ,además que protege las raíces de la planta de patógenos. El tratamiento 2 posee mayor concentración de ácido húmico en comparación con el tratamiento 1 (Figura 27).

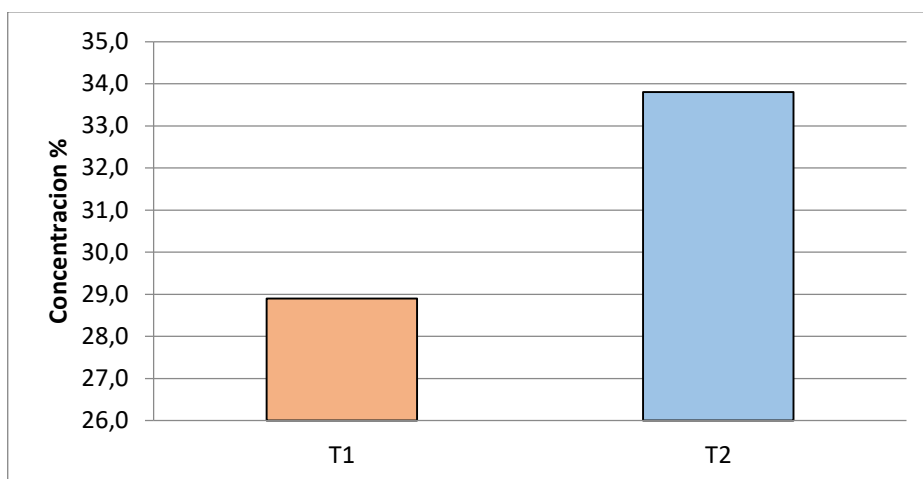


**Figura 27: Ácidos presentes en el compost.**

- **Materia orgánica**

En la Figura 28 se observa que el tratamiento 2 tiene más concentración de materia orgánica que el tratamiento 1. La Norma Chilena oficial (2004) establece que la concentración (%) de materia orgánica en un compost debe ser mayor o igual al 25 % para que este pueda ser aplicado a las plantas de forma directa, ambos tratamientos superan este valor, por tanto, pueden ser aplicados al cultivo de maíz.

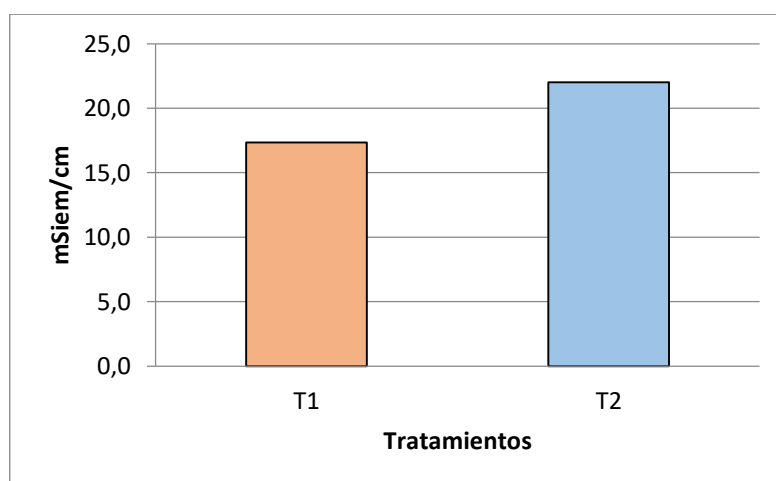
El T1 y T2 obtuvo un valor de 29 % y 34 % en la concentración de materia orgánica, estos resultados fueron inferiores a los de Largo (2020), donde se obtuvo concentraciones de 35 a 41 %, donde utilizó similares tratamientos, con la única diferencia que no utilizó pulpa de café y los microorganismos benéficos fueron obtenidos de la planta de col y hierbaluisa. Castillo (2020) obtuvo concentraciones más bajas en su estudio de 25 a 28 % en la concentración de materia orgánica con la utilización de tres dosis de microorganismos eficientes.



**Figura 28: Concentración de materia orgánica (%) en el compost.**

- **Conductividad eléctrica**

Según la norma chilena Norma Chilena oficial (2004) para que un compost sea de calidad A, la conductividad eléctrica debe ser menor o igual a 5 mmho/cm. Ambos tratamientos son menores a mencionado valor, por lo que ambos tratamientos son de calidad A. El tratamiento 2 tiene un valor mayor de conductividad eléctrica que el tratamiento 1 (Figura 29). La conductividad eléctrica del tratamiento 1 es de 17,3 mSiem/cm, y la del tratamiento 2 es de 22. Si este parámetro tuviera datos superiores a los establecidos la planta utilizaría mayor cantidad de energía para absorber el agua, pudiendo este reducir su desarrollo, por tal razón es conveniente medir este parámetro en el compost, y también en el suelo.



**Figura 29: Conductividad eléctrica en los tratamientos.**

Según la Norma Chilena, ambos tratamientos presenta calidad A, ya que dicho valor está dentro del rango estipulado por esta norma, al igual que Leiva & Tapia (2020) los valores son similares, en la que 2 de sus tratamientos son de calidad A, con la diferencia de que utilizó residuos domiciliarios y estiércol vacuno en su estudio.

#### 4.3.2 Características físicas del compost

- **Temperatura**

Según el análisis de laboratorio para ambos tratamientos la temperatura es estable asemejándose a la temperatura ambiente del lugar. La temperatura ambiente oscila entre los 19 a 21 °C.

- **Color**

Las muestras de compost son de color oscuro a marrón (Figura 30) para ambos tratamientos. Cuando el compost presenta un color oscuro este se debe principalmente a la cantidad de materia orgánica, esta se encuentra ya descompuesta, generando lo que se conoce como humus (Elera & Gonzales, 2019).



**Figura 30: Muestras de compost**

- **Olor**

Ninguna de las 2 muestras de compost posee un olor desagradable, a pesar de que fueron hechos con pollinaza, teniendo un olor parecido a tierra.

#### 4.3.3 Características microbiológicas del compost

- **Microrganismos**

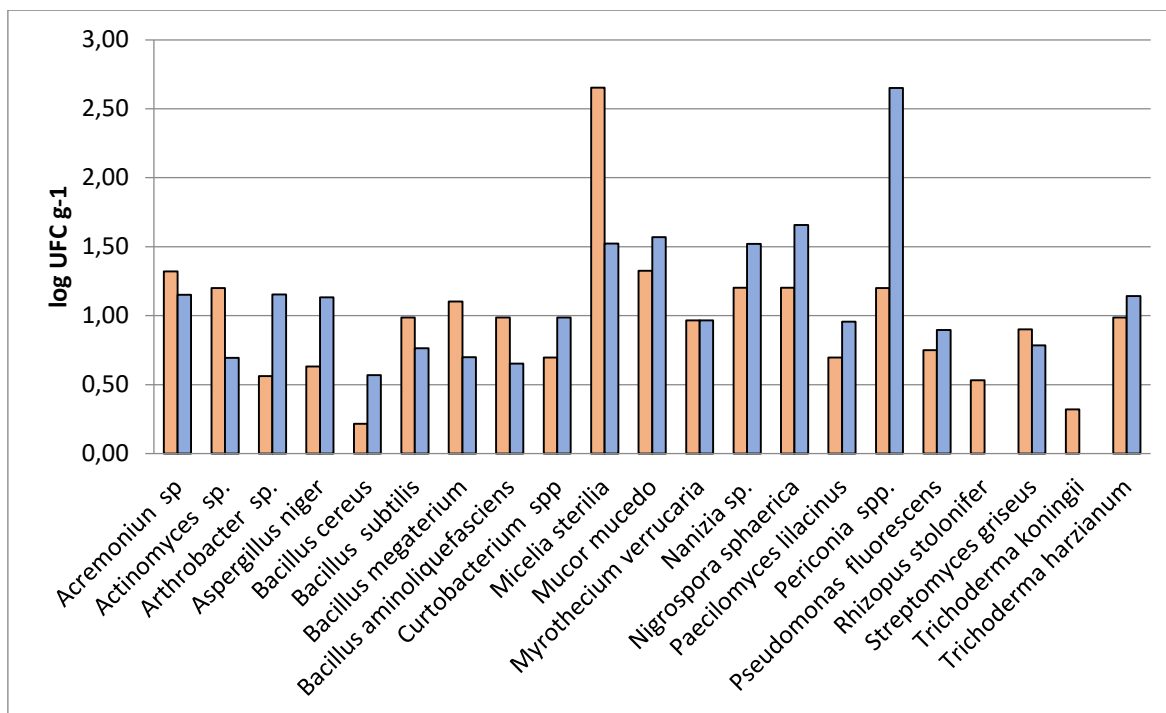
En los resultados de laboratorio de las muestras de compost, se registraron una gran variedad de microorganismos como: *Actinomyces* sp, *Bacillus subtilis*, *Micelia sterilia*, *Mucor mucedo*, *Myrothecium verrucaria*, *Nanizia* sp., *Nigrospora sphaerica*, *Paecilomyces lilacinus*, *Periconia* spp., *Pseudomonas fluorescens*, *Rhizopus stolonifer*, *Streptomyces griseus*, *Trichoderma koningii* y *Trichoderma harzianum* (tabla 8).

**Tabla 8: Concentración de microorganismos en el compost (log UFC/g)**

Microorganismos (log UFC/g)	T1	T2
<i>Acremoniun</i> sp	1,32	1,15
<i>Actinomyces</i> sp.	1,20	0,70
<i>Arthrobacter</i> sp.	0,56	1,15
<i>Aspergillus niger</i>	0,63	1,13
<i>Bacillus cereus</i>	0,22	0,57
<i>Bacillus subtilis</i>	0,99	0,77
<i>Bacillus megaterium</i>	1,10	0,70
<i>Bacillus aminoliquefasciens</i>	0,99	0,65
<i>Curtobacterium</i> spp	0,70	0,99
<i>Micelia sterilia</i>	2,65	1,52
<i>Mucor mucedo</i>	1,33	1,57
<i>Myrothecium verrucaria</i>	0,97	0,97
<i>Nanizia</i> sp.	1,20	1,52
<i>Nigrospora sphaerica</i>	1,20	1,66
<i>Paecilomyces lilacinus</i>	0,70	0,96
<i>Periconia</i> spp.	1,20	2,65
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	0,75	0,90
<i>Rhizopus stolonifer</i>	0,53	n.r.
<i>Streptomyces griseus</i>	0,90	0,78
<i>Trichoderma koningii</i>	0,32	n.r.
<i>Trichoderma harzianum</i>	0,99	1,14

En el tratamiento 1: compost sin aplicación de microorganismos benéficos, los microorganismos más abundantes son: *Acremoniun* sp, *Bacillus megaterium*, *Micelia sterilia*, *Mucor mucedo*, *Nanizia* sp.y *Periconia* spp. Con: 1.32, 1.10, 2.65, 1.33, 1.20 y 1.20 (c respectivamente).

En el tratamiento 2: compost con aplicación de microorganismos benéficos, los microorganismos más abundantes son: *Acremoniun* sp 1,15 (log UFC/g), *Arthrobacter* sp. 1,15 (log UFC/g), *Mucor mucedo*, 1,57 (log UFC/g), *Nanizia* sp. 1,52 (log UFC/g), *Nigrospora sphaerica* 1,66 (log UFC/g) y *Periconia* spp. 2,65 (log UFC/g) (tabla 8).



**Figura 31: Microorganismos identificados en el compost en cada tratamiento.**

Como se observa en la figura 31, los microorganismos encontrados en T2 que mayores concentraciones obtuvieron con respecto al T1 fueron: *Arthrobacter sp.*, *Aspergillus niger*, *Curtobacterium spp*, *Nigrospora sphaerica*, *Periconia spp*, *Pseudomonas fluorescens*, *Trichoderma harzianum*. Largo (2020), en su estudio presenta una gran variedad de microorganismos en los tratamientos con aplicación microorganismos benéficos, entre los que sobresalen microorganismos como: *Bacillus subtilis*, *Bacillus megaterium*, *Arthrobacter sp.*, *Aspergillus niger*, entre otros; mencionado autor manifiesta que la aplicación de microorganismos benéficos acelera la degradación de la materia orgánica en el proceso de compostaje y mejora el contenido nutricional del mismo.

Naranjo (2013) indica que la aplicación de microorganismos a una concentración de 30 cc/10 litro de agua en el proceso de compostaje mejora el valor nutricional del compost, mejorando la calidad del mismo, esto debido a formación de un mayor número de colonias como: bacterias, hongos y actinomicetos en el proceso del compost.

Castillo (2020) indica en su estudio que la aplicación de microorganismos benéficos acelera el proceso de transformación de los residuos, mejorando la calidad microbiológica y nutricional del compost, además de controlar los malos olores generados en el proceso el compostaje.

#### 4.4 Evaluación del crecimiento del maíz

##### 4.4.1 Evaluación de la altura

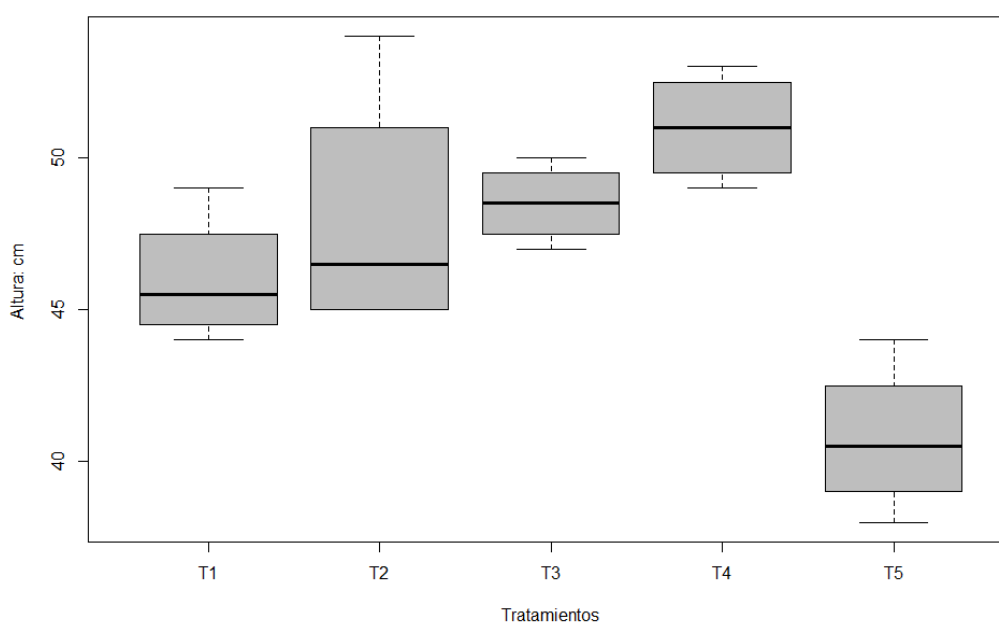
- Análisis estadístico

En la tabla 9 se detalla los resultados estadísticos descriptivos donde la variable altura en los tratamientos "T2", "T3" y "T4" presentan diferencias significativas con el T5 (testigo) ya que sus alturas máximas son de 44, 50, 53 cm respectivamente, así mismo, T1 no presenta diferencias significativas con respecto al testigo T5 .

**Tabla 9: Estadística de la variable altura. Letra A: ( $p > 0,05$ ), B ( $p < 0,05$ ).**

Tratamiento	n	Media	Mediana	Min	Max	Rango	sd	cv %	P.Tukey
T1	4	46	45,5	44	49	5	2,16	4,70	A
T2	4	48	46,5	45	54	9	4,24	8,83	B
T3	4	48,5	48,5	47	50	3	1,29	2,66	B
T4	4	51	51	49	53	4	1,83	3,59	B
T5	4	40,75	40,5	38	44	6	2,5	6,13	A

Según la figura 32, los 4 tratamientos muestran diferencias considerables respecto al tratamiento 5 (testigo), el ANOVA da un valor  $p = 0.000758$ , esto nos dice que si existen diferencias significativas entre los diferentes tratamientos. El T2 y T4 obtuvieron mejores resultados en la variable altura con respecto al testigo. El T3 y T4 registró un 16 % y 20 % más de altura que el testigo (T5), por ende el compost con aplicación de microorganismos benéficos ayuda al desarrollo y crecimiento de la planta de maíz en su etapa inicial.



**Figura 32: Boxplot de la variable altura en cada tratamiento.**

#### 4.4.2 Longitud de la raíz

Para medir la longitud de la raíz, cuidadosamente se sacó cada planta del vaso térmico y en un balde de agua se lavó la raíz hasta que esté libre del sustrato. Posteriormente se procedió a medir la raíz con una cinta métrica.

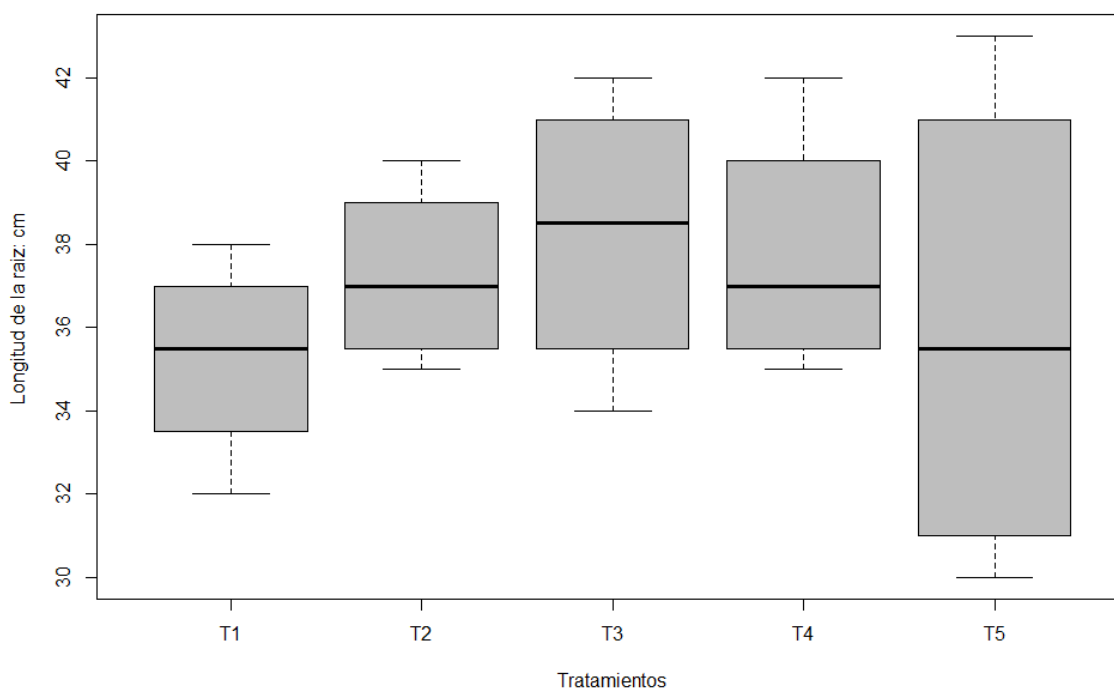
- **Análisis estadístico**

El crecimiento radicular en los 5 tratamientos no presentan diferencias significativas ya que las longitudes (media) son semejantes (tabla 10), El tratamiento 5 (testigo) obtuvo el valor máximo de longitud de la raíz.

**Tabla 10: Estadística descriptiva de la longitud de la raíz Letra A: ( $p > 0,05$ ), B ( $p < 0,05$ ).**

Tratamiento	n	Media	Mediana	Min	Max	Rango	sd	cv %	Tukey
T1	4	35,25	35,5	32	38	6	2,5	7,09	A
T2	4	37,25	37	35	40	5	2,2	5,96	A
T3	4	38,25	38,5	34	42	8	3,5	9,15	A
T4	4	37,75	37	35	42	7	3,1	8,21	A
T5	4	36	35,5	30	43	13	6,1	16,83	A

Los 4 tratamientos no muestran diferencias considerables respecto al tratamiento 5 (testigo), el ANOVA da un valor  $p = 0.774$ , esto indica que las medianas son iguales, por lo tanto no existen diferencias entre los tratamientos (Figura 33). Los 4 tratamientos no favorecen de manera positiva el crecimiento radicular, ya que sus medias son parecidas. El T3 tiene un 5 % más de longitud que el testigo, pero no es muy significativo estadísticamente.



**Figura 33: Diagrama de cajas de la longitud de la raíz.**

#### 4.4.3 Evaluación del diámetro del tallo de la planta de maíz

Con un metro se procedió a medir el tallo en el centro para obtener la longitud de la circunferencia. Con el dato de la circunferencia se procedió a calcular el diámetro, para su posterior análisis.

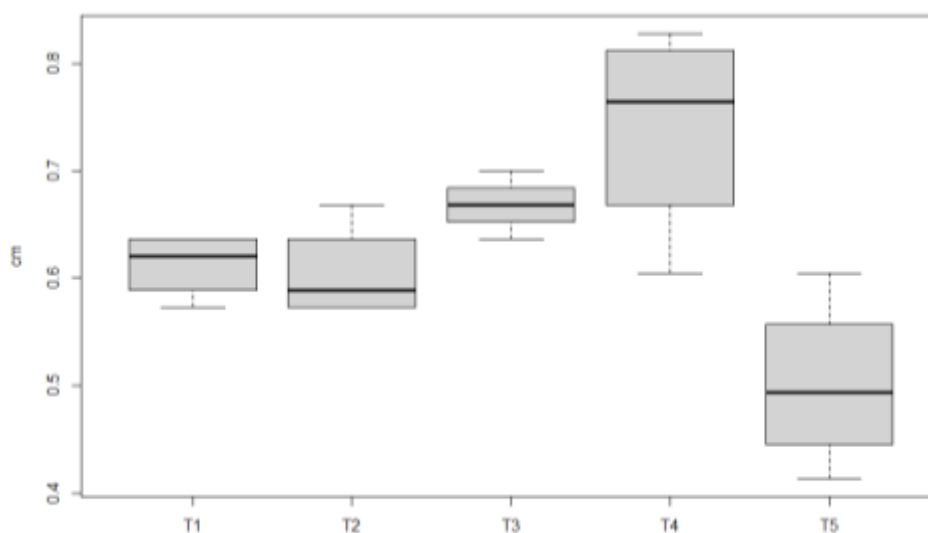
- **Análisis estadístico**

El grosor del tallo en “T3” y “T4” presenta diferencias significativas en comparación con el testigo “T5” (tabla 11). El tratamiento 4 obtuvo el valor máximo de diámetro.

**Tabla 11: Estadística descriptiva del diámetro del tallo. Letra A: ( $p > 0,05$ ), B ( $p < 0,05$ ).**

Tratamiento	n	Media	Mediana	Min	Max	Rango	sd	cv %	P. Tukey
T1	4	0,61	0,62	0,57	0,64	0,06	0,03	5,18	A
T2	4	0,6	0,59	0,57	0,67	0,1	0,05	7,37	A
T3	4	0,67	0,67	0,64	0,7	0,06	0,03	3,81	B
T4	4	0,74	0,76	0,6	0,83	0,22	0,1	13,30	B
T5	4	0,5	0,49	0,41	0,6	0,19	0,08	15,92	A

Los tratamientos T3 y T4 muestran diferencias considerables respecto al tratamiento 5 (testigo), el ANOVA da un valor  $p = 0.00126$ , indicando que la medianas son diferentes, por lo tanto hay diferencias significativas entre los diferentes tratamientos (Figura 34). El T3 y T4 obtuvieron un 25 % y 32 % más de diámetro que el testigo. La prueba de Tukey indica que el T3 y T4 son diferentes al testigo, por ende el compost con aplicación de microorganismos benéficos aportan de manera positiva en el desarrollo del tallo de la planta de maíz en su etapa inicial.



**Figura 34: Diámetro del tallo en la planta de maíz.**

#### 4.4.4 Porcentaje de Germinación

En la germinación del maíz en los 5 tratamientos todas las plantas de maíz germinaron hasta el día 8 obteniendo un 100 % de germinación (tabla 12) en todos los casos. El compost con aplicación de microorganismos benéficos no aporta positivamente a la germinación de la planta de maíz.

**Tabla 12: Porcentaje de germinación.**

Tratamiento	Plantas germinadas	Porcentaje de Germinación (%)
T1	4	100
T2	4	100
T3	4	100
T4	4	100
T5	4	100

Taípe et al., (2020) manifiesta que la aplicación de compost muestra un efecto positivo sobre la germinación y crecimiento del maíz. De igual manera Lárraga (2018) en su estudio concluye que el porcentaje de germinación en la planta de maíz que mejores resultados obtuvo fue el compost con fortificador a base de silicio Wayra ,con un 86% de germinación marcando diferencias significativas con respecto a los demás tratamientos.

## CAPÍTULO V

### 5. CONCLUSIONES

- En la calidad del compost el tratamiento 2: compost con aplicación de microorganismos benéficos obtuvo mejores resultados respecto al tratamiento 1: compost sin aplicación de microorganismos benéficos, esto se debe a que en el tratamiento 2 se aplicó microorganismos benéficos de la planta de guayusa al 5 %. Esto provocó un incremento en las concentraciones de macro y micronutrientes en el compost, además de acelerar la degradación de la materia orgánica, obteniendo un abono rico en nutrientes, con alta carga microbiana y en un corto tiempo.
- Los tratamientos T1: compost sin aplicación de microorganismos benéficos y T2: compost con aplicación de microorganismos benéficos son abonos orgánicos de buena calidad con alto contenido nutricional y microbiológico que pueden ser aplicados en suelos degradados para enriquecerlo y al mismo tiempo mejorar el desarrollo y crecimiento de las plantas de maíz en su etapa inicial.
- En la evaluación de la altura de la planta de maíz el tratamiento T3 y T4, en ambos tratamientos se aplicó compost enriquecido con microorganismos benéficos al 1 % y 2%, obtuvo mayor altura que el testigo y los demás tratamientos, favoreciendo así el desarrollo y crecimiento del maíz en su etapa inicial.
- En la longitud de la raíz, ninguno de los tratamientos fue mejor que el testigo, pudiendo concluir que tanto el compost con aplicación de microorganismos benéficos (T3, T4) y el compost sin aplicación de microorganismos benéficos (T1 y T2) no aportan positivamente al crecimiento radicular de la planta de maíz en su etapa inicial.
- En el diámetro del tallo se evidenció que los tratamientos T3 y T4 tuvieron mejores resultados respecto a los demás tratamientos y en especial al testigo (T5) pudiéndose evidenciar que el compost aporta significativamente al crecimiento del tallo y por ende de la planta de maíz en su etapa inicial.
- En la germinación del maíz todos los tratamientos obtuvieron un 100 % de germinación, por lo cual el compost con aplicación de microorganismos benéficos no aporta de manera positiva a la germinación del maíz.
- Los residuos agropecuarios son transformados en un producto útil mediante la técnica de compostaje y la aplicación de microorganismos benéficos, con la utilización de estos residuos reducimos la emisión de gases a la atmósfera y obtenemos un abono de calidad apto para aplicar en suelos erosionados por la actividad humana.

## **CAPÍTULO VI**

### **6. RECOMENDACIONES**

- Sería conveniente un análisis de la rentabilidad del proceso del compost y el producto final con fines de un emprendimiento propio.
- Se recomienda la realización de estudios aplicando el compost en plantas que ayuden a remediar suelos contaminados.
- Se recomienda aplicar diferentes dosis de la sustancia microbiana (Mobs) para determinar su eficiencia en el proceso de compostaje.
- En este estudio se analizó el crecimiento de la planta de maíz en su etapa inicial con el 1 y 2 % de compost, sería conveniente realizar estudios en todas las etapas del maíz, para evaluar el efecto del compost en el maíz en su etapa final.
- Se recomienda aplicar el compost con microorganismos benéficos en plantas forestales para la restauración ecológica y ver la incidencia de esta a corto y largo plazo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarez-Vera, M., Largo, A., Iglesias-Abad, S., & Castillo, J. (2019). Quality of compost obtained from hen manure, with application of beneficial microorganisms. *Scientia Agropecuaria*, 10(3), 353–361. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.03.05>
- Alvarez, M., Tucta, F., Quispe, E., & Meza, V. (2018). Incidence of the inoculation of beneficial microorganisms in the strawberry (*Fragaria* sp.) crop. *Scientia Agropecuaria*, 9(1), 33–42. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2018.01.04>
- Álvarez, M., Vázquez, J., González, J., & Castillo, J. (2019). Microorganismos benéficos MOBs obtenidos de plantas, como promotores en la germinación de semillas. *Dominio de Las Ciencias*, 5(1), 615–628.
- Alvariño, C. R. (2014). Residuos orgánicos de origen urbano e industrial que se incorporan al suelo como alternativa económica en la agricultura. *Revista CENIC. Ciencias Químicas*, 36(1), 45–53.
- Arce, J. (2018). *LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL EN LA BIBLIOTECA DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES, COMUNICACIONES, VIVIENDA Y CONSTRUCCIÓN INFO*. Retrieved from <https://industrial.unmsm.edu.pe/upg/archivos/TESIS2018/MAESTRIA/tesis4.pdf>
- Ariza, O. (2017). *Estudio de impacto ambiental para una granja de engorde en el municipio de Fusagasugá*.
- Ávalos de la Cruz, M. A., Figueroa Viramontes, U., García Hernández, J. L., Vázquez Vázquez, C., Gallegos Robles, M. A., & Orona-Castillo, I. (2018). Bioinoculantes y abonos orgánicos en la producción de maíz forrajero. *Nova Scientia*, 10(20), 170–189. <https://doi.org/10.21640/ns.v10i20.1285>
- Barreros, E. (2017). *Efecto de la relación carbono/nitrógeno en el tiempo de descomposición del abono del cuy (Cavia porcellus), enriquecido*. 1–79. Retrieved from [http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/23065/1/Tesis\\_t1117ec.pdf](http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/23065/1/Tesis_t1117ec.pdf)
- Buendía Ríos, H. B. R. (2012). Biorremediación de suelos contaminados por hidrocarburos mediante el compost de aserrín y estiércol. *Revista Del Instituto de Investigación de La Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalurgica y Geográfica*, 15(30), 123–130.
- Cabrera, V., & Rossi, M. (2016). Propuesta para la elaboración de compost a partir de los residuos vegetales provenientes del mantenimiento de las áreas verdes públicas del distrito de Miraflores. *Universidad Nacional Agraria La Molina*, 101. Retrieved from <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2251?show=full>
- Cajahuanca, S. (2016). *Optimización del manejo de residuos orgánicos por medio de la utilización de microorganismos eficientes (saccharomyces cerevisiae, aspergillus sp., lactobacillus sp.) en el proceso de compostaje en la central hidroeléctrica Chaglla*. Retrieved from [http://repositorio.udh.edu.pe/bitstream/handle/123456789/58/TESIS\\_SARA\\_CAJAHUANCA\\_FIGUEROA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.udh.edu.pe/bitstream/handle/123456789/58/TESIS_SARA_CAJAHUANCA_FIGUEROA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Castaño, B., & Davila, M. (2016). Caracterización microbiológica y físico-química de la pulpa de café sola y con mucílago, en proceso de lombricompostaje. *Asia-Pacific Journal of Clinical Oncology*, 7(1), 47–55. <https://doi.org/10.1111/j.1743-7563.2010.01370.x>
- Castillo, L. C. (2020). Evaluación de la calidad del compost obtenido a partir de residuos orgánicos y microorganismos eficaces (EM) en el distrito de Huayucachi, Huancayo, 2019. *Repositorio Institucional Continental*, 130.
- Cordova, L. (2016). *Propuesta de mejora del proceso de compostaje de los residuos orgánicos, generados en la actividad minera, empleando microorganismos eficientes unidad minera del sur*. 1–133.

- Cortés, Y. F., Rodríguez, K. D. S., & Marín, L. A. V. (2020). Environmental impacts from coffee production and to the sustainable use of the waste generated. *Produccion y Limpia*, 15(1), 93–110. <https://doi.org/10.22507/PML.V15N1A7>
- Cotino, J. (2011). *Guía de mejores técnicas disponibles para el sector de explotaciones intensivas de aves en la*. Retrieved from <http://www.agroambient.gva.es/documents/20550103/91057977/Guía+MTD+Aves/31468045-d765-4799-ac85-8958a2e3d375?version=1.1>
- Cristiano, G., & Zanetti, M. (2015). *Tratamiento de residuos orgánicos agropecuarios: abordaje teórico y empírico*. 1–22.
- De La Peña Nolberto, C. (2019). Microorganismos eficientes en la producción de compost con pollinaza en Río Negro. Retrieved from [http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/5298/De la Peña.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/5298/De%20Pe%C3%B1a.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- Delgado Arroyo, M. D. M., Mendoza López, K. L., González, M. I., Tadeo Lluch, J. L., & Martín Sánchez, J. V. (2019). Evaluación del proceso de compostaje de residuos avícolas empleando diferentes mezclas de sustratos. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 35(4), 965–977. <https://doi.org/10.20937/RICA.2019.35.04.15>
- Díaz, M., Flores, E., & Montalbán, Z. (2015). Efectos de los abonos orgánicos a base de pulpa de café, compost, gallinaza en plántulas de café (*Coffea arabica*) en la finca “El bosque” Comunidad Buena vista, Municipio de San Juan del Rio Coco, departamento de Madriz, octubre 2012-julio 2013. (Vol. 151).
- Elera, S., & Gonzales, E. (2019). *Determinación de la calidad del compost con aplicación de microorganismos eficientes en la planta de tratamiento de residuos sólidos, la pushura provincia Jaén*. 1–7.
- FAO. (2013). *Manual de compostaje del agricultor*.
- Fulekar, M. (2010). Composting 10.1. *Environmental Biotechnology*, Taylor & Francis.
- Gálvez, E., Legua, J., Cruz, D., Soto, F., & Sotelo, M. (2019). Evaluación de Abono Orgánico de Vinaza y Bagazo de la Caña de Azúcar para la producción ecológica de rabanito (*Raphanus sativus* L.). *Aporte Santiaguino*. <https://doi.org/10.32911/as.2019.v12.n2.645>
- Gordillo, F., Peralta, E., Chavez, E., & Contreras, V. (2011). *Producción y evaluación del proceso de compostaje a partir de desechos agroindustriales de Saccharum officinarum (caña de azúcar)*.
- Guzmán, Y. (2015). *Evaluación del efecto de tres abonos orgánicos en el rendimiento de flores de Calendula officinalis L.*
- Hernández, G. (2002). Estimulación de la Germinación de la Semilla de Maíz (*Zea mays* L.) y Trigo (*Triticum aestivum* L.) Mediante Biorreguladores Sintéticos. *Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro Division De Agronomía*, 1, 1–58. Retrieved from [http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1230/ESTIMULACION DE LA GERMINACION DE LA SEMILLA DE MAIZ %28Zea mays L.%29 Y TRIGO %28Triticum aestivum L.%29 MEDIANTE BIORREGULADORES SINTETICOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1230/ESTIMULACION%20DE%20LA%20GERMINACION%20DE%20LA%20SEMILLA%20DE%20MAIZ%20Zea%20mays%20L.%20Y%20TRIGO%20Triticum%20aestivum%20L.%20MEDIANTE%20BIORREGULADORES%20SINTETICOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- La Cruz Flores, H. V. (2019). *Calidad de compost de residuos sólidos orgánicos domiciliarios utilizando aserrín de Eucalyptus globulus Labill y restos de poda jardín Chilca - Huancayo*. 205.
- Largo, A. (2020). *Estudio de compost a partir de excretas de aves, con aplicación de microorganismos benéficos en la ciudad de Cuenca*. Retrieved from <https://dspace.ucacue.edu.ec/handle/ucacue/7954>

- Lárraga, I. (2018). Evaluación del efecto de dos compost en combinación con un fortificador (wayra) en el cultivo de maíz amarillo (zea mays). San Ignacio, Toacazo, Latacunga. *Universidad Técnica de Cotopaxi*, 1, 101. Retrieved from <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/4501/1/PI-000727.pdf>
- Leiva, L., & Tapia, C. (2020). *Características fisicoquímicas del compost de calidad agrícola, producido a partir de residuos orgánicos domiciliarios, estiércol de vacuno y/o de cuy, Bagua, Amazonas, 2018.*
- Londoño, H. (2017). Aprovechamiento de pulpa de café para la producción de biogás en un reactor flujo pistón (Vol. 13).
- Matute, M. (2014). *Estudio de Factibilidad para la implementación de una planta productora y envasadora de bebidas energizantes naturales de guayusa y comercialización en la provincia de Napo.* 178. Retrieved from <http://hdl.handle.net/123456789/6906>
- Mencía, R., & Reyes, D. (2018). *Evaluación de abonos orgánicos a base de pulpa de café, en el cultivo de lechuga cv. Kristine y Versai.* 17. Retrieved from <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6438/1/CPA-2018-T059.pdf>
- Meza, G., & Mora, B. (2019). *Análisis de la Producción del café en el Ecuador con enfoque Clúster en el Período 2012 -2017.*
- Morales, R., Agudo, L., & Espinosa, J. (2016). Disponibilidad de residuos de cosecha de arroz y maíz para la producción de etanol. *Ciencia Agropecuaria*, 24(July), 83–92. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2897.5600>
- Mullo, I. (2012). *Manejo y procesamiento de la gallinaza* (Vol. 2).
- Naranjo, E. I. (2013). *Aplicación de microorganismos para acelerar la transformación de desechos orgánicos en compost.*
- Noboa, F. (2019). *Efecto de la aplicación de tres productos a base de ácidos húmicos y fúlvicos sobre el crecimiento y desarrollo de plántulas de cacao (Theobroma cacao L.) en la zona de Valencia, provincia de Los Ríos.*
- Norma Chilena oficial. (2004). *Compost - Clasificación y requisitos.*
- Pérez, C. (2007). Germinación de semillas de Mimosa aculeaticarpa var. biuncifera (Benth) Barneby (Fabaceae). *Universidad Autonoma Del Estado de Hidalgo*, 1–28.
- Pillco, K. (2020). Evaluación del proceso de compostaje de residuos orgánicos, aplicando microorganismos eficaces. *Tesis de Grado*, 1–95. Retrieved from [http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/12303/Yana\\_Aydee\\_Quispe\\_Patricia.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/12303/Yana_Aydee_Quispe_Patricia.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Rafael, M. D. P. (2015). Proceso de producción y aplicación del producto microorganismos eficaces en la calidad de compost a partir de la mezcla de tres tipos de residuos orgánicos, Sapallanga – Huancayo. *Universidad Nacional Del Centro Del Perú*, 109. Retrieved from <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/3511>
- Restrepo, L., & Villa, G. (2020). Estrategias para el aprovechamiento de la pulpa de café en las fincas cafeteras del municipios de Andes, Antioquia. *Tecnológico de Antioquia Institución Universitaria* ,, 45. Retrieved from [https://dspace.tdea.edu.co/bitstream/handle/tdea/773/Pulpa\\_cafe.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://dspace.tdea.edu.co/bitstream/handle/tdea/773/Pulpa_cafe.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Rodríguez, N. (2021). Respuesta agronómica del cultivo de banano (musa paradisiaca) a la aplicación de ácidos húmicos. *Universidad Técnica de Cotopaxi*, 1, 101. Retrieved from <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/4501/1/PI-000727.pdf>
- SAGARPA. (2015). *Plan de manejo de residuos generados en actividades agrícolas primera*

- etapa: diagnóstico nacional. 145. Retrieved from [http://www.sagarpa.gob.mx/ProgramasSAGARPA/2015/Productividad\\_y\\_competitividad\\_agroalimentaria/Programa\\_regional\\_de\\_desarrollo\\_previsto\\_en\\_el\\_PND/36\\_incentivos/211PP064\\_NUEVA AMERICA S.P.R. DE R.L/5. PROYECTO/Manejo de residuos Detallado.pdf](http://www.sagarpa.gob.mx/ProgramasSAGARPA/2015/Productividad_y_competitividad_agroalimentaria/Programa_regional_de_desarrollo_previsto_en_el_PND/36_incentivos/211PP064_NUEVA_AMERICA_S.P.R._DE_R.L/5_PROYECTO/Manejo_de_residuos_Detallado.pdf)
- Soliva, M., & López, M. (2004). *Calidad del compost: Influencia del tipo de materiales tratados y de las condiciones del proceso. En Formación de técnicos para el tratamiento y gestión de lodos de depuradora.* 20. Retrieved from <http://gidr.gesfer.cat/tractaments/els-principals-tractaments/calidad-compost-lodos.pdf>
- Soriano, J. (2016). Tiempo y calidad del compost con aplicación de tres dosis de microorganismos eficaces - Concepción. *Universidad Nacional Del Centro Del Perú*, 1–113. Retrieved from [http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/3487%0Ahttp://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/3487/Soriano\\_Vilcahuman.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/3487%0Ahttp://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/3487/Soriano_Vilcahuman.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Suárez, D., & Melgarejo, L. M. (2014). *Biología y germinación de semillas.* (May).
- Taibe, R., Amaro, L., & Armas, L. (2020). *Evaluación de la remoción de hidrocarburos de petróleo fracción F2 y F3 en suelos contaminados mediante la aplicación de compost y zea mays (maíz).*
- USAID. (2011). Manual de Compostaje para Granjas Avícolas de Engorde. *Programa de USAID de Excelencia Ambiental y Laboral Para CAFTA-DR*, 1–60.
- Valverde, M. (2015). Caracterización E Identificación De Razas De Maíz En La Provincia. Retrieved from <http://dSPACE.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/22897/1/Tesis.pdf>
- Vargas, O., Trujillo, J., & Torres, M. (2019). El compostaje , una alternativa para el aprovechamiento de residuos orgánicos en las centrales de abastecimiento Composting , an alternative for the use of organic residues In the supply centers Compostagem , uma alternativa para o uso de resíduos orgânicos. *Orinoquia*, 23(2), 123–129. Retrieved from [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0121-37092019000200123](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-37092019000200123)
- Walsh, E. (2010). *Estudio de la productividad del cultivo de delphinium, variedad sea waltz, con la aplicación de microorganismos benéficos (trichoderma harzianum, gliocladium spp, basillus subtilis, azospirillum spp. y azotobacter spp.) bajo condiciones de campo.* 134.
- Wong, W. (2010). *Estudio del uso de residuos industriales no peligrosos a través del proceso de compostaje y su aplicación para el cultivo de maíz y frijol.*
- Zambrano, D. (2021). *Bioprospección de cepas de hongos y bacterias productoras de enzimas que aceleren la descomposición de residuos agropecuarios en el compostaje.* 6. Retrieved from [http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/11112/2/PG\\_823\\_TRABAJO GRADO.pdf](http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/11112/2/PG_823_TRABAJO_GRADO.pdf)

## ANEXOS

### Anexo 1: Análisis biofísico de las muestras de compost



#### ANÁLISIS BIOFÍSICO DE DOS TIPOS DE COMPOST PSL205

Localidad:	n.r.	Provincia:	Azuay
Fecha de muestreo:	27/08/2021	email:	ronalobermeo578@gmail.com
Fecha de resultados:	13/09/2021	email:	elpauta@sudamericana.edu.ec
Tipo de sustrato:	compost	Forma física:	solida
Orden de Trabajo:	PSL 232	Lote No.:	No determinado
Factura No.:	4803		

MUESTRA	PARAMETRO							
	O <sub>2</sub> %	d mg ml <sup>-1</sup>	Conductividad hidráulica saturada Ks cmh <sup>-1</sup>	Humedad aprovechable ml ml <sup>-1</sup>	Humedad saturada ml ml <sup>-1</sup>	Humedad residual ml ml <sup>-1</sup>	Infiltración acumulada cm	Porosidad total %
T1	1.45	780.8	0.159	0.652	0.881	0.098	29.79	0.1563
T2	3.12	299.42	0.443	0.790	0.999	0.058	21.12	0.5950

Dr. Carlos Falconi Ph.D.  
BIONIKA LABORATORIOS  
drfalconi-labs@biosoftware.de  
0999796977 – 0988087239 – 6023531

Anexo 2: Análisis microbiano de las muestras de compost



Fecha de Muestreo:	27/8/2021
Fecha de Laboratorio:	13/9/2021
Solicitado por:	Rolando Bermeo
Orden de trabajo:	PSL 232
Sustrato:	Compost
Tipo de Analisis:	analisis fitopatologico microbiano
Factura No:	4803
email:	<a href="mailto:rolandobermeo578@gmail.com">rolandobermeo578@gmail.com</a>

<b>METODOLOGIA</b>
Observación directa (OD).
Colorimetría de muestras de estados inducidos (CMES).
Análisis en Microplots (AMP: MA, APD, NA, KB, KA).
Microscopía N/CO.
Cámara Microscópica Infiltrada (CMI).
Difusión Microscópica Normanski (DMN)
Reaccion Enzimática Microbiana (REM)

MICROORGANISMOS	T1	T2	EVALUACIONES MICROBIANAS Y FITOPATOLOGICAS
	log cfu g-1		
<i>Acremonium</i> sp	1,3220154	1,152457	desdoblador de celulosa, evidencia de participacion de metabolitos secundarios productos utilizados por microfauna del sistema trofobiotico
<i>Actinomyces</i> sp.	1,2012585	0,695485	importante productor de antibioticos, en nucleos de materia organica mineralizada, se visualizan como colonias de color blanco
<i>Arthrobacter</i> sp.	0,5632147	1,154742	desdoblador ligno celulolitico biocatalizador de S, con mecanismos acidificadores del medio.
<i>Aspergillus niger</i>	0,6325689	1,132154	biocatalizador de aminoacidos en lechos de compost, con exudaciones de color amarillo, metabolitos agricolas.
<i>Bacillus cereus</i>	0,2154334	0,568542	produccion de metabolitos secundarios, reguladores de poblaciones de hongos filamentosos o unicelulares
<i>Bacillus subtilis</i>	0,9865484	0,765214	eficiente productor de antibioticos iturinicos y surfatinicos y amplia fama de biopolimeros con diferentes estructuras moleculares
<i>Bacillus megaterium</i>	1,1023548	0,698549	solubilizador micotico de estructuras fungales por medio de sus metabolitos por medio de bacitracinas, metabolitos antifungales
<i>Bacillus aminoliquefasciens</i>	0,9865487	0,653215	disuelve componentes minerales en el sustrato, condiciona la asimilacion de estos, forma polimeros.
<i>Curtobacterium</i> spp	0,6958431	0,986137	catalizador de materia organica, desdobra complejos organicos celuloliticos, lignoliticos, en primera instancia son acidos carboxilicos.
<i>Micelia sterilia</i>	2,6523148	1,523125	micorriza especialmente importante en la ultima fase de la produccion de compost de apariencia blaquecina filamentosa
<i>Mucor mucedo</i>	1,325124	1,568955	cataliza vitaminas del complejo B a base de sustancias organicas.
<i>Myrothecium verrucaria</i>	0,9653217	0,965322	regulador de poblaciones nematoda en general en materia organica por medio de lisis de pared celular
<i>Nanzia</i> sp.	1,2030152	1,521249	cataliza complejos de materia organica, forma parte del ciclo del carbono organico de suelo COS
<i>Nigrospora sphaerica</i>	1,2032545	1,658549	biocatalizador de acidos humicos, que los acopla en complejos organicos en forma de clusters polimericos o nucleos citonutricionales
<i>Paecilomyces lilacinus</i>	0,69563214	0,956321	regulador de poblaciones nematoda en general en materia organica por medio de lisis de pared celular
<i>Periconia</i> spp.	1,2012475	2,650125	cataliza acidos humicos, la concentracion depende del contenido de materia organica depende de su grado de descomposicion
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	0,7512483	0,895412	bacteria benefica, localizada especialmente en procesos de quelacion de hierro, se la considera como una bacteria BPC
<i>Rhizopus stolonifer</i>	0,5321485	n.r.	biocataliza biomoleculas organicas complejas, con minerales edaficos, los quelatos son inestables, depende de pH
<i>Streptomyces griseus</i>	0,89985142	0,784518	forma amplia gama de sustancias antibioticas, forma colonias independientes de color blanco intenso, pequeñas de 2 a 3 mm de diametro.
<i>Trichoderma koningii</i>	0,3201405	n.r.	biocatalizador y predigestor de azufre, incluso en la formacion de proteinas complejas.
<i>Trichoderma harzianum</i>	0,9865124	1,142584	bioestimulante de sistema radicular por la formacion de auxinas fungales, tanto en la formacion de biomasa.

Anexo 3: Análisis químico y físico de las muestras de compost.

RESULTADOS DE ANALISIS QUIMICO DE ABONOS ORGANICOS

Identificación	No. Lab.	pH	C.Elec.	N.Total	M.O	P	K	Ca	Mg	Na	S	Fe	Cu	Mn	Zn	B	REL. C/N	ACID HUMICOS	ACIDOS FULVICOS
			mS/cm	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	ppm	%	ppm	ppm	Relación C/N	%
			Nitrógeno	M.Org.	Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio	Sodio	Azufre	Hierro	Cobre	Manganeso	Zinc	Boro				
T1		5,60	17,34	5,50	28,9	2,25	1,80	3,5	0,55	0,50	0,28	1,18	155	0,22	188	5,5	11,1	1,1	0,92
T2		6,50	22,02	9,90	33,8	3,30	2,60	3,2	0,88	0,42	0,3	1,2	180	0,31	193	67	12,3	1,5	0,75

FACTORES BIOQUIMICOS		
ESTABILIDAD	T1	T2
Temperatura	Estable	Estable
COLOR	Marrón	Marrón
OLOR	Tierra	Tierra
No. Termofilos	decreciente	decreciente
RESPIRACION	< 12 mg g	< 5 mg g
DOO	< 200 mg ps.	< 700 mg ps
ATP	Estable	Estable
ACTIVIDAD	incrementa	incrementa
ENZIMAS	Estable	hasta
HIDROSOLUBILES	Estable	Estable
POLISACARIDOS	< 10 mg gluc g	< 44 mg gluc g
REDUCCION DE AZUCARES	30%	18%

DR. CARLOS FALCONI BORJA PH.D.  
 LABORATORIOS  
 Bionika Labs  
 0999796977 - 0988087239  
 www.BDKI.EU

**Anexo 4: Análisis microbiológico de la sustancia líquida (MOBs)**

**ANALISIS DE LABORATORIO  
PSL -0251 MICROBIOLOGICO SUSTANCIA LIQUIDA**

**DATOS DE IDENTIFICACION**

<b>NOMBRE DEL PROPIETARIO:</b> Ing. Ronaldo Bermeo	<b>CODIGO DEL CLIENTE:</b> RB-251
<b>FECHA DE INGRESO:</b> 05.10.2011	<b>FECHA DE INFORME:</b> 18.10.2021
<b>ORDEN DE TRABAJO No.:</b> 0251	<b>FACTURA:</b> 4826
<b>LOTE DE PRODUCCION:</b> No reportado	<b>BATCH:</b> no reportado
<b>TIPO DE ANALISIS:</b> microorganismos	<b>TECNICAS:</b> MB, CE, <del>NK</del> ,
<b>EMAIL:</b> ronaldobermeo578@gmail.com	<b>TELF.:</b> 0967398196

**RESULTADOS**

**MUESTRA No. 1. ANALISIS MICROBIOLOGICO DE BIOL**

<b><u>MICROORGANISMO</u></b>	<b><u>EVALUACIONES</u></b>	
	<b><u>UFC ml<sup>-1</sup></u></b>	<b><u>Especificación Ecológica Biocatalítica</u></b>
<i>Actinomyces sp.</i>	0.1201258	BDC – BPA, R
<i>Bacillus subtilis</i>	1.8512456	BPA, R-O, BDM
<i>Bacillus megaterium</i>	0.8951247	BPA, BDF, BDM
<i>Enterobacter sp.</i>	0.1031745	BPA, BDM
<i>Erwinia sp.</i>	1.8124787	BDM, R-O
<i>Hansenula sp.</i>	1.7584755	LC, R
<i>Lactobacter sp.</i>	2.2015425	BMA, R, BDM
<i>Lactobacillus sp.</i>	1.2514521	BMA, O
<i>Pichia sp.</i>	1.6521205	LS
<i>Rhodotorula sp.</i>	0.7452187	BDN
<i>Saccharomyces spp.</i>	2.9568978	LN
<i>Streptomyces sp.</i>	1.9896539	BPA
<i>Staphylotrichum sp.</i>	0.9865387	LS, R
<i>Thiobacillus spp.</i>	1.0985485	BDS,
<i>Thermomyces sp.</i>	1.6532589	BPA, BDC
<i>Trichosporium sp.</i>	2.8542485	HN

**S** = saprofito; **BPA** = bacteria con potencial antagonista; **BDS**= bacteria desdobladora de azufre; **BN** = Bacteria neutral; **HF** = hongo fitopatogénico; **HPA** = hongo con potencial antagonista; **HS**= hongo saprofito; **HS-OP** = hongo saprofito potencial patogénico; **LPA** = levadura con potencial antagonista; **LC**= levadura saponificadota; **LS**= levadura saprofito; **LN** = Levadura neutral; **BES** = bacteria endosimbiontica; **BDH**= bacteria desdobladora de hierro; **BDN**= bacteria desdobladora de nitrógeno; **BDA**= bacteria desdobladora de azufre; **BDC**= Bacteria desdobladora de materia orgánica; **BDF**= bacteria desdobladora de fosforo; **BDM**= bacteria desdobladora de minerales; **BMA**= bacteria modificadora de

**Anexo 5: Datos de las variables analizadas en las plantas de maíz.**

Tratamientos	Altura (cm)	Longitud de la raíz (cm)	Diámetro del tallo (cm)
T1R1	45	35	1,8
T1R2	49	36	2
T1R3	46	38	1,9
T1R4	44	32	2
T2R1	45	40	1,8
T2R2	48	36	1,8
T2R3	54	38	1,9
T2R4	45	35	2,1
T3R1	50	34	2,1
T3R2	48	40	2,2
T3R3	49	42	2,1
T3R4	47	37	2
T4R1	53	38	1,9
T4R2	52	42	2,3
T4R3	50	35	2,5
T4R4	49	36	2,6
T5R1	40	39	1,3
T5R2	38	43	1,5
T5R3	44	32	1,6
T5R4	41	30	1,9

## AUTORIZACION DE PUBLICACION EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Yo, **Ronaldo Patricio Bermeo Panjon** portador de la cédula de ciudadanía N.º 1400735559. En calidad de autor/a y titular de los derechos patrimoniales del trabajo de titulación **“Calidad de compost de residuos agropecuarios con inoculación de microorganismos benéficos, en la parroquia Sevilla Don Bosco y su efecto en la germinación de maíz”** de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconozco a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos, Así mismo; autorizo a la Universidad para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, **23 de marzo de 2022**



F: .....

Ronaldo Patricio Bermeo Panjon

1400735559