



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**SEDE MORONA SANTIAGO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**CARRERA INGENIERÍA AMBIENTAL**

**“EVALUACIÓN DE CINCO DOSIFICACIONES DE  
VERMICOMPOST EN EL CULTIVO DE TOMATE “*Solanum  
Lycopersicum*” EN LOS INVERNADEROS DEL GRUPO TOMAC  
EN LA PARROQUIA GENERAL PROAÑO”**

**Trabajo de Integración Curricular**

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERO AMBIENTAL**

**AUTOR:**

**JASMANY MANUEL JARAMILLO VILLARREAL**

Macas – Ecuador

2023



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**SEDE MORONA SANTIAGO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**“EVALUACIÓN DE CINCO DOSIFICACIONES DE  
VERMICOMPOST EN EL CULTIVO DE TOMATE “*Solanum  
Lycopersicum*” EN LOS INVERNADEROS DEL GRUPO TOMAC  
EN LA PARROQUIA GENERAL PROAÑO”**

**Trabajo de Integración Curricular**

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERO AMBIENTAL**

**AUTOR: JASMANY MANUEL JARAMILLO VILLARREAL**

**DIRECTOR: ING. LUIS PATRICIO TIERRA PÉREZ, M. Sc.**

Macas – Ecuador

2023

**©2023, Jasmany Manuel Jaramillo Villarreal**

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

Yo, JASMANY MANUEL JARAMILLO VILLARREAL, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Macas, 22 diciembre del 2023



**Jasmanny Manuel Jaramillo Villarreal**

**140128077-9**

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

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Proyecto de Investigación, **“EVALUACIÓN DE CINCO DOSIFICACIONES DE VERMICOMPOST EN EL CULTIVO DE TOMATE *Solanum Lycopersicum*” EN LOS INVERNADEROS DEL GRUPO TOMAC EN LA PARROQUIA GENERAL PROAÑO**”, realizado por el señor, **JASMANY MANUEL JARAMILLO VILLARREAL**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos y legales; en tal virtud el Tribunal autoriza su presentación.

	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Mgtr. Ing. Orlando Efraín Bravo Calle <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>		2023 – 12 – 20
M. Sc. Ing. Luis Patricio Tierra Pérez <b>DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>		2023 – 12 – 20
M. Cs. Ing. Jessica Paola Arcos Logroño <b>ASESORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>		2023 – 12 – 20

## DEDICATORIA

El siguiente proyecto de investigación va dedicado a toda mi familia, a mis herman@s, Skarley Jaramillo, Jhoseth Jaramillo y Jorge Luis Jaramillo, quienes siempre han estado al pendiente dándome ánimos para seguir superándome cada día, para mi padre Manuel Humberto Jaramillo Gonzales el cuál siempre estuvo ahí, apoyándome tanto económica y moralmente para que logre mis objetivos, él nunca se dio por vencido conmigo y me hace muy feliz entregarle este logro, a mi madre Teresa Patricia Villarreal Jaramillo quien con sus consejos y perseverancia nunca dudo de mis capacidades para lograr este tan anhelado sueño. A mis sobrinos los cuales me dan fuerza para lograr esta meta y la cual les sirva de inspiración para que ellos tambien nunca se den por vencidos y luchen por sus sueños.

Quiero agradecer de manera especial a mi novia Marie Shantal Alarcón Vega que de manera desinteresada me ayudo, motivo y siempre creyó en mí a pesar de todo y quién me dio a mi hijo Enrique Jasmany Jaramillo Alarcón el cual con su llegada a este mundo me dio más fuerzas y motivación para nunca darme por vencido y ser un ejemplo para él.

Quiero aprovechar para dedicar este logro a mi cuñado Juan Mejía quien ahora se encuentra junto a nuestro creador, él siempre me decía Jasmany aprovecha tu juventud y trabaja como nunca, me hubiera gustado que este aquí para que vea y sepa que lo logré, un abrazo al cielo querido cuñado.

Jasmany

## AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios y a la vida porque a pesar de las caídas nunca me di por vencido y seguí luchando para lograr mis objetivos. Doy gracias eternas a mis padres quienes me dieron la vida y nunca han dejado de creer en mí y me han apoyado cada día, me aconsejaron para ser una persona de bien y que el sacrificio que realizaron día a día al final tuvo sus frutos, estoy feliz de que este logro los deje tranquilos y los pueda enorgullecer.

Quiero agradecer a la Universidad Politécnica de Chimborazo sede Morona Santiago por abrirme las puertas y permitirme formarme como profesional y persona con buenos valores, a mi director del trabajo de integración curricular al Ingeniero Patricio Tierra, a mi asesora del trabajo la Ingeniera Jessica Arcos, a mi Docente Ingeniero Patricio Méndez y al director de la carrera Ingeniero Miguel Osorio, quienes fueron parte fundamental en mi transición como persona de bien y aporte a la sociedad.

Jasmany

## ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiii
RESUMEN .....	xiv
ABSTRACT.....	xv
INTRODUCCIÓN .....	1

### CAPÍTULO I

1.	PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	3
1.1.	Planteamiento del Problema .....	3
1.2.	Delimitaciones y Limitaciones.....	4
1.3.	Problema General de Investigación.....	4
1.4.	Problemas específicos de la investigación .....	4
1.5.	Objetivos .....	5
1.5.1.	<i>Objetivo General</i> .....	5
1.5.2.	<i>Objetivos Específicos</i> .....	5
1.6.	Justificación .....	5
1.6.1.	<i>Justificación Teórica</i> .....	5
1.7.	Hipótesis.....	7

### CAPÍTULO II

2.	MARCO TEÓRICO .....	8
2.1.	Antecedentes de la Investigación .....	8
2.2.	Bases Conceptuales .....	9
2.2.1.	<i>El Suelo</i> .....	9
2.2.2.	<i>Abonos Orgánicos</i> .....	9
2.2.3.	<i>Calidad del Suelo</i> .....	9
2.2.4.	<i>Muestreo de Suelo</i> .....	10
2.2.5.	<i>Tipo de muestras</i> .....	10
2.2.5.1.	<i>Simple</i> .....	10
2.2.5.2.	<i>Compuesta</i> .....	10



2.2.6.	<i>Tamaño del área y número de muestras</i> .....	11
2.2.7.	<i>Profundidad de muestreo</i> .....	11
2.2.8.	<i>Análisis de Suelos</i> .....	11
2.2.9.	<i>Interpretación de análisis de suelos</i> .....	11
2.3.	<b>Bases Teóricas</b> .....	12
2.3.1.	<i>Suelos Agrícolas</i> .....	12
2.3.2.	<i>Tipos de Abonos Orgánicos</i> .....	12
2.3.2.1.	<i>Compost</i> .....	12
2.3.2.2.	<i>Ventajas del vermicompost:</i> .....	13
2.3.2.3.	<i>Bokashi</i> .....	13
2.3.2.4.	<i>Humus de Lombriz o Vermicompost</i> .....	14
2.3.2.5.	<i>Vermicompostaje</i> .....	15
2.3.3.	<i>Importancia del Suelo</i> .....	19
2.3.4.	<i>Propiedades físicas del suelo</i> .....	20
2.3.5.	<i>Propiedades Químicas del Suelo</i> .....	22
2.3.5.1.	<i>Capacidad de intercambio catiónico</i> .....	22
2.3.5.2.	<i>pH</i> .....	22
2.3.5.3.	<i>Nutrientes para las plantas</i> .....	22
2.3.5.4.	<i>Conductividad eléctrica</i> .....	23
2.3.5.5.	<i>Materia orgánica</i> .....	23
2.3.6.	<i>Propiedades Biológicas del Suelo</i> .....	23
2.3.6.1.	<i>Contenido de materia orgánica en el suelo</i> .....	23
2.3.6.2.	<i>Fauna del suelo</i> .....	24
2.3.7.	<b>Tomate Riñón “<i>Solanum Lycopersicum</i>”</b> .....	24
2.3.7.1.	<i>Cultivo de Tomate Riñón</i> .....	26
2.3.7.2.	<i>Producción de tomate riñón en el Ecuador</i> .....	26
2.3.7.3.	<i>Características morfológicas del tomate</i> .....	26
2.3.7.4.	<i>Requerimientos edafológicos y climáticos</i> .....	28
2.3.7.5.	<i>Manejo de la cosecha del tomate</i> .....	29
2.3.7.6.	<i>Manejo de la postcosecha del tomate</i> .....	29
2.3.7.7.	<i>Calidad del tomate</i> .....	30

### CAPÍTULO III

3.	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	31
3.1.	<b>Enfoque de la Investigación</b> .....	31

3.2.	<b>Alcance de la Investigación</b> .....	31
3.3.	<b>Diseño de la Investigación</b> .....	31
3.3.1.	<b><i>Diseño experimental</i></b> .....	31
3.3.1.1.	<i>Unidades Experimentales</i> .....	31
3.3.1.2.	<i>Materiales, Equipos e Insumos</i> .....	32
3.3.1.3.	<i>Mediciones Experimentales</i> .....	32
3.3.1.4.	<i>Tratamientos y diseño experimental</i> .....	32
3.3.1.5.	<i>Análisis estadísticos y pruebas de significancia</i> .....	33
3.4.	<b>Tipo de investigación</b> .....	34
3.5.	<b>Método de investigación</b> .....	34
3.6.	<b>Técnicas e Instrumentos de investigación</b> .....	35
3.6.1.	<b><i>Muestreo del suelo para el análisis físico – químico.</i></b> .....	35
3.6.1.1.	<i>Puntos de muestreo</i> .....	35
3.6.1.2.	<i>Tamaño de la muestra</i> .....	36
3.6.1.3.	<i>Procedimiento para la recolección de la muestra de suelo</i> .....	36
3.6.1.4.	<i>Materiales y equipos para el muestreo del suelo</i> .....	37
3.6.2.	<b><i>Medición de las variables experimentales</i></b> .....	37
3.6.3.	<b><i>Procedimiento Experimental:</i></b> .....	38

## CAPÍTULO IV

4.	<b>MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS</b> .....	40
4.1.	<b>Procesamiento, análisis e interpretación de resultados</b> .....	40
4.1.1.	<b><i>Caracterización física y química del suelo y del vermicompost.</i></b> .....	40
4.1.2.	<b><i>Evaluación de las dosificaciones de vermicompost en el cultivo de tomate riñón “Solanum Lycopersicum” en invernadero.</i></b> .....	41
4.1.2.1.	<i>Resultados del primer período (20 días después de las dosificaciones)</i> .....	41
4.1.2.2.	<i>Resultados del segundo período (50 días después de las dosificaciones).</i> .....	42
4.1.2.3.	<i>Resultados del tercer período (80 días después de las dosificaciones).</i> .....	43
4.2.	<b>Discusión</b> .....	44
4.2.1.	<b><i>Caracterización del suelo agrícola y del vermicompost</i></b> .....	44
4.2.2.	<b><i>Evaluación de las dosificaciones de vermicompost en el tomate riñón “Solanum Lycopersicum”</i></b> .....	46
4.2.2.1.	<i>Longitud del Tallo (D.T) (cm)</i> .....	47
4.2.2.2.	<i>Diámetro del Tallo (D.T) (cm)</i> .....	49
4.2.2.3.	<i>Numero de Flores (N. FL)</i> .....	50

4.2.2.4.	<i>Número de Frutos (N.FR)</i> .....	51
4.2.2.5.	<i>Diámetro del Fruto (D. FR) (cm)</i> .....	53

## **CAPÍTULO V**

5.	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	55
5.1.	<b>Conclusiones</b> .....	55
4.3.	<b>Recomendaciones</b> .....	56

## **BIBLIOGRAFÍA**

## **ANEXOS**

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 2-1:</b> Residuos orgánicos no convencionales para vermicompostaje .....	16
<b>Tabla 2-2:</b> Taxonomía de la Lombriz Roja Californiana o <i>Eisenia Foétida</i> .....	17
<b>Tabla 2-3:</b> Parámetros para un ambiente adecuado en la vermicompostera .....	18
<b>Tabla 2-4:</b> Materiales usados en la vermicompostera .....	18
<b>Tabla 2-5:</b> Parámetros físicos del suelo .....	20
<b>Tabla 2-6:</b> Contenido nutricional del Tomate Riñón " <i>Solanum Lycopersicum</i> " .....	25
<b>Tabla 3-1:</b> Materiales y Equipos .....	32
<b>Tabla 3-2:</b> Insumos.....	32
<b>Tabla 3-3:</b> Esquema del Experimento .....	33
<b>Tabla 3-4:</b> Esquema del Análisis de Varianza (ANOVA) .....	34
<b>Tabla 3-5:</b> Coordenadas UTM de los puntos de muestreo .....	36
<b>Tabla 4-1:</b> Caracterización física – química del suelo .....	40
<b>Tabla 4-2:</b> Caracterización física – química del vermicompost.....	41
<b>Tabla 4-3:</b> Efecto de los niveles de vermicompost en el primer período. ....	42
<b>Tabla 4-4:</b> Efecto de los niveles de vermicompost en el segundo período. ....	43
<b>Tabla 4-5:</b> Efecto de los niveles de vermicompost en el tercer período .....	44
<b>Tabla 4-6:</b> Criterios de remediación o restauración del suelo .....	45
<b>Tabla 4-7:</b> pH del suelo.....	45

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 2-1:</b> Proceso de elaboración de compost.....	13
<b>Ilustración 2-2:</b> Bokashi .....	14
<b>Ilustración 2-3:</b> Lombriz Roja Californiana o <i>Eisenia Foétida</i> .....	17
<b>Ilustración 2-4:</b> Vermicompostaje.....	19
<b>Ilustración 2-5:</b> Hojas y tallos del tomate riñón .....	27
<b>Ilustración 2-6:</b> Flor del tomate riñón.....	27
<b>Ilustración 2-7:</b> Fruto del tomate riñón.....	28
<b>Ilustración 3-1:</b> Prácticas de muestreo de suelos para ambientes uniformes (Adaptado de Nebraska Agricultural Extensión Service).....	35
<b>Ilustración 4-1:</b> Longitud del tallo de la planta de tomate " <i>Solanum Lycopersicum</i> " por períodos.....	47
<b>Ilustración 4-2:</b> Diámetro del tallo de la planta de tomate " <i>Solanum Lycopersicum</i> " por períodos.....	49
<b>Ilustración 4-3:</b> Número de flores de la planta de tomate " <i>Solanum Lycopersicum</i> " por períodos.....	50
<b>Ilustración 4-4:</b> Número de frutos de la planta de tomate " <i>Solanum Lycopersicum</i> ", por períodos.....	51
<b>Ilustración 4-5:</b> Diámetro del fruto de la planta de tomate " <i>Solanum Lycopersicum</i> " .....	53
<b>Ilustración 4-6:</b> Análisis de regresión lineal del diámetro de los frutos de la planta de tomate .....	54

## ÍNDICE DE ANEXOS

**ANEXO A:** PRIMER PERIODO – BASE DE DATOS DE LA EVALUACIÓN DE LAS DOSIFICACIONES DE VERMICOMPOST EN EL CULTIVO DE TOMATE RIÑÓN

**ANEXO B:** PRIMER PERIODO – LONGITUD DEL TALLO Y DIÁMETRO DEL TALLO

**ANEXO C:** SEGUNDO PERIODO – BASE DE DATOS DE LA EVALUACIÓN DE LAS DOSIFICACIONES DE VERMICOMPOST EN EL CULTIVO DE TOMATE RIÑÓN

**ANEXO D:** SEGUNDO PERIODO – LONGITUD Y DIÁMETRO DEL TALLO, NUMERO DE FLORES Y NUMERO DE FRUTOS

**ANEXO E:** TERCER PERIODO – BASE DE DATOS DE LA EVALUACIÓN DE LAS DOSIFICACIONES DE VERMICOMPOST EN EL CULTIVO DE TOMATE RIÑÓN

**ANEXO F:** TERCER PERIODO – LONGITUD Y DIÁMETRO DEL TALLO, NUMERO DE FLORES Y NUMERO DE FRUTOS, DIAMETRO DEL FRUTO.

**ANEXO G:** PROCESO Y ELABORACIÓN DEL VERMICOMPOST.

**ANEXO H:** RECONOCIMIENTO DEL LUGAR Y MUESTREO DEL SUELO

**ANEXO I:** PREPARACIÓN DEL TERRENO Y SIEMBRA DE LAS PLANTAS DE “*Solanum Lycopersicum*”.

**ANEXO J:** DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO Y APLICACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS.

**ANEXO K:** MONITOREO, LABORES CULTURALES Y TOMA DE DATOS.

**ANEXO L:** ANÁLISIS DEL SUELO DONDE SE CULTIVÓ EL “*Solanum Lycopersicum*”

**ANEXO M:** ANÁLISIS FÍSICO Y QUÍMICO DEL VERMICOMPOST.

## RESUMEN

La presente investigación se realizó en los invernaderos “del Grupo Tomac” donde se produce “*Solanum Lycopersicum*”, en la parroquia General Proaño – Macas. Para el desarrollo experimental se aplicó un Diseño en Bloques Completamente al Azar con un tratamiento testigo, cinco tratamientos con cinco repeticiones, compuesto por 25 unidades experimentales, se utilizó diferentes dosificaciones de vermicompost (0,50; 1,00; 1,60; 2,00 y 4,00) kg/planta, los resultados fueron analizados mediante el paquete estadístico InfoStat. El suelo agrícola presentó los valores de pH: 4,86; C.E: 1,16 ds/m; humedad: 41,5%; materia orgánica: 12,28%; N total: 0,61%; P: 10,3mg/Kg; K: 0,47cmol/Kg; Ca: 4,69cmol/Kg; Mg: 1,29cmol/Kg; Zn: 2,55mg/Kg; Mn: 30,46mg/Kg, presentando agregados de Arena: 45,10%; Limo: 17,60% y Arcilla: 37,30%; dando una textura arenosa arcillosa (Aa), mientras que el vermicompost presentó valores de pH: 6,14; C.E: 0,47 ds/m; humedad: 70%; materia orgánica: 8,54%; N total: 0,43%; P: 117,6mg/Kg; K: 1,8 cmol/Kg; Ca: 9,68 cmol/Kg; Mg: 1,69cmol/Kg; Zn: 3,87 mg/Kg; Mn: 21,11 mg/Kg, con una textura de granulometría muy fina. Por el efecto de la aplicación de las dosificaciones de vermicompost se encontró que sí hubo un efecto en las variables experimentales de la planta como longitud de tallo, diámetro de tallo, número de flores y frutos, diámetro del fruto. El tratamiento que obtuvo mejores resultados correspondió al T5 de dosificaciones de 4kg/planta con la longitud de tallo 159,31 cm; el diámetro del tallo 5,18 cm; el número de flores y frutos con 9 y 15 respectivamente; el diámetro de los frutos 7,76 cm considerándose el más apto para la obtención de buenos resultados en la cosecha del tomate.

**Palabras clave:** <SUELO>, <TOMATE RIÑÓN “*Solanum Lycopersicum*”>, <MATERIA ORGÁNICA>, <ENFOQUE CUANTITATIVO>, <PH>, <HUMEDAD>, <VERMICOMPOST>, <LOMBRICOMPUESTO>

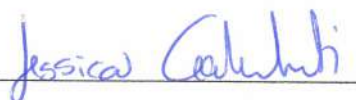


## ABSTRACT

The present research took place in the greenhouses "del Grupo Tomac" where "Solanum Lycopersicum" is produced, in the civil parish of General Proaño - Macas. For the experimental development, it was applied a completely randomized block design based on a control treatment: five treatments with five replications, composed of 25 experimental units, and different dosages of vermicompost (0.50, 1.00, 1.60, 2.00, and 4.00) kg/plant. Instead, the results were analyzed using the statistical package InfoStat. The agricultural soil presented pH values: 4.86; C. E: 1.16 ds/m; humidity: 41.5%; organic matter: 12.28%; total N: 0.61%; P: 10.3mg/Kg; K: 0.47cmol/Kg; Ca: 4.69cmol/Kg; Mg: 1.29cmol/Kg; Zn: 2.55mg/Kg; Mn: 30.46mg/Kg, presenting aggregates of Sand: 45.10%; Silt: 17.60% and Clay: 37.30%; giving a sandy clay texture (Aa), while the vermicompost presented values of pH: 6.14; C. E: 0.47 ds/m; humidity: 70%; organic matter: 8.54%; total N: 0.43%; P: 117.6mg/Kg; K: 1.8 cmol/Kg; Ca: 9.68 cmol/Kg; Mg: 1.69cmol/Kg; Zn: 3.87 mg/Kg; Mn: 21.11 mg/Kg, with a very fine granulometry texture. For the effect of the application of the dosages of vermicompost, it was determined that there was an effect on the experimental variables of the plant as stem length, stem diameter, number of flowers and fruits, and fruit diameter.

The treatment that obtained the best results corresponded to T5 with a dosage of 4kg/plant with a stem length of 159.31 cm, stem diameter of 5.18 cm; the number of flowers and fruits with 9 and 15 respectively; fruit diameter of 7.76 cm, being considered the most suitable for obtaining good results in the tomato harvest.

**Palabras clave:** <SOIL>, <TOMATO "Solanum Lycopersicum">, <ORGANIC MATTER>, <QUANTITATIVE APPROACH>, <PH>, <HUMIDITY>, <VERMICOMPOST>, <WORM COMPOST>



Lic. Jessica Galimberti Mg.

CI 1756468482



## INTRODUCCIÓN

El sector de la agricultura ha llevado a la sociedad humana a su subsistencia y desarrollo, es un importante fuente de ingresos para la economía mundial y para la alimentación de la población, se estima que hasta el año 2050 será necesario al menos el 70% de la producción de comida para mantener la seguridad alimentaria a nivel global (Vinchira & Moreno, 2019, p.2), así mismo el sector agropecuario con el uso irracional del suelo y la aplicación de productos químicos está impactando en los individuos, los ecosistemas, los hábitats y la biodiversidad e incluso afectando la calidad de los suelos consecuencia del mal manejo y el uso de prácticas insostenibles.

Entre las prácticas sostenibles que nos garantizan un mejor manejo del suelo para la producción agrícola se encuentra el uso de vermicompost, un abono de origen orgánico que se obtiene del vermicompostaje, un proceso combinado entre lombrices y microorganismos que en condiciones aerobias y mesófilas convierten los residuos orgánicos en vermicompost un producto final estable, homogéneo y de granulometría fina con alto valor agrícola (Villegas & Laines, 2017, p.393), los microorganismos son los responsables de la degradación bioquímica de la materia orgánica, mientras que las lombrices conducen el proceso mediante la fragmentación y el acondicionamiento del sustrato para la actividad microbiológica (Villegas & Laines, 2017, p.394), la lombriz más usada es la *Eisenia Foétida* o Lombriz Roja Californiana, esta especie muy hábil se alimenta cada 24 horas y obtiene su alimento a partir de materiales orgánicos vegetales, animales o mixtos en diferente estado de descomposición produciendo más biomasa y estiércol (Roman et al., 2013, p. 68).

De acuerdo con Chakraborty et al., (2008) la aplicación de vermicompost mejora la calidad y presentación de los productos hortícolas, así mismo Kale (1998) sostiene que el nivel de los nutrientes es más alto y mejora la estructura del suelo lo que conlleva a mejorar la fertilidad, productividad y las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos agrícolas (Roblero et al., 2014, p. 1496).

La comercialización del tomate riñón bajo invernadero es una de las actividades agrícolas que más se ha realizado durante la última década a nivel mundial (Montaño et.al., 2021, p.1187). Las actividades de cultivo, producción y comercio del producto han aumentado significativamente, siendo una de las hortalizas más cultivadas en el mundo, su consumo es masivo y su popularidad aumenta debido a su alta producción y rentabilidad.

En el país la superficie de terreno que se utilizó hasta el año 2021 con fines agropecuarios en cultivos transitorios como el tomate riñón alcanzó 841.994 hectáreas (INEC, ESPAC, 2022, p.6), mientras tanto en Morona Santiago se registró a la agricultura extensiva como la principal actividad económica lo cual se evidenció con la presencia de monocultivos que ocasionan que sea más común el uso de agroquímicos en grandes extensiones de suelo (GADPMS, 2019, p.110), así mismo Arteaga (2003) advierte que el uso irracional de los suelos constituye un problema global que nos afecta de manera directa e indirecta (Augusto et al. 2015, p.98), por tal motivo se busca alternativas de fertilización y bioestimulación de origen orgánico que pueden ayudar en la conservación o mejoramiento de las características de los suelos que, según la Asociación de Agricultores de Cañar AAIC (2003), la falta de experiencia y el mal manejo de los sistemas agrícolas, así como el uso de agroquímicos, está causando la disminución de la productividad en los cultivos generando erosión y degradación que afecta a las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos (Caguana, 2003, p.9).

## CAPÍTULO I

### 1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1. Planteamiento del Problema

El suelo es un recurso natural poco valorado por el ser humano, es parte esencial del paisaje y es considerado no renovable (Burbano, 2010, p.55) debido a que requiere de largos periodos de tiempo para su regeneración además que las condiciones para que esto suceda deben ser óptimas. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura señala que una de las principales causas de las presiones en los recursos de aguas, tierras y suelos es la agricultura, en donde el uso de insumos químicos (inorgánicos), la mecanización agrícola y la intensidad de monocultivos está produciendo una serie de externalidades que afectan también a otros sectores al degradar la tierra y contaminar los recursos hídricos, este deterioro provocado por la actividad antropogénica reduce el potencial de producción de alimentos nutritivos, la biodiversidad y los ecosistemas que sustentan los medios de vida (FAO & GTIS, 2016, p.10).

Mediante las prácticas agrícolas sostenibles se puede mejorar el estado de los suelos y la eficiencia de los recursos preservando la calidad del suelo y la restauración de las tierras degradadas y erosionadas (FAO & GTIS, 2016, p.36), el uso de abonos orgánicos constituye una de las alternativas principales en la agricultura sustentable fundamentalmente aquello que se obtienen a partir de fuentes orgánicas de carácter reciclable como el compost y el vermicompost (Luna et al., 2015, p.67).

En Morona Santiago desde el año de 1990 la agricultura ha venido ocupando la mayor parte de la cobertura vegetal del suelo, cambiando de bosque nativo a tierra agropecuaria (Camacho – López et al., 2022, p.797). En la parroquia General Proaño, durante los últimos años se desarrolla actividades agrícolas de cultivo y producción de tomate riñón en los invernaderos del “Grupo Tomac”, estas actividades afectan directamente el estado de los suelos poniendo en riesgo el recurso, por tal motivo y por los beneficios que representa el uso de abonos o enmiendas orgánicas en los suelos y siendo esta una manera efectiva de mejorar las propiedades físicas, químicas y microbiológicas, incrementar la materia orgánica, mantener la humedad y aumentar el rendimiento de los suelos, se encontró necesario realizar este estudio que tiene por objetivo evaluar diferentes dosificaciones de vermicompost en los suelos donde se cultiva el tomate riñón “*Solanum Lycopersicum*”.

## **1.2. Delimitaciones y Limitaciones**

La presente investigación tuvo como propósito, evaluar cinco dosificaciones de vermicompost como fertilizante orgánico en el cultivo de tomate riñón "*Solanum Lycopersicum*" en uno de los tres invernaderos pertenecientes al 'Grupo Tomac'. En la investigación se comparó el efecto de las dosificaciones sobre las variables experimentales de la planta, tales como longitud del tallo, diámetro del tallo, número de flores y frutos y diámetro del fruto. Se delimitó el estudio a un período de tiempo específico de 18 semanas y a condiciones de invernadero controladas.

Los factores como el tiempo de cultivo y cosecha, el control de enfermedades y plagas, así como el uso de técnicas culturales, fueron limitaciones que influyeron en el desarrollo de la investigación.

## **1.3. Problema General de Investigación**

¿Cómo influye las dosificaciones de vermicompost en la fertilización del suelo donde se produce el tomate riñón "*Solanum Lycopersicum*"?

## **1.4. Problemas específicos de la investigación**

- ¿En qué estado se encuentran las propiedades físicas y químicas del suelo donde se produce el tomate riñón "*Solanum Lycopersicum*"?
- ¿Cuál es el efecto de las diferentes dosificaciones de vermicompost como fertilizante orgánico en el tomate riñón "*Solanum Lycopersicum*"?
- ¿Cuál tratamiento de vermicompost es el adecuado en la producción del tomate riñón "*Solanum Lycopersicum*"?

## **1.5. Objetivos**

### ***1.5.1. Objetivo General***

Evaluar cinco dosificaciones de vermicompost en el cultivo de “*Solanum Lycopersicum*” en los invernaderos del grupo Tomac en la Parroquia General Proaño.

### ***1.5.2. Objetivos Específicos***

- Determinar las propiedades físico y químicas iniciales del suelo, mediante pruebas de laboratorio.
- Medir el efecto de (0,5; 1,0; 1,6; 2,0; 4,0) Kg/planta de vermicompost como fertilizante en los cultivos de “*Solanum Lycopersicum*” en los invernaderos del “Grupo Tomac”, en la parroquia General Proaño
- Comprobar los beneficios del vermicompost como alternativa de fertilización en el cultivo del “*Solanum Lycopersicum*”

## **1.6. Justificación**

### ***1.6.1. Justificación Teórica y Práctica***

Las siguientes investigaciones establecen la importancia del uso del vermicompost como fertilizante y remediador de suelos, según el estudio desarrollado por Roblero et al., (2014, p. 1495 - 1500) en Sinaloa, México se evaluó cinco dosificaciones de vermicompost en el cultivo de tomate riñon “*Solanum Lycopersicum*”, se administró abono orgánico (vermicomposta) en base a estiércol de ganado vacuno y con desechos orgánicos de cocina en proporción 9:1, y con un fertilizante inorgánico como fuente de nitrógeno (Urea 46%). Las dosificaciones fueron: (0; 500; 1000; 1600, 2000 y 4000) kg ha<sup>-1</sup> de vermicompost y un testigo, se utilizó un diseño en bloques completamente al azar con tres repeticiones por tratamiento. Se estimó las siguientes variables morfológicas de la planta como, tamaño, número y peso de fruto. El tomate dosificado con más de 4000 kg ha<sup>-1</sup> de vermicomposta incrementó significativamente el número y tamaño del fruto en la planta, de ahí que se considera una opción viable para su utilización en cultivos comerciales de tomate.

En el estudio desarrollado por Correa, Santiago, 2013, en la provincia de Chimborazo, en el cantón Guano se pudo realizar la evaluación de diferentes dosis de vermicompost (4, 6, 8 t/ha) y giberelinas (250, 500, 750 ml/ha), en la producción forrajera del *Medicago sativa*, en esta investigación se usó un diseño en bloques al azar en arreglo bifactorial. El resultado de esta investigación dio como mejor resultado la dosificación con 8t/ha (T3), dando un resultado de cobertura basal (45,07%); producción de forraje verde (16,87 t/FV/ha/corte), número de tallos por planta (51,33), y número de hojas por tallo (117,43), con diferencias altamente significativas. En el segundo corte numéricamente se encontraron mejores respuestas en producción al forraje verde (17,32 t/FV/ha/corte), número de tallos por planta (52,44), y número de hojas por tallos (115,83), en el tratamiento T3. La aplicación de diferentes dosis de giberelinas no afectó estadísticamente los resultados. El resultado que se obtuvo recomienda aplicar en el *Medicago sativa*, 8 t/ha, de vermicompost porque se obtuvo una mayor cantidad de forraje verde por corte y se mejoró la calidad de suelo, lo que garantiza obtener rentabilidades económicas que beneficien a los productores y ganaderos.

Durán et al., (2010, p.86) en su trabajo investigativo llamado el efecto del vermicompostaje sobre las propiedades del suelo y la biomasa vegetal. Se utilizó como espacio físico un invernadero y se mezcló vermicompost en proporciones de 0, 25%, 50%, 75% y 100%; además en macetas de un litro se utilizó un Andisol (suelos negros de origen volcánico que típicamente se encuentran en zonas montañosas) y un Ultisol (suelo ácido) y se sembró sorgo (planta de cereal) cuatro veces consecutivas en periodos de 45 días. Los resultados sobre el suelo de las macetas fueron el incremento de los niveles de fósforo, calcio, magnesio, potasio y la capacidad de intercambio catiónico. La mayor acumulación de biomasa se logró con una proporción de 50% de vermicompostaje.

El objetivo del trabajo realizado por Fortis - Hernández et al., (2009, pp. 329 - 336) en el estudio “Aplicación de abonos orgánicos en la producción de maíz forrajero con riego por goteo” se evaluó el efecto de la aplicación de biocompost y vermicompost en la producción forrajera de un híbrido de maíz amarillo bajo riego por goteo. Los tratamientos consistieron en la aplicación de biocompost 30 Mg ha<sup>-1</sup>, vermicompost 10 Mg ha<sup>-1</sup>, fertilización química (N-P-K) 200 – 100 – 100 kg ha<sup>-1</sup> y un tratamiento sin fertilizar, se usó un diseño experimental de bloques al azar. Las variables evaluadas fueron la producción de forraje verde, la materia seca, la altura de planta, proteína cruda, fibra ácido detergente, fibra neutro detergente, nitratos, energía neta de lactancia, conductividad eléctrica y porcentaje de sodio intercambiable. Los mayores rendimientos de forraje correspondieron al vermicompost (64 Mg ha<sup>-1</sup>) y al biocompost (56 Mg ha<sup>-1</sup>); los relativos de materia seca fueron de 13 Mg ha<sup>-1</sup> y 11 Mg ha<sup>-1</sup>. El tratamiento con fertilización química ejerció

48 Mg ha<sup>-1</sup> de forraje verde y consiguió el valor más alto de proteína cruda con un 12.68%, seguido del testigo con 11.22%, sin embargo, los valores en los tratamientos compost (10.41%) y vermicompost (10.23%), se encuentran dentro del valor óptimo (10.33%) de proteína cruda para el cultivo. El biocompost produjo el mayor valor de fibra ácido detergente (28.68%), así como las mayores cantidades de nitratos, 49.44 mg kg<sup>-1</sup>, un valor por ciento de sodio intercambiable de 4.19 y una C.E de 2.85 mS cm<sup>-1</sup>. Con relación a la fibra neutro detergente los valores más altos correspondieron a la fertilización química y al testigo (sin fertilizar) con un valor de 52.18%. (Fortis - Hernández et al., 2009, p. 329) .

Así mismo en el artículo científico llamado VERMICOMPOSTAJE se estableció una breve revisión sobre las bases que dieron paso al uso de lombrices en la fertilización del suelo; desde civilizaciones antiguas hasta invernaderos de alta tecnología. El vermicompostaje está llamado a hacer la segunda revolución verde para la generación de fertilizantes orgánicos y producción de alimentos sanos e incluso para la generación de proteína de alta calidad como alimento animal. Se describen características de algunas especies de lombrices adecuadas para el vermicompostaje, así como la función que desempeñan en el reciclaje de la materia orgánica. Se hace una revisión de algunos residuos orgánicos convencionales utilizados como alimento para lombrices, que al ser estabilizados mejoran el suelo y promueven la producción de los cultivos (Villegas, Laines, 2017, p. 393 – 394).

### **1.7. Hipótesis**

¿Los abonos orgánicos como el vermicompost son la solución para un mejor manejo y conservación de los suelos agrícolas?

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes de la Investigación

La lombricultura o vermicultura no es reciente, se cree que en el antiguo Egipto ya se utilizaban a las lombrices con el fin de fertilizar los suelos (Villegas – Cornelio & Laines, 2017, p.395) en el siglo XIX se pudo explicar de forma científica el rol importante de las lombrices y es cuando Charles Darwin en su libro “La formación del mantillo vegetal” demostró que las lombrices están relacionadas con la descomposición de la materia vegetal muerta (Atuesta, 2022, p.5) y pasan por su intestino la mayor parte de la capa superficial del suelo, así mismo pueden procesar hasta 250 toneladas de suelo por hectárea al año lo que influye de manera significativa en las propiedades físicas, químicas y biológicas, otorgando a las lombrices un papel importante en la modificación de la estructura del suelo, acelerando la descomposición de la materia orgánica y el reciclado de los nutrientes (Dominguez & Velando, 2009, p.292), la vermicultura como actividad inicia a mediados del siglo XX y para los años cuarenta en Estados Unidos se intensifica su cultivo de manera comercial, especialmente usando la lombriz Roja Californiana, posteriormente en los años setenta en Estados Unidos, Holanda, Inglaterra y Canadá (Kumar, 2005; Vargas - Machuca et al., 2008 citado en Villegas – Cornelio & Laines, 2017, p.395) se da como proceso tecnológico y científico para tratar los residuos orgánicos y reducir los desechos sólidos en los vertederos (Schuldt, 2006; Sinha et al., 2010; citados en Villegas – Cornelio & Laines, 2017, p.394) en la actualidad se alcanza mayor relevancia en Europa, África, Asia, América Latina y Australia (Schuldt, 2006 citado en Villegas – Cornelio & Laines, 2017, p.396), mediante la vermicultura se puede reducir grandes volúmenes de desechos orgánicos generados en diversas actividades agrícolas, pecuarias, agroindustriales o domésticas que al ser procesados por las lombrices se transforma en lixiviados y humus sólido o también denominado vermicompost (Álvarez, 2018, p.3).

El vermicompost al ser aplicado al suelo es un excelente fertilizante orgánico capaz de recuperar suelos degradados, aumentar la fertilidad y mejorar su estructura (Álvarez, 2018, p.1), este proceso de vermicompostaje se ha convertido en una técnica de biorremediación que beneficia al desarrollo de los cultivos debido a su valor nutricional más alto que los abonos tradicionales, por lo que aporta nutrientes esenciales para mejorar la calidad de los suelos (Hussain & Abbasi, 2018 citado en Arenaza, 2021, p.9).



## **2.2. Bases Conceptuales**

### **2.2.1. *El Suelo***

De acuerdo con lo expuesto por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2023, párr. 1): el suelo es el medio natural en donde se desarrolla el ciclo vital de las plantas; también se define como un cuerpo natural compuesto por capas de materiales minerales meteorizados, materia orgánica, aire y agua. Es decir, el suelo es el producto de las acciones del tiempo, el clima, la topografía, los organismos y microorganismos sobre la corteza terrestre del planeta.

El suelo es la capa superficial de la corteza terrestre, situada por sobre el sustrato rocoso, integrada por partículas minerales, materia orgánica, agua, aire y organismos vivos, que cumple tanto funciones naturales como de uso (Ministerio Del Ambiente, 2015, p. 7).

### **2.2.2. *Abonos Orgánicos***

Los abonos orgánicos son el producto sólido obtenido a partir de la descomposición de residuos animales, vegetales o residuos sólidos con contenido porcentual de materia orgánica en forma de carbono orgánico oxidable (COO), presencia de agua en forma de humedad (H), capacidad de intercambio de cationes (CIC), cenizas (CEN), relación carbono-nitrógeno (C/N) y otros elementos.

Así mismo, como proceso productivo a nivel industrial, los abonos orgánicos son la transformación acelerada e irreversible a través de reacciones biooxidantes y catabólicas de un componente orgánico de origen biológico que en su proceso natural en condiciones aerobias serían resintetizados por organismos descomponedores endémicos del medio, enzimas endo y extracelulares presentes en el ambiente que al contacto con la materia orgánica, transforman la materia hasta obtener un producto heterogéneo con estabilidad química y sanitización (Peláez, 2007 citado en García; et al., 2009, p. 70).

### **2.2.3. *Calidad del Suelo***

Capacidad del suelo para funcionar dentro de los límites del ecosistema del cual forma parte y con el que interactúa, y que posibilita su utilización para un propósito específico en una escala amplia de tiempo (Ministerio Del Ambiente, 2015, p.3).

Según Doran y Parkin (1994), la calidad y la salud del suelo son conceptos relacionados, pero no iguales, pues la calidad es la utilidad del suelo para un propósito determinado (agricultura, vialidad, construcción, etc.) en un periodo de tiempo prolongado, la calidad del suelo se asocia con la sostenibilidad y para Buol (1995), la calidad y uso del suelo se basa en la capacidad de proporcionar elementos esenciales para los seres humanos. Por otro lado, para Karlen (1997 citado Cruz: et al., 2004, p. 91), la calidad del suelo se relaciona con su capacidad de funcionamiento e incluye atributos como fertilidad, productividad potencial y calidad ambiental.

#### **2.2.4. Muestreo de Suelo**

El muestreo del suelo es la acción de recolección de una cantidad determinada de materia del suelo en un tiempo y lugar específico, para posteriormente ser analizadas en laboratorios y caracterizar el mismo. La muestra se define como la cantidad representativa que presenta las mismas características o propiedades del material del que está compuesto el suelo.

#### **2.2.5. Tipo de muestras**

##### **2.2.5.1. Simple**

Es una muestra de suelo obtenida en una sola extracción; se utiliza generalmente en trabajos de investigación, extensión y en suelos homogéneos. La muestra debe tener un peso de 1 kg por hectárea de terreno.

##### **2.2.5.2. Compuesta**

Es una muestra de suelo obtenida de varias extracciones para posteriormente extraer 1 kg de muestra del suelo. Este muestreo es el más usado en planes de fertilización, se recomienda al menos seis y hasta doce submuestras por cada unidad de muestreo (Mendoza & Espinoza, 2017, p. 15).

### **2.2.6. *Tamaño del área y número de muestras***

El número de muestras depende directamente de las condiciones del lugar de estudio, es recomendable tomar al menos tres muestras por cada tipo de suelo.

Cada muestra debería tener entre seis y doce submuestras para alcanzar una precisión del 80% (Swenson; et al., 1984 citado en Mendoza & Espinoza, 2017, p. 16).

### **2.2.7. *Profundidad de muestreo***

La profundidad del muestreo está determinada por el tipo de cultivo, la finalidad del suelo y el propósito del análisis del suelo. La CORPOICA (2012 citado en Mendoza & Espinoza, 2017, p. 16), recomienda las siguientes profundidades:

- 0 a 10 cm para pastos utilizados en pastoreo.
- 0 a 25 cm para cultivos comerciales y pastos de corte.
- 0 a 25 y 25 a 50 cm para frutales y especies forestales en general.

### **2.2.8. *Análisis de Suelos***

Según lo indicado por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, el análisis de suelos es “una herramienta que permite orientar acerca del grado de suficiencia o deficiencia de los nutrientes del suelo y condiciones adversas que pudieran perjudicar los cultivos” (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, 2022, párr. 1). El análisis de suelos se realiza generalmente para cumplir dos funciones básicas:

- Indicar los niveles nutricionales en el suelo y por ende permite al analista desarrollar programas de fertilización en función de las necesidades del suelo.
- Monitorear regularmente los cambios en la fertilidad del suelo como consecuencia de las actividades agrícolas y principalmente de la aplicación de agroquímicos (Inpofos, 1997 citado en Molina, s.f., p. 1).

### **2.2.9. *Interpretación de análisis de suelos***

La interpretación de análisis de suelos permite conocer la disponibilidad de nutrientes del suelo, prediciendo el comportamiento de los cultivos a posibles métodos y/o composiciones de fertilizantes.

Los análisis de suelos determinan parámetros como:

- Parámetros Físicos
- Parámetros Químicos
- Parámetros Biológicos

El analizar regularmente es importante en la administración y el manejo de los nutrientes, así mismo los análisis de suelos son una herramienta que nos permite diagnosticar e identificar las tendencias a través del tiempo, así como evaluar la fertilidad y medir los nutrientes disponibles para las plantas. (Agrolab, 2011, p.1).

## **2.3. Bases Teóricas**

### **2.3.1. Suelos Agrícolas**

Se conoce al suelo agrícola como aquella capa superficial de la corteza terrestre que sirve de sostén y alimento para las plantas, animales y el hombre, también se conoce como la actividad primaria de producción de alimentos (Ministerio Del Ambiente, 2015, p.7).

Otra definición nos dice que, el suelo agrícola es aquella superficie con buena estructura y baja compactación, de tal manera que permita un funcionamiento equilibrado debido a los buenos niveles de materia orgánica, que propicia y facilita una mejor reserva de nutrientes, incrementa la capacidad de intercambio catiónico, aporta energía para la actividad de los microorganismos, aumenta la capacidad calorífica y reduce las oscilaciones térmicas (Universidad Nacional de la Plata, s. f., p. 2).

### **2.3.2. Tipos de Abonos Orgánicos**

#### **2.3.2.1. Compost**

La palabra *compost* quiere decir, compuesto, es decir el tipo de abono *compost* es el resultado de la descomposición y fermentación de distintas clases de residuos orgánicos (restos de cultivos, heces de animales y otros residuos), mediante la acción de micro y macroorganismos al estar en contacto con el aire (Estrada, 2010, p. 1).

La elaboración de este tipo de abono en climas fríos tarda entre 3.5 a 4 meses y requiere alta mano de obra, dado que, se requiere que la materia en descomposición sea volteada varias veces y es el abono orgánico más común, puesto que su procesamiento se realiza a nivel doméstico e industrial.

#### 2.3.2.2. *Ventajas del vermicompost:*

- Mejora las propiedades físicas del suelo: Favorece la estructura de los agregados del suelo, mejora la porosidad y permeabilidad e incrementa la capacidad de absorción y retención de agua.
- Mejora las propiedades químicas: Aumenta el contenido de pequeños y grandes nutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio,
- Mejora la actividad biológica del suelo: Funciona como soporte y alimento de los microorganismos.



**Ilustración 2-1:** Proceso de elaboración de compost.

Fuente: Frusciante, 2007.

#### 2.3.2.3. *Bokashi*

El término bokashi o bokashi, es un vocablo japonés que se traduce como materia orgánica fermentada; y de acuerdo con lo señalado por Naomi, el bokashi es materia orgánica fermentada que incorpora materiales orgánicos e inorgánicos y ciertos aditamentos que aceleran el proceso de descomposición.

El tiempo de preparación del bokashi es de aproximadamente dos semanas, su principio de descomposición es la fermentación aeróbica con temperaturas constantes y máximas de hasta 50 °C, el abono orgánico que se obtiene está semi descompuesto y a medida que avanza la fermentación se activa la microbiología y el proceso de secado que se logra entre el séptimo y décimo día permite la inactivación de la microbiología de la pila por falta de humedad; esta característica del *bokashi* aporta un alto nivel de microbiología que activa la vida del suelo en su aplicación (AgroEcology, 2022, p.1).



**Ilustración 2-2: Bokashi**

Fuente: Hidalgo, 2021, p. 1

#### 2.3.2.4. *Humus de Lombriz o Vermicompost*

Es un abono orgánico resultado de un proceso aeróbico y biooxidativo, donde la descomposición de los residuos orgánicos combinada con la acción de lombrices y microorganismos ambientalmente asociados, pueden acumular, extraer, transformar o degradar contaminantes en los suelos (Shi et al., 2019 citado en Arenaza, 2021, p.12), actúa como un fertilizante orgánico, biorregulador y corrector del suelo cuya característica es la bioestabilidad pues no da lugar a la fermentación o putrefacción y su elevada solubilización, debido a la composición enzimática y bacteriana, proporciona una rápida asimilación por las raíces de las plantas (Miranda, 2015, p.9).

Además, es una enmienda orgánica con alto grado de madurez y elevada porosidad, aireación, drenaje, capacidad de almacenamiento de agua y actividad se la obtiene de un proceso de bio – oxidación, degradación y estabilización de la materia orgánica mediante interacciones entre lombrices y microorganismos del suelo microbiológica (Edwards y Burrows, 1988 citado en Romaniuk; et al., 2010, p.86).

Los beneficios del vermicompost se describen a continuación:

- Aporte de nutrientes esenciales para el desarrollo de las plantas.
- Aporte de materia orgánica al suelo y mejoramiento de la estructura de los suelos, facilitando el desarrollo radicular de las plantas.
- Mejora la infiltración y retención del agua de riego.
- Reduce el riesgo de compactación y erosión del suelo.
- Depósito de nutrientes que se liberan paulatinamente para alimento de las plantas.
- Facilita el crecimiento de microorganismos y fauna beneficiosa para el suelo.
- Mejora la fauna de microorganismos de relaciones simbióticas con las plantas, incrementando la absorción de nutrientes.
- La abundancia de microorganismos por el humus de lombriz crea un efecto inhibitor de plagas y enfermedades (BASTAN Renovables, 2022, párr. 3).

#### 2.3.2.5. Vermicompostaje

El vermicompostaje también llamado lombricompostaje o compostaje con lombrices, de acuerdo con Compostaje Red Española, se define como:

*Un proceso biotecnológico de bajo coste que permite biodegradar y estabilizar residuos orgánicos bajo condiciones aerobias y mesófilas mediante la acción de ciertas especies de lombrices de tierra capaces de alimentarse del residuo a la vez que aceleran su degradación microbiana[...], se aprovecha la capacidad detritívora de las lombrices que ingieren, trituran y digieren el residuo orgánico, descomponiéndolo mediante la acción de sus enzimas digestivas y de la microflora aeróbica y anaeróbica (Edwards, 1988 citado en Compostaje Red Española, 2014, p. 17).*

Entonces, el vermicompostaje o conocido de forma popular como vermicompost, es un fertilizante orgánico a base de residuos orgánicos descompuesto por la intervención de un grupo de lombrices de tierra que digieren los residuos y los descomponen por enzimas digestivas presentes en su organismo que juntamente con los factores del ambiente dan como producto una mezcla heterogénea que se usa como abono en diferentes cultivos.

### *Residuos no convencionales para el proceso de vermicompostaje*

Existe una gran cantidad de residuos orgánicos generados por diversas actividades antrópicas de los seres humanos, que, aunque no son óptimos para el desarrollo de las lombrices en condiciones naturales, sí pueden ser estabilizados de manera adecuada por medio del vermicompostaje. Cuando se utilizan residuos orgánicos no convencionales generalmente son mezclados con otros residuos que permitan el adecuado desarrollo de los organismos encargados de la descomposición.

**Tabla 2-1:** Residuos orgánicos no convencionales para vermicompostaje

<b>Residuos agrícolas</b>	<b>Residuos ganaderos</b>	<b>Residuos de procedencia urbana</b>	<b>Residuos industriales</b>	<b>Residuos agroindustriales</b>
Residuos de cultivos de cereales	Purín de cerdo	Residuos de jardinería	Industria láctea	Residuo de olivares
Residuos producción de algodón	Excretas de aves	Residuos sólidos urbanos	Industria textil	Residuos vitivinícolas
Residuos vegetales de invernaderos		Residuos de cocina	Piscifactorías	Residuos industria azucarera
		Residuos de cafetería	Producción de biogás	
		Biosólidos urbanos	Industria petroquímica	
			Destilado de caña de azúcar	
			Plantas medicinales	

**Realizado por:** Jaramillo, Jasmay, 2023.

**Nota:** Residuos orgánicos no convencionales que han sido vermicompostados exitosamente.

### *Implementación de la vermicompostera*

Para la implementación de la vermicompostera se utilizó a la Lombriz Roja californiana o *Eisenia Foétida*, la alimentación de esta lombriz ocurre cada 24 horas consumiendo alimento correspondiente a su propio peso, su dieta va desde materia orgánica vegetal, animal o mixta en diferentes estados de descomposición, las concentraciones de materia orgánica para su consumo



son altas y necesitan de condiciones ambientales como: temperatura óptima, humedad, pH, así como bajos niveles de luminosidad (Roman; et al., 2013, p.69) .



**Ilustración 2-1:** Lombriz Roja Californiana o *Eisenia Foétida*

**Realizado por:** Jaramillo, Jasmany, 2023

**Tabla 2-2:** Taxonomía de la Lombriz Roja Californiana o *Eisenia Foétida*

Reino	Animal
Tipo	Anélido
Familia	Lumbricidae
Género	Eisenia
Especie	E. Foétida

**Fuente:** Briceño & Pérez, 2017, p. 9.

**Realizado por:** Jaramillo, Jasmany, 2023.

### *Requerimientos y condiciones ambientales de la vermicompostera*

Para realizar una vermicompostera se necesita de un contenedor o cama que se pueda usar para el cultivo de las lombrices, así mismo, es importante la aplicación del sustrato en el cual se desenvolverán las lombrices las cuales se las pueden conseguir de manera comercial o de alguna otra vermicompostera.

**Tabla 2-3:** Parámetros para un ambiente adecuado en la vermicompostera

Humedad	(70 – 80) %
Temperatura	(20 – 30) °C
pH	6,5 – 7,5
Luz	Poca luz, baja intensidad lumínica.
Riego	Manual o aspersión, evitar los encharcamientos y el exceso de agua.
Aireación	Fundamental para su respiración.
Alimentación	Materia Orgánica parcial o totalmente descompuesta.

Fuente: Roman; et al., 2013, p.71

Realizado por: Jaramillo, Jasmanny, 2023.

**Tabla 2-4:** Materiales usados en la vermicompostera

<b>Grandes cantidades</b>	<b>Pequeñas cantidades</b>	<b>No usar en la vermicompostera</b>
Desechos vegetales de cocina	Cascaras de huevo molidas	Vidrio, metal
Restos de fruta	Cartón sin tinta	Plástico, bombillas, medicamentos
Alimentos estropeados o caducados	Servilletas y papel de cocina	Pinturas, esmaltes, productos químicos.
Hojas y flores frescas	Papel de cocina, servilletas, filtros de café	Papel y cartón con tinta
Restos verdes de poda o de plantas	Ceniza de madera sin tratar	Cenizas de madera tratada o carbón
Restos de cosecha	Productos lácteos	Restos de barrido, polvo y limpieza, bolsas de aspirador
Hojas frescas	Césped	Aceites de motor
Posos de café e infusiones	Poda triturada	Fertilizantes, insecticidas, raticidas
Estiércol de animales de granja o coral	Piñas o cítricos	Filtros de cigarrillos
Malezas	Pelos o plumas	Tejidos sintéticos
Restos de pasta, arroz, pan, cereales	Hilos naturales	Pañales desechables

Fuente: Vermican, 2019, p.13

Realizado por: Jaramillo, Jasmanny, 2023.

### *Cosecha del vermicompost*

Para la cosecha del vermicompost se debe realizar las siguientes actividades que se describen a continuación:

- El vermicompost se cosecha dependiendo el sistema de producción y el tamaño.
- A pequeña escala se usa un sistema de trampeo que consiste en dejar de alimentar a las lombrices de 8 – 10 días.
- Luego de esperar los días previstos, se coloca “alimento fresco” en un extremo de la cama o sobre el material en el mismo contenedor para atraer a las lombrices.
- De esta manera la lombriz se mueve en busca del “alimento fresco” y se reúnen allí.
- El material que se obtiene es tamizado para homogeneizar su tamaño o secado para ser recolectado.



**Ilustración 2-2:** Vermicompostaje

Realizado por: Jaramillo, Jasmány, 2023.

### **2.3.3. *Importancia del Suelo***

Los suelos son indispensables para el mantenimiento de la biósfera y la regulación del clima, pues es aquí donde se desarrollan las actividades agrícolas y ganaderas, y se almacena parte del carbono. Actualmente, al menos el 95% de los alimentos provienen del suelo, es decir, es el suelo donde crecen las plantas y vegetales para consumo directo del ser humano o para consumo por eslabones secundarios de la cadena alimenticia, animales herbívoros.

Las plantas de tomate no son particularmente exigentes con el suelo, a excepción del drenaje. Prefiere suelos sueltos con textura arcillosa silíceas y ricos en materia orgánica. Sin embargo, prospera en suelos arcillosos arenosos. En términos de pH, el suelo puede pasar de ligeramente

ácido a ligeramente alcalino, las especies cultivadas en invernadero son las más resistentes a las condiciones de salinidad del suelo y del agua de riego. La buena salud del suelo afectará drásticamente el crecimiento del sistema de raíces, por lo tanto, las partes aéreas de la planta. Esto proporcionará a los cultivos una mejor nutrición y también un escudo natural contra los efectos de eventos ambientales extremos como la temperatura, el exceso de lluvia o incluso la falta de agua.

Los suelos bien manejados pueden ayudarnos a reducir el riesgo de que los productos para la salud de las plantas o los fertilizantes acaben en la erosión superficial o profunda del agua, la escorrentía y el movimiento de sustancias solubles o difusibles. Si tuviera que elegir, diría que la escorrentía es el factor principal en la degradación del suelo agrícola en esta parte de Europa, y aquí es donde nosotros, como industria, deberíamos centrar más nuestro trabajo. La buena noticia es que la erosión de la escorrentía se puede reducir en un 75 % implementando buenas prácticas de manejo del suelo.

#### **2.3.4. Propiedades físicas del suelo**

Las características físicas del suelo son uno de los parámetros más importante en el análisis de la calidad del suelo debido a que este recurso no se puede mejorar fácilmente. Las propiedades físicas del suelo básicamente indican la capacidad de este para aceptar, retener y transmitir agua a las plantas, así como las limitaciones para el crecimiento de las raíces, la emergencia de las plántulas, la infiltración o el transporte del agua dentro del perfil edáfico.

**Tabla 2-5:** Parámetros físicos del suelo

<b>Propiedad</b>	<b>Relación con la condición y función del suelo</b>	<b>Valores ecológicamente, comparaciones para evaluación. relevantes para</b>
Estructura del suelo	Afecta directamente la aireación, movimiento del agua en el suelo, conducción térmica, crecimiento radicular y resistencia a la erosión.	
Textura	Es la proporción de componentes inorgánicos como arena, limo y arcilla, la textura influye en la fertilidad, capacidad de retención de agua, aireación, drenaje, contenido de materia orgánica y otras.	% de arena, limo y arcilla; pérdida del sitio o posición del paisaje.

Profundidad del suelo, suelo superficial y raíces.	La profundidad efectiva del suelo es la espesura del suelo. Los estudios con levantamiento de suelos usan un límite de profundidad arbitrario de 200 cm.	Medida en centímetros o metros.
Infiltración y densidad aparente.	La densidad real de las partículas densas del suelo varía con la proporción de elementos y es de 2,65. Una densidad aparente alta indica un suelo compacto o elevado de partículas granulares como la arena. Una densidad aparente baja no indica necesariamente un ambiente favorable para el crecimiento de las plantas.	La infiltración se mide en minutos/2.5 cm de agua y/o g/cm <sup>3</sup> .
Color	Depende de sus componentes y varía con el contenido de humedad, materia orgánica y grado de oxidación de los minerales.	
Consistencia	Resistencia del suelo a la deformación o ruptura, según su contenido de humedad la consistencia puede ser dura, muy dura y suave.	
Porosidad	Porcentaje del volumen del suelo no ocupado por sólidos. En general el volumen del suelo está constituido por 50% materiales sólidos (45% minerales y 5% materia orgánica) y 50% de espacio poroso. Dentro del espacio poroso se pueden distinguir macro poros y microporos donde agua, nutrientes, aire y gases pueden circular o retenerse.	
Capacidad de retención de agua.	Retención de agua, transporte y erosividad; humedad aprovechada.	Centímetros de humedad aprovechable por cada 30 cm de suelo; intensidad de precipitación.

**Fuente:** Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura, 2022, p. 1., Bautista; et al., 2004, p. 4.

**Realizado por:** Jaramillo, Jasmanny, 2023.

### **2.3.5. Propiedades Químicas del Suelo**

Los indicadores químicos son las condiciones que afectan las relaciones entre el suelo y la planta se describen a continuación:

#### *2.3.5.1. Capacidad de intercambio catiónico*

Es la cantidad de cargas negativas presentes en los minerales superficiales y componentes del suelo (arcilla, materia orgánica o sustancias húmicas) en forma de cationes (Ca, Mg, K, NH<sub>4</sub>, etc.) y que serán intercambiado por otros cationes y/o aniones de hidrógeno presentes en la solución del suelo y los liberados por las raíces de las plantas. Un suelo con baja capacidad de intercambio de cationes indica una escasa retención de nutrientes, suelo arenoso o pobre en materia orgánica. La unidad de medida del CIC es centimoles de carga por kilogramo de suelo (Organización de las Naciones Unidad para la alimentación y la agricultura, 2022, p. 1.).

#### *2.3.5.2. pH*

El pH del suelo indica la disponibilidad de nutrientes para las plantas. El valor del pH en el suelo varía desde 3.5 (muy ácido) hasta 9.5 (muy alcalino). Los suelos muy ácidos (<5.5) tienen altas cantidades de aluminio y manganeso; mientras que, los suelos muy alcalinos (>8.5) tienden a dispersarse. Para cultivos agrícolas el valor ideal de pH es de 6.5 (Organización de las Naciones Unidad para la alimentación y la agricultura, 2022, p. 1.).

#### *2.3.5.3. Nutrientes para las plantas*

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura (2022, p. 1.), la presencia de nutrientes en el suelo es importante porque:

*La cantidad de nutrientes presente en el suelo determina su potencial para alimentar organismos vivos. Los 16 nutrientes esenciales para el desarrollo y crecimiento de las plantas se suelen clasificar entre macro y micronutrientes dependiendo de su requerimiento para el desarrollo de las plantas. Los macronutrientes se requieren en grandes cantidades e incluyen Carbono(C), Hidrógeno (H), Nitrógeno(N), Fósforo (P), Potasio (K), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Azufre(S). Los micronutrientes por otro lado se requieren en pequeñas, su insuficiencia puede dar lugar a carencia y su exceso a toxicidad, se refieren a Hierro (Fe), Zinc (Zn), Manganeso (Mn), Boro (B), Cobre (Cu), Molibdeno (Mo), Cloro (Cl) (Organización de las Naciones Unidad para la alimentación y la agricultura, 2022, p. 1.).*

#### 2.3.5.4. Conductividad eléctrica

La conductividad eléctrica está relacionada con la salinidad del suelo que está en contacto con un sistema radicular, esta propiedad está en dependencia de la salinidad del agua de riego y el suelo, por la fertilización y la evapotranspiración a la que se somete el cultivo.

#### 2.3.5.5. Materia orgánica

La relación de estos dos elementos, carbono y nitrógeno es quizá el valor que establece el estado de salud del suelo, pues determina la actividad microbiana. En base a estos resultados se tomarán las decisiones sobre las acciones para fertilizar el suelo, se mide en kilogramos por cada hectárea de suelo:

C/N < 8.5	Aportar materia orgánica por reducida flora microbiana
C/N 8.5 – 11.5	Relación óptima
C/N > 11.5	Posible bloqueo de nitrógeno por actividad de microorganismos, se requiere aporte de nitrógeno.

#### 2.3.6. *Propiedades Biológicas del Suelo*

Los indicadores biológicos de la calidad del suelo se componen fundamentalmente por micro y macroorganismos como bacterias, hongos, nemátodos, lombrices, anélidos y artrópodos. Además, se incluyen las funciones de respiración, tasas de descomposición de residuos orgánicos, biomasa microbiana.

##### 2.3.6.1. *Contenido de materia orgánica en el suelo*

La materia orgánica representa entre el 90% y 95% del total del peso seco de los seres vivos, sin embargo, la presencia de esta en los suelos es escasa. El nivel deseable de materia orgánica en los suelos arcillosos medios es del 2% pudiendo descender hasta 1.65% en suelos pesados y llegar a 2.5% en suelos arenosos.

### 2.3.6.2. Fauna del suelo

La función principal de los macro y microorganismos en los suelos agrícolas es descomponer la materia orgánica para convertirla en humus que se combina con los minerales del suelo y forma compuestos órgano-minerales de alta actividad química y fisicoquímica. En un suelo fértil los organismos edáficos liberan nutrientes inorgánicos a partir de reservas orgánicas con velocidad suficiente para mantener el crecimiento de las plantas.

La variedad biológica incluye especies como virus, bacterias, algas, ácaros, lombrices, nemátodos, hormigas, y las raíces vivas de las plantas superiores. Uno de los principales organismos presentes en el suelo son las bacterias, organismos procariotas unicelulares, que realizan funciones de oxidación del amoníaco a nitratos y descomposición de materiales orgánicos;

Rico (2009 citado Allende, 2022, p. 1) dice al respecto: la biología del suelo acelera la descomposición y mineralización de la materia orgánica; además entre las especies vivas se dan procesos de antagonismo o sinergia que provoca el balance entre poblaciones dañinas y benéficas, reduciendo los ataques de plagas.

### 2.3.7. Tomate Riñón “*Solanum Lycopersicum*”

El tomate es originario del continente americano principalmente del Perú y proviene del vocablo azteca tomat, inicialmente fue utilizada como planta ornamental y apenas en el siglo XVIII se empezó su consumo alimenticio. Según su forma, los tomates se clasifican en:

- *Carnoso*: redondeados o semiesféricos y con estrías.
- *Cereza o Cherry*: de tamaño pequeño, color rojo y forma redondeada.
- *Pera*: de forma alargada con mucha proporción de carne, con gran sabor, aromático e ideal para la elaboración de conservas, salsas y purés.
- *Redondo*: de forma redonda, superficie lisa y gruesa y sabor dulce, de color rojo y/o amarillo.

De acuerdo con Spooner et al., existen nueve especies del género *Solanum*, pero únicamente el *Solanum Lycopersicum* es cultivado de forma comercial como hortaliza para el consumo humano (Spooners; et al., 2005 citado en Alarcón, 2013, p. 6) y se lo conoce como tomate, tomate riñón y otras acepciones según el país.



**Tabla 2-6:** Contenido nutricional del Tomate Riñón “*Solanum Lycopersicum*”

	<b>Unidad de medida</b>	<b>Por 100 gramos de porción alimenticia</b>	<b>Por unidad (aprox. 150 gramos)</b>	<b>Recomendaciones (día/hombre)</b>	<b>Recomendaciones (día/mujer)</b>
Energía	Kcal	22	31	3000	2300
Proteínas	g	1	1.4	54	41
Lípidos totales	g	0.11	0.2	100-117	77-89
Hidratos de carbono	g	3.5	4.9	375-413	288-316
Fibra	g	1.4	2.0	>35	>25
Agua	g	94	133	2500	2000
Calcio	mg	11	15.5	1000	1000
Hierro	mg	0.6	0.8	10	18
Yodo	mg	7	9.9	140	110
Magnesio	mg	10	14.1	350	330
Zinc	mg	0.22	0.3	15	15
Sodio	mg	3	4.2	<2000	<2000
Potasio	mg	290	409	3500	3500
Fósforo	mg	27	38.1	700	700
Selenio	ug	Tr	Tr	70	55
Tiamina	mg	0.06	0.08	1.2	0.9
Riboflavina	mg	0.04	0.06	1.8	1.4
Equivalentes niacina	mg	0.8	1.1	20	15
Vitamina B6	mg	0.11	0.16	1.8	1.6
Folatos	ug	28	39.5	400	400
Vitamina B12	ug	0	0	2	2
Vitamina C	mg	26	36.7	60	60
Vitamina A	ug	82.3	116	1000	800
Vitamina D	ug	0	0	15	15
Vitamina E	mg	1.2	1.7	12	12

Fuente: Frusciante, 2007.

Realizado por: Jaramillo, Jasmany, 2023.

#### *2.3.7.1. Cultivo de Tomate Riñón*

La principal producción de tomate riñón se centra en los países de la China, India, Estados Unidos y Turquía; mientras que a nivel Latinoamericano la producción se centra en Brasil (Saráuz, 2018 citado en Guamán, 2019, p. 13). En el Ecuador se cuentan aproximadamente 3000 hectáreas de tierra utilizadas para el cultivo de tomate riñón, de estas al menos 2000 se realizan en construcciones de invernadero.

#### *2.3.7.2. Producción de tomate riñón en el Ecuador*

Según el último censo agropecuario registrado en el año 2000, la producción de tomate riñón en el Ecuador alcanza las 64426 toneladas métricas por año, y los mayores cultivos de este se concentran en las provincias de Santa Elena, Azuay, Imbabura y Carchi. La FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura) señaló que para el año 2019 el cultivo de tomate alcanzó una producción de 31591 toneladas y un rendimiento de 22.548 kg/ha, centrandolo en las provincias de Guayas, Manabí, Carchi, Loja, Cañar, Imbabura, Chimborazo, Azuay, El Oro y Pichincha (FAO, 2021, citado en Guamán, 2019, p. 13).

#### *2.3.7.3. Características morfológicas del tomate*

El tomate es una planta perenne cuyo cultivo se da prácticamente durante todo el año, puede desarrollarse de forma rastrera, semi – erecta o erecta. Son plantas de estatura baja, arbustiva y con cortos periodos de fructificación. Hay variedades de tomate cuyo crecimiento es limitado y otras especies con crecimiento ilimitado.

El sistema radicular se conforma por una raíz principal (corta y débil) y numerosas raíces secundarias y raíces adventicias. La epidermis (ubicación de los pelos absorbentes) se encuentra transversalmente en la raíz principal, así también, se ubican el córtex y cilindro central.

El tallo principal es un eje de entre dos y cuatro centímetros de diámetro en su base, sobre el que se desarrollan los tallos secundarios e inflorescencias; mientras que las hojas están compuestas por folíolos peciolados, lobulados con bordes dentados y recubiertos por pelos glandulares y, dispuestas de forma alterna sobre los tallos.



**Ilustración 2-3:** Hojas y tallos del tomate riñón

**Fuente:** Info Agro, 2022, p. 1.

La flor de tomate es regular e hipógina con 5 o más sépalos e igual número de pétalos de color amarillo, dispuestos helicoidalmente a intervalos de  $135^\circ$ . El mismo número de estambres unidos se alternan con los pétalos y forman un cono estaminal que envuelve al gineceo; el ovario puede ser bi o plurilocular.



**Ilustración 2-4:** Flor del tomate riñón

**Fuente:** Info Agro, 2022, p. 1.

El fruto del tomate riñón es una baya bi o plurilocular que alcanza un peso desde pocos miligramos hasta aproximadamente 600 gramos y se compone por el pericarpio, tejido placentario y las semillas. La recolección del tomate se realiza de forma manual separándolo de la zona de abscisión del pedicelo.



**Ilustración 2-5:** Fruto del tomate riñón

**Fuente:** Info Agro, 2022, p. 1.

#### 2.3.7.4. *Requerimientos edafológicos y climáticos*

Los procesos fisiológicos para el crecimiento y desarrollo del tomate riñón depende de las condiciones del clima, del suelo y las características genéticas de la variedad de tomate que se esté produciendo.

- *Temperatura:* No solo influye en el desarrollo del tomate sino de todos los cultivos hortícolas, dado que, esta afecta directamente la fotosíntesis. El tomate se desarrolla de forma efectiva en climas trópicos con temperaturas entre 18 y 26 °C, con ciertas restricciones como temperaturas nocturnas de al menos  $17 \pm 3$  °C y diurnas de  $23 \pm 3$  °C (Alarcón, 2013, p. 7).
- *Luminosidad:* Los efectos de la luz sobre la planta influyen sobre los procesos de fotosíntesis, crecimiento y transpiración vegetal. Takuse (2008 citado en Alarcón, 2013, p. 7), indica que las plantas de tomate expuestas a altas intensidades de luz presentan enrollamiento fisiológico de las hojas inferiores y sus frutos contienen altas cantidades de vitamina C.
- *Humedad del suelo:* La humedad del suelo se determina por las características del sistema radical de la planta y una humedad baja altera el metabolismo del cultivo.
- *Humedad relativa:* De acuerdo con los estudios desarrollados por Gómez (2010 citado en Alarcón, 2013, p. 8), los valores más favorables de humedad relativa están entre el 50 a 60 % y un valor más alto de este indicador supone la presencia de plagas y enfermedades sobre el cultivo.

- *Suelo*: Si bien el tomate no es un cultivo que tenga grandes requerimientos edafológicos, los suelos más adecuados para el cultivo de esta hortaliza son aquellos con buena estructura y buen drenaje superficial e interno. Los suelos más utilizados para el cultivo de tomate son arenosos, areno-arcillosos, arcillo-arenosos y fluvisoles (Alarcón, 2013, p. 7).
- *pH*: El tomate riñón puede darse en suelos con un amplio rango de pH, sin embargo, un gran número de autores coinciden en que el valor óptimo de pH está entre 5.5 y 7.5, mientras que otros indican un pH óptimo ente 6.0 y 6.5.

#### 2.3.7.5. Manejo de la cosecha del tomate

La norma general para la cosecha del tomate indica que esta debe realizarse cuando el fruto esté verde maduro o pintón cuando su punto de comercialización son mercados lejanos y en color rojizo cuando su punto de comercialización son mercados cercanos.

Según Jaramillo (2007 citado en Alarcón, 2013, p. 12) se deben seguir las siguientes normas para la cosecha del tomate riñón:

- Protección del producto de la desecación, sobre todo en épocas calurosas.
- No cosechar cuando los frutos presentan humedad sea por el rocío en épocas frías o la transpiración en épocas de calor.
- Cosechar los frutos con cuidado y evitando daños mecánicos como golpes, apretaduras, etc.
- Clasificar y separar aquellos frutos que muestren daños causados por plagas, enfermedades y procesos fisiológicos.

#### 2.3.7.6. Manejo de la postcosecha del tomate

La postcosecha es el tiempo de vida útil del fruto una vez extraído de la planta, y se explica como el periodo desde la cosecha hasta el consumo de este. Los objetivos de la postcosecha son:

- Mantener la calidad del producto en apariencia, textura, sabor y valor nutritivo.
- Garantizar la seguridad alimentaria para el consumidor.
- Reducir las pérdidas generadas entre el periodo de cosecha y el consumo del tomate.

Según Toivonen, los indicadores que tienen influencia sobre la calidad de los productos hortícolas en la postcosecha son: daños mecánicos durante la cosecha, envasado y transporte; condiciones nutricionales del fruto; estado de madures del fruto.

#### *2.3.7.7. Calidad del tomate*

La calidad del tomate ha centrado su atención en los aspectos organolépticos, actualmente, la calidad interna del tomate se estima con estudios sensoriales como mediciones de sólidos solubles totales, pH, acidez titulable y la relación sólidos solubles totales / acidez titulable (Anjanappa et al., 2013 citado en Alarcón, 2013, p. 7).

La calidad sensorial del tomate se determina tanto por la apariencia, firmeza, textura y sabor del fruto; como, por el color, la textura, el aroma, la composición química de metabolitos primarios (azúcares, ácidos orgánicos y aminoácidos) y metabolitos como compuestos fenólicos, carotenoides, flavonoides y otros.

## CAPÍTULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Enfoque de la Investigación

El enfoque es cuantitativo porque se utilizó técnicas de medición numérica con el fin de evaluar y ajustar la cantidad de vermicompost aplicado. Se trabajó fundamentalmente con números y datos cuantificables (Galeano, 2004, p.24). Se recolectó, procesó y analizó los datos obtenidos con el fin de comprobar la hipótesis de nuestra investigación a través de mediciones numéricas, análisis estadísticos y un modelo de regresión diseñado para analizar la relación entre las variables independientes y dependientes.

#### 3.2. Alcance de la Investigación

El proyecto tuvo un alcance correlacional porque su propósito fue evaluar la relación que existe sobre una o más variables independientes y observar los efectos sobre la variable dependiente, se midió las variables morfológicas de la planta como longitud del tallo, diámetro del tallo, número de flores, número de frutos y diámetro del fruto. Estos datos se recopilaron y cuantificaron para luego ser analizados utilizando técnicas estadísticas y representaciones gráficas de los resultados obtenidos.

#### 3.3. Diseño de la Investigación

##### 3.3.1. *Diseño experimental*

###### 3.3.1.1. *Unidades Experimentales*

Se utilizaron un total de 25 unidades experimentales, cada planta de tomate riñón "*Solanum Lycopersicum*" ocupó un área de 1m<sup>2</sup>.

### 3.3.1.2. Materiales, Equipos e Insumos

**Tabla 3-1:** Materiales y Equipos

<b>Materiales y Equipos</b>		
Pala	Balanza	Flexómetro
Estacas	Cámara Fotográfica	Medidor Multiparamétrico
Pirola	Computadora	
Letreros	Termómetro	

Realizado por: Jaramillo, Jasmany, 2023.

**Tabla 3-2:** Insumos

<b>Insumos</b>
Vermicompost
Agua

Realizado por: Jaramillo, Jasmany, 2023.

### 3.3.1.3. Mediciones Experimentales

- Longitud del Tallo (L.T) (cm)
- Diámetro del Tallo (D.T) (cm)
- Número de Flores (N. FL)
- Número de Frutos (N. FR)
- Diámetro del Fruto (D. FR) (cm)

### 3.3.1.4. Tratamientos y diseño experimental

En la investigación se aplicó diferentes dosificaciones de abono orgánico o vermicompost en cantidades específicas (0,50; 1,00; 1,60; 2,00; 4,00) kg/m<sup>2</sup>, este conjunto de dosificaciones fue evaluado en comparación con un tratamiento testigo, con un total de cinco repeticiones para cada nivel de abono, siguiendo un Diseño en Bloques Completamente al Azar (DBCA) el mismo que se ajusta al modelo lineal aditivo:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + \beta_j + \epsilon_{ijk}$$



Dónde:

$Y_{ijk}$  = Valor del parámetro en determinación.

$\mu$  = Efecto de la media por observación.

$T_i$  = Efecto de los tratamientos.

$\beta_i$  = Efecto de los bloques.

$\epsilon_{ijk}$  = Efecto del error experimental.

### 3.3.1.5. Análisis estadísticos y pruebas de significancia

- Análisis de Varianza
- Separación de medias según Tukey ( $P < 0.01$  y  $P < 0.05$ )
- Análisis de regresión y correlación múltiple para variables que presenten significancia ( $P < 0.01$  y  $P < 0.05$ ).

La Tabla 3–3 presenta el esquema detallado del experimento, donde se incluyen los niveles de vermicompost en kilogramos por metro cuadrado, los códigos asignados a cada tratamiento, el número de repeticiones, los tratamientos por unidad experimental por metro cuadrado y el total de área de terreno utilizado para la investigación.

**Tabla 3-3:** Esquema del Experimento

Niveles de Vermicompost (Kg/ m <sup>2</sup> )	Código	Número de repeticiones	TUE * (m <sup>2</sup> )	Total (m <sup>2</sup> )
0	T0	5	1	5
0,50	T1	5	1	5
1,00	T2	5	1	5
1,60	T3	5	1	5
2,00	T4	5	1	5
4,00	T5	5	1	5
		30	6	30

Realizado por: Jaramillo, Jasmany, 2023.

En la tabla 3 – 4 se presenta un resumen del esquema utilizado en el Análisis de Varianza (ANOVA) para la comparación de medias entre tres o más grupos independientes. El esquema desglosa los grados de libertad asociados con diferentes fuentes de variación, siendo estas los tratamientos, los bloques, el error experimental y la totalidad.

En detalle, se especifica que hay 5 grados de libertad asociados con los tratamientos, 4 grados de libertad relacionados con los bloques, 20 grados de libertad correspondientes al error experimental, y en total, hay 29 grados de libertad. Este enfoque permite evaluar de manera sistemática si existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los grupos examinados.

**Tabla 3-4:** Esquema del Análisis de Varianza (ANOVA)

<b>Fuente de Variación</b>	<b>Grados de Libertad</b>
Tratamientos	5
Bloques	4
Error experimental	20
Total	29

Realizado por: Jaramillo, Jasmany, 2023.

### **3.4. Tipo de investigación**

Según el propósito o finalidad del trabajo el tipo de investigación es aplicada porque se centra en cómo llevar a la práctica las teorías generales, para Murillo (2008) la investigación aplicada recibe el nombre de “investigación práctica o empírica” porque se caracteriza en la búsqueda la aplicación o utilización de los conocimientos adquiridos, a la vez que se adquieren otros, después de implementar y sistematizar la práctica en la investigación, también se usó el tipo de investigación correlacional porque se analizó la relación entre las variables independientes y dependientes, se utilizó análisis estadísticos para evaluar las diferencias significativas entre los tratamientos.

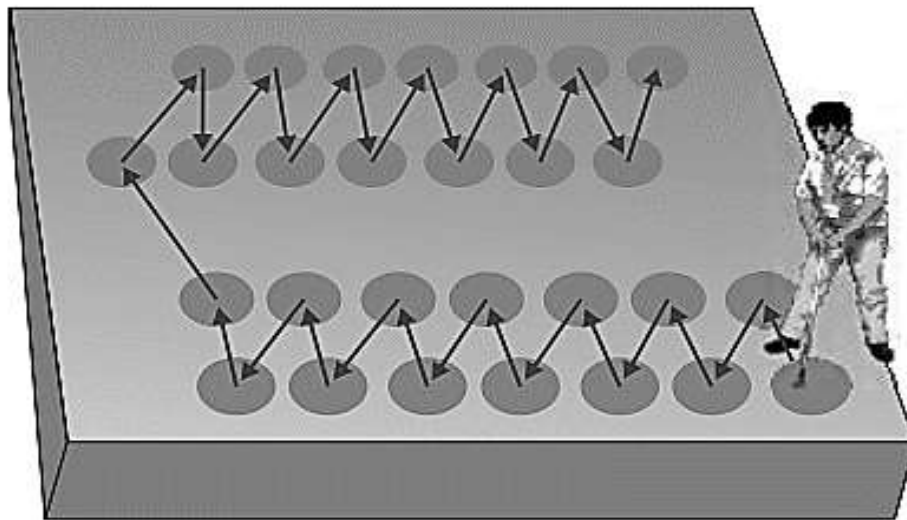
### **3.5. Método de investigación**

Se usó el método de investigación experimental debido a que se manipuló las variables independientes y se observó el efecto en las variables dependientes, esto en las mismas condiciones y en un entorno controlado. Durante el ciclo del cultivo, las variables de interés fueron medidas en intervalos específicos para capturar posibles cambios a lo largo del tiempo. Para garantizar la validez de los resultados, se implementó medidas para controlar otras variables que podían influir en los resultados. Por ejemplo, se mantuvieron condiciones ambientales consistentes y se utilizaron técnicas de manejo del cultivo. Además, se realizaron análisis estadísticos para evaluar la significancia de las diferencias observadas y verificar la robustez de los resultados.

### 3.6. Técnicas e Instrumentos de investigación

#### 3.6.1. Muestreo del suelo para el análisis físico – químico.

Se realizó un muestreo en Zigzag para obtener una representación más completa de la variabilidad del suelo en una determinada área, la frecuencia de muestreo en zigzag depende de varios factores, incluyendo el tamaño del área que se está muestreando, la heterogeneidad del suelo y los objetivos específicos del estudio, en cada punto se extrae 1 kg de muestra del suelo y se recomienda al menos seis y hasta doce submuestras. (Mendoza & Espinoza, 2017, p. 15). Los resultados del muestreo del suelo nos proporcionan información valiosa para la toma de decisiones relacionadas con la gestión del suelo y los recursos naturales, los resultados ayudan a ajustar prácticas agrícolas para optimizar la productividad y preservar la salud del suelo a largo plazo.



**Ilustración 3-1:** Prácticas de muestreo de suelos para ambientes uniformes  
(Adaptado de Nebraska Agricultural Extensión Service)

**Fuente:** Arévalo, G, & Castellano, M, 2009.

##### 3.6.1.1. Puntos de muestreo

La tabla muestra las coordenadas UTM de la zona 17S (WGS 84) correspondientes a los puntos de muestreo. Cada punto está identificado por un ID único.

**Tabla 3-5:** Coordenadas UTM de los puntos de muestreo

<b>ID del Punto</b>	<b>Latitud (X) (metros)</b>	<b>Longitud (Y) (metros)</b>
P.M.1	819013	9748101
P.M.2	819013	9748093
P.M.3	819022	9748095
P.M.4	819026	9748086
P.M.5	819034	9748088
P.M.6	819025	9748073
P.M.7	819021	9748082
P.M.8	819013	9748080
P.M.9	819011	9748088
P.M.10	819003	9748086

Realizado por: Jaramillo, Jasmány, 2023.

### 3.6.1.2. *Tamaño de la muestra*

Se recolectaron 10 muestras individuales de suelo en diferentes áreas del sitio de estudio, las cuales se combinaron para formar una muestra compuesta de 10 kg. Esta técnica aseguró una representación equilibrada de las características del suelo, facilitando una evaluación completa de su composición y propiedades físicas y químicas.

### 3.6.1.3. *Procedimiento para la recolección de la muestra de suelo*

- Se estableció los puntos de muestreo dentro del invernadero.
- Se tomó los 10 puntos de muestreo con ayuda de un GPS marca Garmin 62S.
- Con la ayuda de un barreno se extrajo las 10 submuestras de suelo a una profundidad de 20 cm.
- Cada submuestra fue colocada en un balde de plástico.
- Para la obtención de la muestra representativa se colocó las submuestras sobre un plástico y se homogenizó el suelo.
- Se empaco 1kg de suelo homogenizado en una bolsa plástica hermética, rotulada y con su respectivo código.
- Posteriormente se transportó la muestra en un contenedor para su análisis en el laboratorio.
- Para la realización de los análisis físicos y químicos se envió a un laboratorio certificado.

- Mientras que, para la identificación de los parámetros como textura, pH, conductividad eléctrica, y humedad se los realizó en el laboratorio de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Sede Morona Santiago.

#### 3.6.1.4. *Materiales y equipos para el muestreo del suelo*

En la tabla 3 – 6 se observa los equipos y materiales que se utilizaron para la toma de muestras de suelo.

**Tabla 3 - 6:** Materiales y equipos

<b>Materiales y Equipos</b>		
Barreno	Machete	Cámara Fotográfica
Pala	Bolsas Ziploc	GPS
Balde	Plástico Negro	Cuchillo
Flexómetro		

Realizado por: Jaramillo, Jasmany, 2023.

#### 3.6.2. *Medición de las variables experimentales*

Con el objetivo de realizar una evaluación integral del estado del suelo utilizado para el cultivo de tomate riñón, se llevaron a cabo análisis físico – químicos empleando una variedad de métodos. Estos métodos, detallados a continuación, permitieron entender las condiciones en que se encuentra suelo:

- Método Electrométrico: Para medir el nivel de pH se utilizó un medidor multiparamétrico marca APERA PC400S.
- Método Volumétrico: Este método permitió cuantificar tanto el nitrógeno orgánico (N) como la materia orgánica M.O.
- Método por Absorción Atómica: Esta técnica es altamente sensible y se utiliza para medir concentraciones de elementos como el Potasio (K), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Hierro (Fe), Manganeso (Mn) y Zinc (Zn).
- Método Colorimétrico: Se analizó la disponibilidad de Fósforo (P) en el suelo.

En el proceso de evaluación de las dosificaciones de vermicompost, se llevó a cabo la medición de las siguientes características de crecimiento y desarrollo de las plantas de tomate riñón “*Solanum Lycopersicum*”.

- *Longitud del Tallo (L. T) (cm)*: La longitud del tallo fue la altura que obtuvo la planta y se midió con una cinta métrica a partir de la base del tallo hasta la parte superior de las ramas o copa de la planta.
- *Diámetro del Tallo (D. T) (cm)*: El diámetro del tallo se midió con una cinta milimétrica para lo cual se rodeó completamente el tallo de la planta.
- *Número de Flores (N. FL)*: Se realizó el conteo visual de las flores de cada unidad experimental cuando estuvieron completamente visibles y de coloración amarilla, se utilizó el valor promedio de flores por planta.
- *Número de Frutos (N. FR)*: Se realizó la cuantificación de los frutos de cada planta cuando apareció el 50% de los frutos cuajados individualmente, se utilizó el valor promedio de frutos por planta.
- *Diámetro del Fruto (D. FR) (cm)*: El diámetro del fruto se lo realizó con un pie de rey al seccionar los frutos de forma transversal, la toma de datos se registró al final del experimento debido a que se necesitó de la extracción de los frutos de cada planta.

### **3.6.3. Procedimiento Experimental:**

- Previo al inicio del trabajo de investigación se realizó la vermicompostera, obteniendo un abono orgánico (vermicompost) y humus líquido de lombriz (lixiviado).
- Se trabajó aproximadamente 6 meses para obtener la cantidad necesaria de vermicompost para la realización del experimento.
- El vermicompost obtenido fue analizado mediante los parámetros físicos y químicos para establecer la caracterización y cuantificar los nutrientes que posee.
- Se trabajó y se delimitó las parcelas de terreno donde se aplicaron las dosificaciones de vermicompost guiados por el diseño experimental planteado.
- La aplicación de las dosificaciones de vermicompost se realizó de forma manual y días antes del trasplante, cuando las alturas promedio de las plantas fueron de 12 cm.
- Se utilizó aproximadamente 50 kg de abono orgánico y las dosificaciones de vermicompost fueron las siguientes:
  - T1: 0,5 kg/planta
  - T2: 1,00 kg/planta
  - T3: 1,60 kg/planta
  - T4: 2,00 kg/planta
  - T5: 4,00 Kg/planta

- Se aplicó las dosificaciones propuestas a 25 plantas (unidades experimentales) de tomate riñón "*Solanum Lycopersicum*", continuamente se remojó el suelo hasta su capacidad de campo.
- El monitoreo de los tratamientos se los realizó cada cinco días y se registró datos de Longitud del Tallo (L. T), Diámetro del Tallo (D. T), Número de Flores (N. FL), Número de Frutos (N.FR) y Diámetro del Fruto (D.FR).
- Las labores culturales se realizaron cada 7 días por 15 semanas, en donde a más de los trabajos en campo se tomaron datos correspondientes al experimento.

## CAPÍTULO IV

### 4. MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1. Procesamiento, análisis e interpretación de resultados

##### 4.1.1. Caracterización física y química del suelo y del vermicompost.

En la tabla 4-1, se detallan los resultados de los análisis del suelo agrícola con valores de pH de 4,86, conductividad eléctrica de 1,16 dS/m, humedad del 41,5%, materia orgánica del 12,28%, nitrógeno total de 0,61%, fósforo 10,3 mg/Kg, potasio 0,47 cmol/Kg, calcio 4,69 cmol/Kg, magnesio 1,29 cmol/Kg, zinc 2,55 mg/Kg, manganeso 30,46 mg/Kg. Además, mediante el método de Bouyoucos se determinó que la composición de agregados de arena, limo y arcilla culminan en una textura arenosa arcillosa (Aa) con proporciones específicas: 45,10% de arena, 17,60% de limo y 37,30% de arcilla.

**Tabla 4-1:** Caracterización física – química del suelo

Parámetros	Resultado	Interpretación
pH	4,86	Fuertemente ácido
Conductividad Eléctrica (C.E) (ds/ m)	1,16	
Humedad (%)	41,50	medio
Materia Orgánica (M.O) (%)	12,28	alto
Nitrógeno Total (N) (%)	0,61	alto
Fósforo (P) (mg/Kg)	10,30	medio
Potasio (K) (cmol/ Kg)	0,47	alto
Calcio (Ca) (cmol/ Kg)	4,69	bajo
Magnesio (Mg) (cmol/ Kg)	1,29	bajo
Zinc (Zn) (mg/Kg)	2,55	bajo
Manganeso (Mn) (mg/Kg)	30,46	alto
Arena (%)	45,10	–
Limo (%)	17,60	–
Arcilla (%)	37,30	–
Clase Textural	(Aa)	–

Realizado por: Jaramillo, Jasmany, 2023.



En la tabla 4–2, se observó los resultados de los análisis del vermicompost con valores de pH de 6,14, conductividad eléctrica 0,47 dS/m, humedad del 70,0%, materia orgánica 8,54%, nitrógeno total de 0,43%, fósforo 117,60 mg/Kg, potasio 1,80 cmol/Kg, calcio 9,68 cmol/Kg, magnesio 1,69 cmol/Kg, zinc 3,87 mg/Kg y manganeso 21,11 mg/Kg. Estos parámetros son clave para evaluar la calidad del producto, Según Atiyeh et al., (2002), el color debe ser marrón oscuro a negro y tener un olor terroso agradable, el contenido óptimo de humedad entre 50% y 80% con un valor recomendable del 70 % (Bishop y Godfrey, 1983; Haug, 1993; Imbeah, 1997; Richard et al., 2002; Cronjé et al., 2004; Gajalakshmi y Abbasi, 2008), el vermicompost de buena calidad suele tener niveles altos de nutrientes como nitrógeno, fósforo, potasio, conductividad eléctrica y materia orgánica, así como pH neutro a ligeramente ácido (Edwards & Arancon, 2004). Su capacidad para mejorar la estructura del suelo, aumenta la retención del agua y promueve la salud microbiana del suelo (Domínguez et al., 2010) así como el crecimiento de las plantas (Edwards, 2011). Sin embargo, es importante considerar que los valores óptimos pueden variar dependiendo de factores como el tipo de material y las condiciones específicas de compostaje (Lemunyon & Warren, 1995).

**Tabla 4-2:** Caracterización física – química del vermicompost

Parámetros	Resultado	Interpretación
pH	6,14	Ligeramente ácido
Conductividad Eléctrica (C.E) (ds/ m)	0,47	
Humedad (%)	70,0	medio
Materia Orgánica (M.O) (%)	8,54	alto
Nitrógeno Total (N) (%)	0,43	alto
Fósforo (P) (mg/Kg)	117,60	alto
Potasio (K) (cmol/ Kg)	1,80	alto
Calcio (Ca) (cmol/ Kg)	9,68	alto
Magnesio (Mg) (cmol/ Kg)	1,69	medio
Zinc (Zn) (mg/Kg)	3,87	medio
Manganeso (Mn) (mg/Kg)	21,11	alto

Realizado por: Jaramillo, Jasmany, 2023.

#### 4.1.2. *Evaluación de las dosificaciones de vermicompost en el cultivo de tomate riñón “Solanum Lycopersicum” en invernadero.*

##### 4.1.2.1. *Resultados del primer periodo (20 días después de las dosificaciones)*

La tabla 4–3, describe las variables experimentales que se evaluaron a los 20 días después de aplicar las dosificaciones de vermicompost, para la longitud del tallo (L.T) de la planta de tomate

riñón “*Solanum Lycopersicum*” no se encontró diferencias significativas ( $P>0.05$ ), por efecto de los diferentes niveles de vermicompost aplicado, sin embargo de carácter numérico se observa la mayor longitud en el T5 (4,00 kg/planta), con medias de 22,92 cm; seguido de los tratamientos T4 (2,00 kg/planta), con un promedio de 22,42 cm; mientras que en el tratamiento T3 (1,60 kg/planta) obtuvo una longitud de 22,08 cm y finalmente los resultados más bajos se dieron en el tratamiento control con medias de 21,26 cm. Así mismo, en la evaluación del diámetro del tallo (D.T), no se evidenció diferencias significativas por efecto de los diferentes niveles de vermicompost, sin embargo, se observa el mayor diámetro en el T5 (4,00 kg/planta) con medias de 2,13 cm; seguido de los tratamientos T4 (2,00 kg/planta) con un promedio de 1,76 cm; mientras que en el tratamiento T3 (1,60 kg/planta) obtuvo un diámetro de 1,74 cm y finalmente los resultados más bajos se encontraron en el tratamiento T0 con medias de 1,59 cm.

**Tabla 4–3:** Efecto de los niveles de vermicompost en el primer período.

Variables	Niveles de vermicompost											Prob	Sign	
	T0 0,00		T1 0,5		T2 1,00		T3 1,6		T4 2,00		T5 4,00			
<b>L.T (cm)</b>	21,26	a	21,54	a	22,08	a	22,18	a	22,42	a	22,92	a	0,992	ns
<b>D.T (cm)</b>	1,59	a	1,77	a	1,70	a	1,74	a	1,76	a	2,13	a	0,22	ns

Realizado por: Jaramillo, Jasmay, 2023.

#### 4.1.2.2. Resultados del segundo período (50 días después de las dosificaciones).

En la tabla 4–4, se puede observar el efecto de los tratamientos a los 50 días después de aplicar las dosificaciones de vermicompost, se evaluaron las variables de longitud del tallo (L.T) de la planta, donde se establece que no existe diferencias significativas ( $P>0.05$ ), por efecto de los diferentes niveles de vermicompost aplicado, sin embargo, se observa la mayor longitud en el T5 (4,00 kg/planta), con medias de 65,15 cm; seguido de los tratamientos T4 (2,00 kg/planta), con un promedio de 58,57 cm; mientras que en el tratamiento T3 (1,60 kg/planta), se obtuvo una longitud de 55,45 cm y finalmente se obtuvo los resultados más bajos en el tratamiento control con medias de 52,2 cm. Así mismo, en la evaluación del diámetro del tallo (D.T), no hubo diferencias significativas, sin embargo, se observa el mayor diámetro en el T5 (4,00 kg/planta), con medias de 2,99 cm; seguido de los tratamientos T4 (2,00 kg/planta), con un promedio de 2,87 cm; mientras que los tratamientos T3 (1,60 kg/planta) y T2 (1,00 kg/planta), obtuvieron un diámetro de 2,82 cm y finalmente los resultados más bajos estuvieron en el tratamiento (T0) con medias de 2,49 cm. Para el número de flores (N. FL) no existió diferencias significativas y se observa el mayor número de flores en el T5 (4,00 kg/planta) con medias de 3; seguido de los tratamientos T4, T3, T2 y T1 que obtuvieron medias de 2 y finalmente, los resultados más bajos

fueron en el tratamiento (T0) con una flor. Por otro lado, para el número de frutos (N. FR) no hubo diferencias significativas, pero se observó el mayor número de frutos en el T5 (4,00 kg/planta) con medias de 3; seguido de los tratamientos T4, T3 y T2 obtuvieron medias de 2 y finalmente los resultados más bajos en los tratamientos T1 y T0 con una flor.

**Tabla 4-4:** Efecto de los niveles de vermicompost en el segundo período.

Variables	Niveles de vermicompost												Prob	Sign
	T0 0		T1 0,5		T2 1,00		T3 1,6		T4 2,00		T5 4,00			
L. T (cm)	52,2	A	57,28	A	57,74	A	55,45	A	58,57	A	65,15	A	0,17	Ns
D. T (cm)	2,49	A	2,77	A	2,82	A	2,82	A	2,87	A	2,99	A	0,28	Ns
N. Fl	1	A	2	A	2	A	2	A	2	A	3	A	0,09	Ns
N. Fr	1	A	1	A	2	A	2	A	2	A	3	A	0,01	Ns

Realizado por: Jaramillo, Jasmany, 2023.

#### 4.1.2.3. Resultados del tercer período (80 días después de las dosificaciones).

A los 80 días después de aplicar las dosificaciones de vermicompost, se evaluaron las variables de longitud del tallo (L.T) de la planta, donde no hubo diferencias significativas ( $P > 0.05$ ), por efecto de los diferentes niveles de vermicompost aplicado, sin embargo se observa la mayor longitud en el T5 (4,00 kg/planta), con medias de 159,31 cm; seguido de los tratamientos T4 (2,00 kg/planta), con un promedio 157,41 cm; mientras que en el tratamiento T3 (1,60 kg/planta), se obtuvo una longitud de 155,85 cm y finalmente los resultados más bajos en el tratamiento control con medias de 146,91 cm. Así mismo, en la evaluación del diámetro del tallo (D.T), no existió diferencias significativas, sin embargo, se observa el mayor diámetro en el T5 (4,00 kg/planta), con medias de 5,18 cm; seguido de los tratamientos T4 (2,00 kg/planta), con un promedio de 4,90 cm; mientras que el tratamiento T3 (1,60 kg/planta) con un promedio de 4,80 cm, el T0 obtuvo un diámetro de 4,46 cm y finalmente se reportaron los resultados más bajos en el tratamiento T2 y T1 con medias de 4,44 cm y 4,29 cm respectivamente. En el número de flores (N. FL) no hubo diferencias significativas, sin embargo, se observa el mayor número de flores en el T5 (4,00 kg/planta) con medias de 9; seguido de los tratamientos T4 y T3, con medias de 8 y 7, finalmente se reportaron los resultados más bajos en los tratamientos T2, T1 y T0 obteniendo valores medios de 6 flores por tratamiento. Por otro lado, para el número de frutos (N. FR) no se encontró diferencias significativas, sin embargo, se observa el mayor número de frutos en el T5 (4,00 kg/planta) con medias de 15; seguido del tratamiento T4 (2,00 kg/planta) con un valor medio de 11, para los T3, T2 y T1 se obtuvo medias de 10 y finalmente los resultados más bajos en el tratamiento T0 con medias de 9 flores. Para la variable (D. FR) existió diferencias significativas

( $P < 0.01$ ), es decir los diferentes niveles de vermicompost tuvieron un efecto en el diámetro del fruto obteniendo el mayor valor en el T5 (4,00 kg/planta) con medias de 7,76 cm; seguido del tratamiento T4 (2,00 kg/planta) con un valor medio de 6,22 cm, el T2 con medias de 5,79 cm y finalmente los resultados más bajos en el tratamiento T0 con medias de 3,99 cm.

Al realizar la separación de medias por medio de Tukey, se puede observar en la tabla 4-5, que los promedios de las medias para el diámetro del fruto se dividieron en 6 grupos (a, b, c, d, e y f) observándose los mejores resultados en las muestras que tienen (4,00 y 2,00) kg/planta de vermicompost siendo (a) el grupo más apto, con el mejor resultado y mayor influencia.

**Tabla 4-5:** Efecto de los niveles de vermicompost en el tercer período

Variables	Niveles de vermicompost												Pro b	Sig n
	T0 0		T1 0,5		T2 1,00		T3 1,6		T4 2,00		T5 4,00			
L. T (cm)	146,9 1	a	148,6 2	a	153,1 7	a	155,8 5	a	157,4 1	a	159,3 1	a	0,66	ns
D. T (cm)	4,46	a	4,29	a	4,44	a	4,80	a	4,90	a	5,18	a	0,01	ns
N. FL	6	a	6	a	6	a	7	a	8	a	9	a	0,00	ns
N. FR	9	a	10	a	10	a	10	a	11	a	15	a	0,00	ns
D. FR (cm)	3,99	f	4,92	d	5,79	c	5,02	e	6,22	b	7,76	a	0,00	**

Realizado por: Jaramillo, Jasmány, 2023.

## 4.2. Discusión

### 4.2.1. Caracterización del suelo agrícola y del vermicompost

Las características de suelo se relacionan con su fertilidad, entendiendo la fertilidad como la calidad que posee un suelo para proporcionar los nutrientes necesarios para el desarrollo normal y productivo de los diversos tipos de plantas (Gómez, 2023, párr. 2). Los niveles de fertilidad de un suelo se dan en función de las propiedades químicas del suelo. Existen condiciones específicas acerca de las propiedades del suelo en función de los criterios de remediación o restauración de acuerdo con el uso del suelo (agrícola, comercial, residencial e industrial) que tienen el propósito de establecer los niveles máximos de concentración de contaminantes de un suelo en proceso de remediación o restauración como se observa en la tabla 4-6.

**Tabla 4-6:** Criterios de remediación o restauración del suelo para uso agrícola

Sustancia	Uso del suelo			
	Agrícola	Residencial	Comercial	Industrial
pH	6 a 8	6 a 8	6 a 8	6 a 8

Fuente: Norma De Calidad Ambiental Del Recurso Suelo Y Criterios De Remediación Para Suelos Contaminados.

Realizado por: Jaramillo, Jasmany, 2023.

El pH del suelo es importante para el crecimiento de las plantas puesto que tiene un efecto indirecto según la cantidad de minerales existentes. Así, por ejemplo, cuando el suelo tiene un pH entre 4.0 y 5.0 existe gran cantidad de manganeso y aluminio, y, bajos contenidos de calcio, magnesio y fósforo; por lo que la actividad de las bacterias es disminuida en relación con la actividad de los hongos, para los cuales se formó un medio propicio de proliferación. La Norma de Calidad Ambiental establece un pH de remediación para un suelo agrícola de entre 6 y 8; y el análisis desarrollado estableció un pH del suelo de 4.86, es decir, fuertemente ácido; estando por debajo de los límites permisibles descritos en la tabla 4-7.

Martínez (2007) en su estudio, Suelo y Preparación del Terreno, indica que la planta de tomate es moderadamente tolerante a la acidez del suelo, pudiendo sembrarse en suelos con pH de hasta 5.5 para evitar la poca disponibilidad de nutrientes como calcio, fósforo, magnesio y molibdeno. La acidificación del suelo en regiones tropicales húmedas como la Amazonía está relacionada con las altas precipitaciones que favorece la lixiviación de las bases ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$  y  $\text{Na}^+$ ).

**Tabla 4-7:** pH del suelo

pH	Rango
Muy fuertemente ácido	Menor a 4.5
Fuertemente ácido	4.6 a 5.5
Medianamente ácido	5.6 a 6
Ligeramente ácido	6.1 a 6.5
Neutro	6.6 a 7.3
Ligeramente alcalino	7.4 a 7.8
Moderadamente alcalino	7.9 a 8.4
Fuertemente alcalino	8.5 a 9
Muy fuertemente alcalino	Mayor a 9.1

Fuente: Norma De Calidad Ambiental Del Recurso Suelo Y Criterios De Remediación Para Suelos Contaminados

Realizado por: Jaramillo, Jasmany, 2023.

Melgarejo et al., (1997) en su estudio denominado evaluación de algunos parámetros fisicoquímicos y nutricionales en el humus de lombriz y compost derivados de diferentes sustratos: manifiesta que la disponibilidad de los nutrientes en los abonos orgánicos no depende del contenido total en el material, sino de la dinámica del proceso, la temperatura alcanzada que

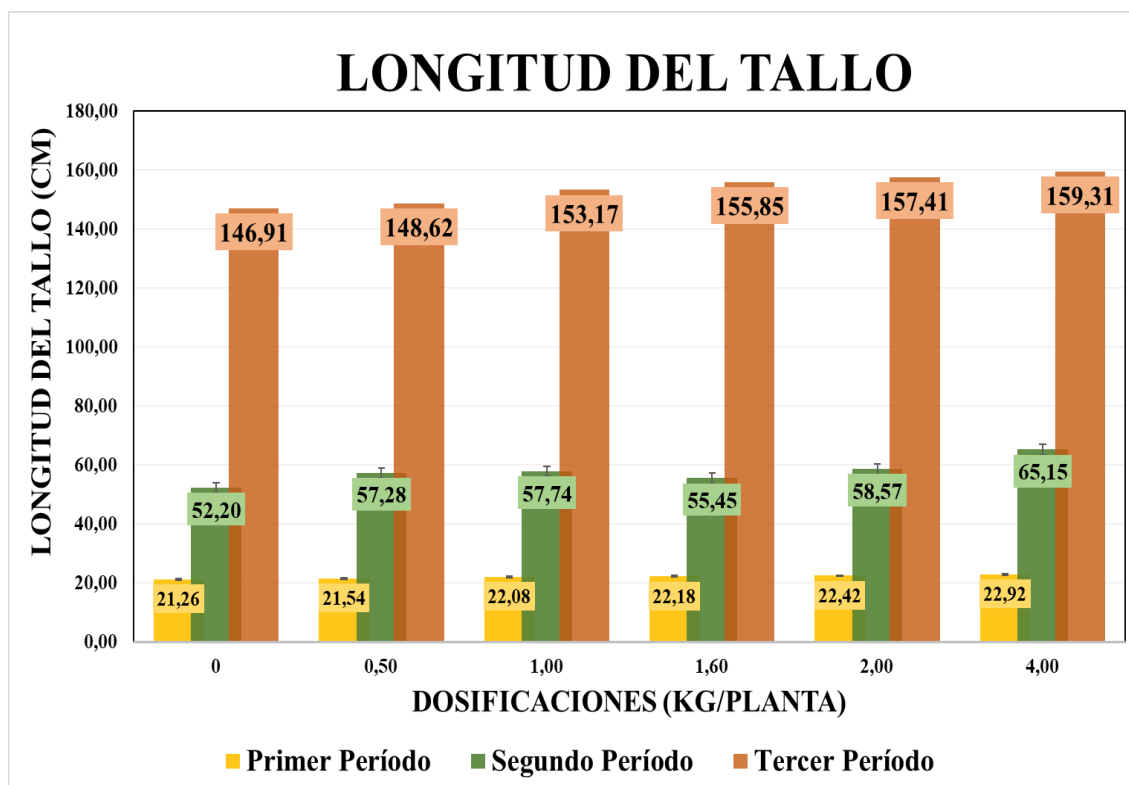
permite el desarrollo de organismos especializados; así algunos elementos pueden llegar a estar más disponibles por efecto del pH, de la humedad y de la aireación.

Según se observa en la tabla 4–7, El pH de 6,14 del vermicompost es neutro o ligeramente ácido y según Fornes et al., (2012) esto se debe al efecto de los microorganismos presentes en el precompostaje los cuales son sometidos a la flora microbiana de las lombrices en su trato intestinal, así mismo, Vázquez et al., (2018, p. 46) manifiesta que diferentes autores coinciden en que un pH ácido en los abonos orgánicos generalmente se debe a la mineralización de los compuestos de N y P, la liberación de CO<sub>2</sub>, ácidos orgánicos del metabolismo microbiano y la producción de ácidos húmicos y fúlvicos.

#### ***4.2.2. Evaluación de las dosificaciones de vermicompost en el tomate riñón “*Solanum Lycopersicum*”***

Las abonos orgánicos como el vermicompost son una buena práctica para el manejo y recuperación de la fertilidad del suelo, gracias a que mejoran la disponibilidad de nutrientes y sus propiedades físicas, favoreciendo el crecimiento de los cultivos y disminuyendo su compactación, así mismo representan un aliado importante en la lucha contra la degradación por erosión de suelos, dada su influencia en la reducción de la erosión hídrica y eólica del suelo (FAO Y MADS, 2018; citado de: Flórez, 2020, p.18), por otro lado permite reducir la dependencia a productos químicos nocivos y promueve las prácticas agrícolas sostenibles al reciclar materia orgánica y reducir la contaminación del suelo y el agua.

#### 4.2.2.1. Longitud del Tallo (L.T) (cm)



**Ilustración 4–1:** Longitud del tallo de la planta de tomate “*Solanum Lycopersicum*” por períodos.

Realizado por: Jaramillo, Jasmanny, 2023.

La longitud del tallo (L. T) a los 20 días de aplicar las dosificaciones de vermicompost en el suelo de producción de tomate riñón “*Solanum Lycopersicum*” y que corresponde al primer período presentó el valor más alto de 22,92 cm en el T5, otro resultado favorable fue el T4 que registró un valor de 22,42 cm, seguido del T3 con una media de 21,18 cm, el T2 obtuvo un valor medio de 22,08 cm, mientras que el T1 un valor medio de 21,54 cm, el menor valor fue del tratamiento testigo con una media de 21,26 cm. Estos resultados ponen al T5 y T4 de 4,00 kg y 2,00 kg respectivamente como los mejores resultados de longitud de tallo con medias de 22,92 cm y 22,42 cm, estos resultados similares a los obtenidos por (Luna et al., 2015, p.70) en su estudio abonos orgánicos y su efecto en el crecimiento del cultivo de “*Solanum Lycopersicum*” donde a los treinta días de administrar 50% de vermicompost reportó medias de 14,72cm y a los cuarenta y cinco días medias de 22,32 cm de longitud del tallo en la planta.

Para Nardi et al., (2002) el incremento del indicador de crecimiento del tallo puede estar relacionado con la composición de los abonos orgánicos que son fundamentalmente sustancias húmicas, de las cuales se conocen sus efectos y participación en los distintos procesos fisiológicos y bioquímicos en las plantas, con intervención positiva en la respiración y velocidad de las reacciones enzimáticas del Ciclo de Krebs, lo cual propicia una mayor producción de ATP, así

como también en efectos selectivos sobre la síntesis proteica y aumento de la actividad de diversas enzimas.

Al realizar el análisis estadístico del segundo periodo de la longitud se puede observar en la ilustración 4-1 que se detalla como el T5 obtuvo el mayor número de longitud de tallo con media de 65,15 cm, resultados similares a los obtenidos por Luna et al., (2015, p.70) en su estudio donde a los sesenta días obtuvo una media de 58,84 cm. Para los demás resultados de la longitud del tallo se encontró que el tratamiento T4 registró un valor de 58,57 cm, el T2 una media de 57,74 cm, el T1 obtuvo un valor medio de 57,28 cm, el T3 con un valor medio de 55,45 cm, mientras que el menor valor fue del tratamiento testigo con una media de 52,20 cm.

Por su parte, el estudio desarrollado por Sigcha (2015), Producción de tomate (*lycopersicum esculentum mill*) con la aplicación de dos abonos orgánicos foliares y edáficos en el Centro Experimental La Playita de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná, estableció a los 45 días una altura promedio de 138.34 cm en el tratamiento de fertilización con bocashi más ácido húmico, estos resultados son significativamente diferentes a los obtenidos en el presente estudio.

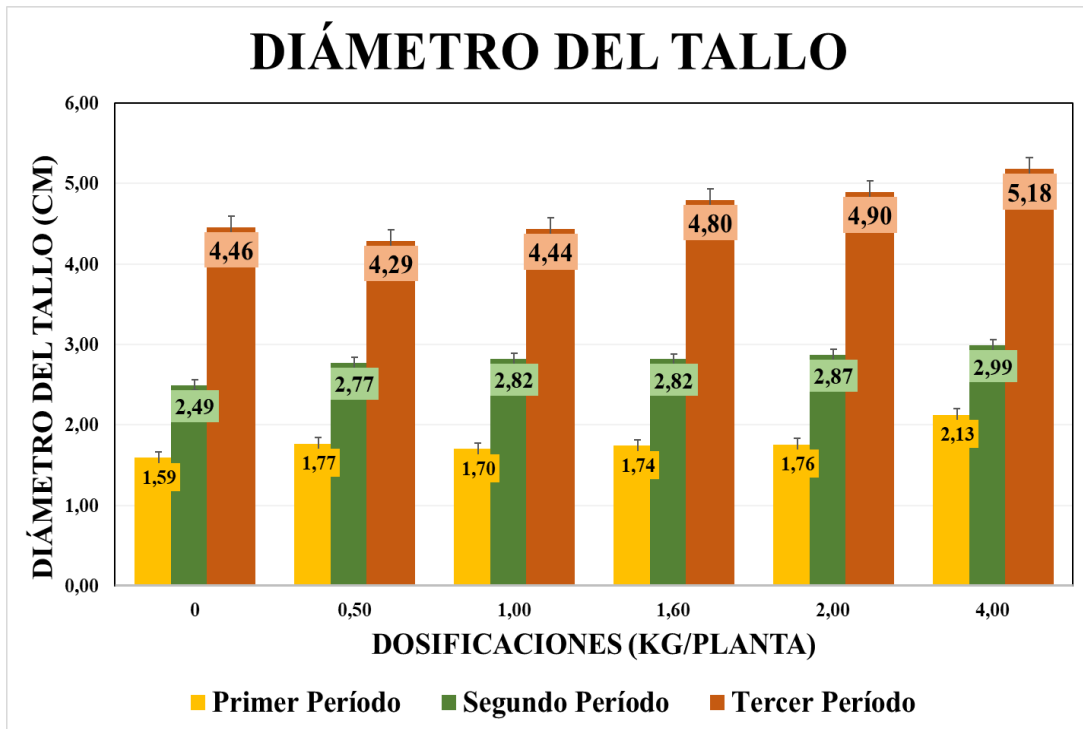
El análisis estadístico del tercer periodo de la longitud se detalla en la ilustración 4-1, el T5 obtuvo el mayor número en longitud de tallo con 159,31 cm, resultados similares a los obtenidos por Luna et al., (2015, p.70) donde a los 75 y 90 días obtuvo medias de 108,08 cm y 114,64 cm de longitud del tallo. Para los demás resultados de la longitud del tallo el T4 registró un valor de 157,41 cm, el T3 una media de 155,85 cm, el T2 un valor medio de 153,17 cm, el T1 con un valor medio de 148,62 cm, mientras que el menor valor fue en el tratamiento testigo con una media de 146,91 cm. Mientras que Sigcha (2015), utilizando un fertilizante de humus de lombriz más ácido húmico, alcanzó una altura promedio de 165.83 cm a los 60 días de desarrollo de la planta. Domínguez et al. (2010) menciona que a mayores concentraciones de las sustancias húmicas mayor será el crecimiento de las plantas debido a un incremento de la respuesta hormonal.

Por otro lado Chang (2021), en su estudio Efecto de diferente dosis de fertirriego en el desarrollo y producción del cultivo de tomate en el cantón Balzar, provincia del Guayas, utilizó fertilizantes químicos Urea 46% y nitrato de potasio como fuente de nitrógeno; ácido fosfórico al 54%; y, sulfato de potasio al 52% de potasio y 18% de azufre, determinó que en el T1 la altura de la planta fue de 63.86 cm y 96.43 cm a los 50 y 70 días respectivamente, en el T2 obtuvo una altura de 63.71 y 96.29 cm, a los 50 y 70 días; finalmente, en el T3 la altura fue de 63.29 y 92.86 cm a los



50 y 70 días. Estos resultados a los 50 días de desarrollo de la planta coinciden con los resultados obtenidos en el presente estudio mediante la utilización de vermicompost en dosis de 4 kg.

#### 4.2.2.2. Diámetro del Tallo (D.T) (cm)



**Ilustración 4–2:** Diámetro del tallo de la planta de tomate “*Solanum Lycopersicum*” por períodos  
Realizado por: Jaramillo, Jasmany, 2023.

Para la variable diámetro del tallo utilizando diferentes dosificaciones de vermicompost se presentó su valor más alto en el T5 registrando una media de 2,13 cm, como se puede observar en la Ilustración 4-2; otros resultados obtenidos durante el primer periodo del experimento con mejor respuesta fueron el T5, seguido del T1 que registró un valor de 1,77 cm, el T4 una media de 1,76 cm, en el T3 el valor fue de 1,74 cm, el T2 se obtuvo un valor medio de 1,70 cm, mientras que el menor valor fue del tratamiento testigo con un valor medio de 1,59 cm.

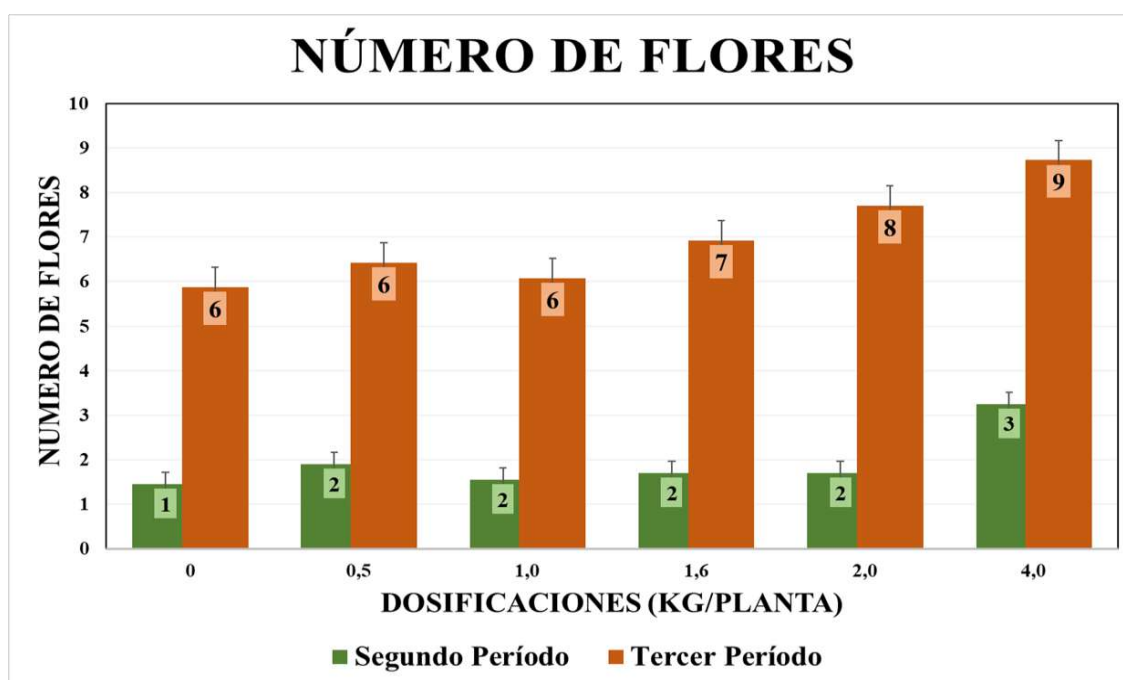
En la variable diámetro del tallo en el segundo periodo, el tratamiento T5 tuvo el mayor valor con una media de 2,99 cm, mientras que el tratamiento T4 alcanzó un valor de 2,87 cm, los tratamientos T2 y T3 llegaron a valores medios de 2,82 cm, en el T1 el valor fue de 2,77 cm y en el tratamiento testigo obtuvo un valor medio de 2,49 cm. Por su parte, el estudio desarrollado por Sigcha (2015), determinó a los 60 días un diámetro de tallo promedio de 1.644 cm en el tratamiento usando como fertilizante humus de lombriz, estos resultados difieren

significativamente de los obtenidos en el presente estudio, concluyendo que la aplicación de 4 kg de vermicompost genera mejores resultados en el desarrollo de las plantas de tomate.

Las mediciones realizadas en la adultez de las plantas registraron diámetros de tallos de 4.29; 4.44; 4.80; 4.90 y 5.18, respectivamente para los tratamientos T1, T2, T3, T4 y T5; estos resultados son favorables con los obtenidos por Escalona (2009) que establece un rango óptimo de diámetro de tallo que oscila entre 2–4 cm a la adultez de la planta.

Una investigación desarrollada por Cocoango (2018), Estudio de la adaptación y rendimiento de 10 variedades de tomate riñón (*Solanum Lycopersicum L*) bajo invernadero, cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo; utilizó fertilizantes químicos con contenidos de nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio, calcio y azufre; a los 90 días de desarrollo de las plantas se alcanzaron diámetros promedio de entre 10.00 cm hasta 11.94 cm. Estos resultados tienen diferencia significativa con los alcanzados en la presente investigación, cabe recalcar que la especie con mayor diámetro de tallo alcanzado es la variedad CLX-002 de la casa productora Alaska.

#### 4.2.2.3. Numero de Flores (N. FL)



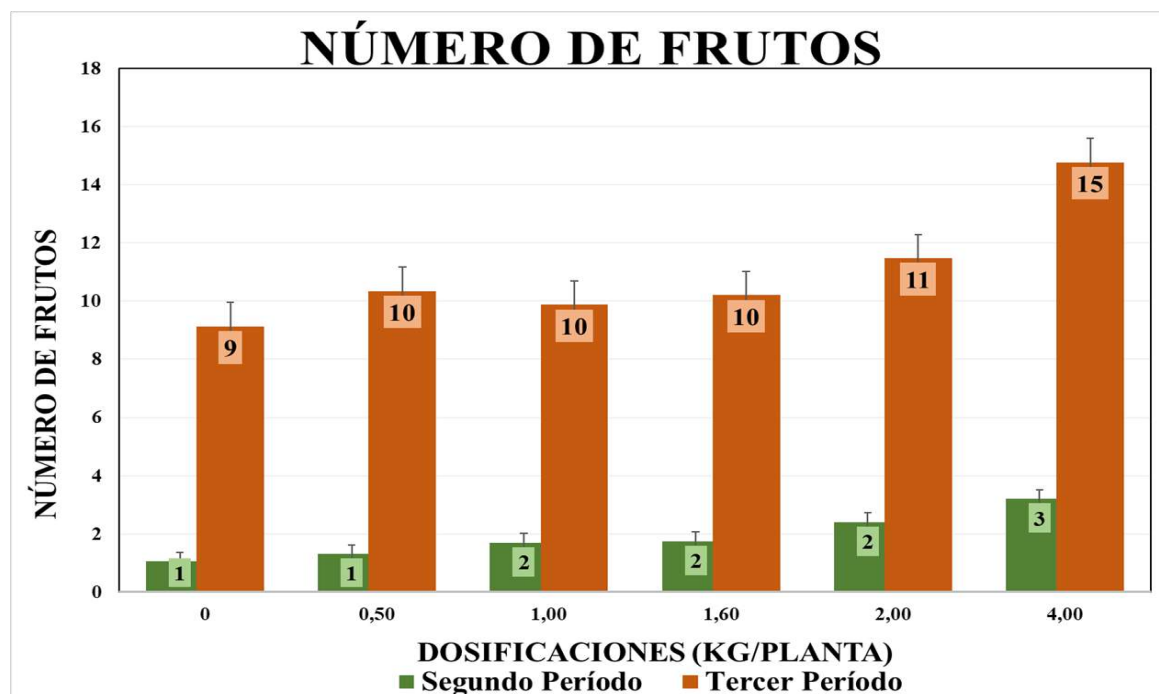
**Ilustración 4–3:** Número de flores de la planta de tomate “*Solanum Lycopersicum*” por periodos  
**Realizado por:** Jaramillo, Jasmany, 2023.

Como se muestra en la Ilustración 4–3, para la variable número de flores en el segundo periodo se encontró valores medios de 3 respectivamente para el T5, resultados similares a los obtenidos

por Luna et al., (2015, p. 70) con medias de 2,48 y 3,20 al aplicar el 50% de vermicompost. Los tratamientos T1, T2, T3, T4, registraron medias de 2 flores y el tratamiento testigo obtuvo una flor, como se indica en la Ilustración 4-3., además se obtuvo otros resultados del T2, T3, T4 que registraron valores de 2 frutos, y el T0 y T1 se obtuvo un valor medio de un fruto. Este resultado se asemeja los reportados por Togun y Akanbi (2003), quienes mencionan que el número de frutos de tomate por planta con concentraciones 4000 kg/ha fue mayor que el tratamiento testigo, lo que nos dice que las concentraciones altas de vermicomposta son una respuesta correcta a las necesidades nutricionales de la planta.

En el tercer periodo la presencia promedio de flores fue de 6 a 9 unidades por planta para los tratamientos T1, T2, T3, T4 y T5. Por su parte Sigcha (2015), en su investigación alcanzó un número promedio de 9.09 flores usando un fertilizante de humus de lombriz como resultado más favorable, mientras que la aplicación de bocashi más agrostemín generó el menor rendimiento con un promedio de 7.47 flores por planta. Estos resultados evidencian que la utilización de vermicompost en las plantaciones de tomate (*Solanum Lycopersicum*) influye significativamente en el desarrollo productivo de la planta.

#### 4.2.2.4. Número de Frutos (N.FR)



**Ilustración 4-4:** Número de frutos de la planta de tomate “*Solanum Lycopersicum*”, por periodos

Realizado por: Jaramillo, Jasmany, 2023.

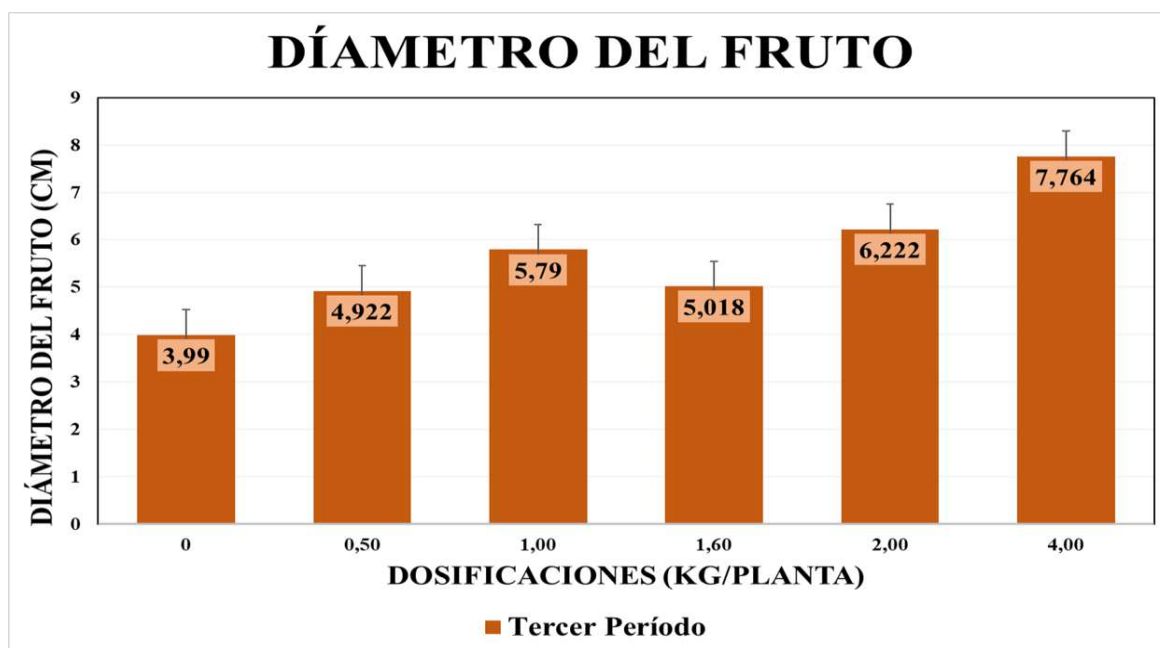
En cuanto a las variables de número de frutos se registró valores medios mínimos de 9 unidades en el T0 y 15 unidades en el T5, estos resultados se los detalla en la Ilustración 4-4 y son superiores a los encontrados en el artículo de Luna et al., (2015, p.70) donde se obtuvo medias de 3,40 y 4,08 al aplicar el 50% de vermicompost. Los resultados estadísticos obtenidos para el número de flores durante el tercer periodo del experimento determinaron que el tratamiento con mejor respuesta fue el T5 con una media de 9 flores, seguido del T4 con 8 flores, el T3 con 7 flores y los tratamientos T0, T1, T2 se obtuvo un valor medio de 6 flores.

El estudio desarrollado por Sigcha (2015) determinó en la primera cosecha un promedio de frutos de 7,34 unidades por planta mediante la utilización de fertilizante bocashi más agrostemín, sin embargo, en las siguientes cosechas el rendimiento disminuye en aproximadamente 2 unidades. Mientras que el uso de humus con lombriz generó un promedio de 6,15 frutos por planta en la primera cosecha y manteniendo un rendimiento similar en las siguientes cosechas; estos resultados evidencian los beneficios nutriológicos que aporta el vermicompost para el desarrollo de la planta.

El estudio realizado por Chang (2021), mediante el uso de fertirriego, es decir, el riego por goteo más la adición de fertilizantes químicos, determinó un total de frutos de 15,29 unidades en el T1, 17 unidades en el T2 y 14,57 unidades en el T3; estos resultados son similares al promedio de frutos obtenidos en el presente estudio con la utilización de 4 kg de vermicompost.

Una investigación desarrollada por Pindo (2013) en el cantón Chilla, provincia de El Oro, utilizó un fertilizante orgánico, BOCASHI, en dosis de 200 gramos por planta, generó un número de frutos promedio de 38,25 unidades por planta. Los resultados obtenidos se deben a que los abonos orgánicos son ideales para la recuperación de las plantas y cultivos sin provocar efectos secundarios, ya que los mismos estimulan el ciclo vegetativo de las plantas, contribuyen así al logro de cosechas más seguras y rentables.

#### 4.2.2.5. Diámetro del Fruto (D. FR) (cm)



**Ilustración 4-5:** Diámetro del fruto de la planta de tomate “*Solanum Lycopersicum*”

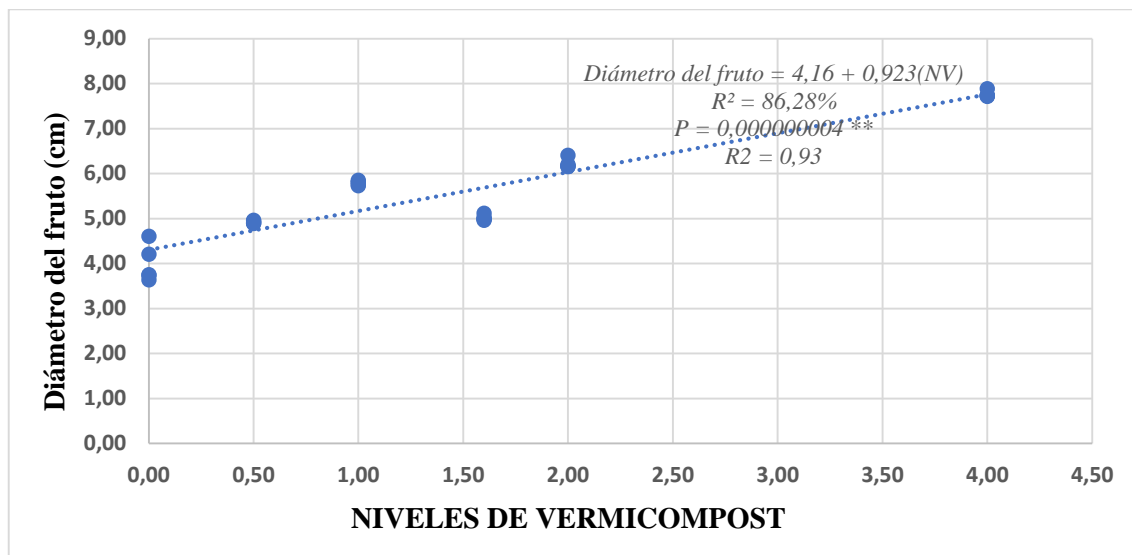
Realizado por: Jaramillo, Jasmany, 2023.

Los resultados estadísticos para el diámetro de los frutos se detallan en la Ilustración 4-5, durante el tercer periodo del experimento se encontró que el tratamiento con mejor respuesta fue el T5 con una media de 7,76 cm, seguido del T4 con un valor de 6,22 cm, el T2 obtuvo un valor medio de 5,79 cm, seguido del T2 con un valor de 5,02 cm, el T1 con una media de 4,92 cm y en el tratamiento testigo el valor fue de 3,99 cm, estos resultados concuerdan según lo expuesto por Shankar et al., (2012) quien afirma que el vermicompost favorece en la producción de frutos de mayor peso y diámetro.

Estos resultados fueron comparados con los obtenidos por Sigcha (2015) quien al utilizar un fertilizante de bocashi más ácido húmico logró obtener frutos con diámetro promedio de 7,46 cm; mientras que, el uso de humus de lombriz más agrostemín obtuvo frutos con diámetro promedio de 7,27 cm; la aplicación de únicamente humus de lombriz permitió llegar a frutos con diámetro promedio de 7,25 cm y el uso de humus de lombriz más ácido húmico dio frutos con diámetro promedio de 7,04 cm; se concluye que el uso de humus de lombriz tanto en el estudio de Sigcha como en este estudio no tienen diferencias significativas en cuanto al diámetro del fruto de tomate.

El estudio desarrollado por Urrea (2019), mediante la utilización de fertilizantes convencionales en plantaciones de tomate bajo cobertura de mallas polisombra, requirió la adición de urea (527

kg/ha), nitrato de calcio (202 kg/ha), superfosfato triple (98 kg/ha) y cloruro de potasio (500 kg/ha), obteniendo diámetros desde 6.04 hasta 7.05, en relación con la malla utilizada. Estos valores no son significativamente diferentes a los obtenidos en el presente estudio.



**Ilustración 4-6:** Análisis de regresión lineal del diámetro de los frutos de la planta de tomate  
Realizado por: Jaramillo, Jasmany, 2023.

En la Ilustración 4-6, se observa el análisis de regresión lineal del diámetro del fruto en el tercer periodo de desarrollo de la planta de tomate, se aprecia que los resultados se ajustan hacia una tendencia lineal positiva, es decir que partiendo de un intercepto de 4,16 el diámetro del fruto se eleva en 0,923 por cada unidad de cambio en el nivel de vermicompost aplicado a la fertilización del tomate. Además, se aprecia un coeficiente de determinación  $R^2 = 86,28\%$ , mientras tanto que el 13,72 % restante depende de otros factores no considerados en la investigación. Por otro lado, se aprecia un coeficiente de correlación de 0,93; es decir que, con el incremento de las dosificaciones de vermicompost existirá un incremento en el diámetro del fruto en forma significativa ( $P < 0.01$ ).

## CAPÍTULO V

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

Se determinó las propiedades iniciales del suelo mediante análisis físico – químicos revelando los siguientes resultados: pH de 4,86, contenido de humedad del 41,5%, materia orgánica del 12,28%, nitrógeno total de 0,61%, fósforo de 10,3 mg/Kg, potasio de 0,47 cmol/Kg, calcio de 4,69 cmol/Kg, magnesio de 1,29 cmol/Kg, zinc de 2,55 mg/Kg, manganeso de 30,46 mg/Kg y una textura arenosa arcillosa (Aa). Estos datos proporcionan una base sólida para conocer el grado de suficiencia de nutrientes en el suelo agrícola.

Se midió el efecto de (0,5; 1,0; 1,6; 2,0; 4,0) Kg/planta de vermicompost y mediante la evaluación de las dosificaciones, se informó que todos los tratamientos en estudio son óptimos. Esto significa que, según los resultados, todas las cantidades de vermicompost probadas parecen ser beneficiosas y favorables para el crecimiento o rendimiento de los cultivos de tomate riñón "*Solanum Lycopersicum*".

Se comprobó los beneficios del vermicompost como alternativa de fertilización en el tomate riñón "*Solanum Lycopersicum*", a través de un análisis físico – químico se reveló valores elevados de materia orgánica (M.O), nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca) y manganeso (Mn). Esta información sugiere que el suelo es rico en nutrientes, lo cual es beneficioso para el crecimiento y salud de las plantas, siendo está una alternativa de fertilización desde una perspectiva ambiental, ofreciendo una manera más sostenible y respetuosa con el medio ambiente de nutrir y mejorar las características del suelo.

### **4.3. Recomendaciones**

Usar dosificaciones de (1,00 a 2,00) kg/planta antes del trasplante y realizar una correcta aplicación, ahorrando insumos y recursos económicos.

Implementar políticas ambientales enfocadas en el uso del vermicompost u otros abonos de origen orgánico como fertilizante, que pueda incentivar su uso responsable y contribuir de manera positiva a la salud del suelo, la reducción de desechos orgánicos y la sostenibilidad ambiental.

Promover el uso del vermicompost como alternativa viable y respetuosa con el medio ambiente, porque aporta beneficios tanto a corto como a largo plazo e incrementa la disponibilidad de nutrientes, reduciendo el impacto ambiental que se produce durante las actividades agrícolas.



## BIBLIOGRAFÍA

1. **AGROLAB.** *Guía de referencia para la interpretación análisis de suelos AGROLAB introducción* [en línea]. Pachuca - Hidalgo, México: 2011. [Consulta: 25 junio 2023]. Disponible en: [http://www.agrolab.com.mx/sitev002/sitev001/assets/interpretacion\\_fertsuel.pdf](http://www.agrolab.com.mx/sitev002/sitev001/assets/interpretacion_fertsuel.pdf)
2. **ÁLVAREZ, Santiago.** Lombricultura rústica como alternativa para el aprovechamiento de los desechos agropecuarios en los Ejidos Boquillas del Refugio y La Constancia, del municipio de Parras de la Fuente, Coahuila (Tesis) (Pregrado) [en línea]. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro división de Ciencias Socioeconómicas Departamento de Sociología Rural. Coahuila – México, 2018. [Consulta: 12 enero 2023]. Disponible en: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/43046/Mazariegoz%20Alvarez%20Santiago.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
3. **ARENAZA, Sergio.** Aplicación de Vermicompost para la remediación de suelos contaminados por metales pesados: Revisión Sistemática (Tesis) (Pregrado) [en línea]. Universidad César Vallejo. Lima – Perú, 2021. [Consulta: 19 diciembre 2022]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/75963>
4. **ATUESTA, Sebastián.** *VERMICOMPOST - Terrazan.root* [blog]. 10 marzo 2022. [Consulta: 25 diciembre 2022]. Disponible en: <https://terrazan.co/wp-content/uploads/2022/03/el-vermicompost-terra-zan.pdf>
5. **BRICEÑO, Abigahil & PÉREZ, Alodya.** Utilización del humus Lombriz Roja Californiana (*Eisenia Foetida*) como alternativa amigable al medio ambiente para el cultivo de café, finca Santa Dolores, Municipio el Crucero, enero - junio 2016 (Tesis) (Pregrado) [en línea]. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua UNAN - MANAGUA. Managua – Nicaragua. 2017. [Consulta: 25 octubre 2022]. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/84460624.pdf>
6. **BURBANO, Hernán.** "El suelo al servicio de la sociedad y su rol en el contexto de los cambios globales". *Revista de la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas* [en línea]. Vol. XI, n.º 2, pp. 53-62. [Consulta: 03 febrero 2023]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3640660>
7. **CAGUANA, Miguel.** *Cultivo de tomate riñón en invernadero (Lycopersicon esculentum)* [en línea]. Quito, Ecuador : Asociación de Agrónomos Indígenas de Cañar: Abya-Yala. 2003. [Consulta: 25 octubre 2022]. Disponible en: [https://digitalrepository.unm.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1366&context=abya\\_yala](https://digitalrepository.unm.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1366&context=abya_yala)
8. **CAMACHO - LÓPEZ, Christian, JARA - FRANCO, Nayely y GONZÁLEZ - RIVADENEIRA, Josselyn.** "Análisis multitemporal de la deforestación y cambio de la

cobertura del suelo en Morona Santiago". *Polo del Conocimiento*. 2022, Vol. 7, pp. 797-807. DOI 10.23857/pc.v7i1.3511

9. **COCOANGO PILCO, Mayra Alexandra.** Estudio de la adaptación y rendimiento de 10 variedades de tomate riñón (*solanum lycopersicum l*) bajo invernadero, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo (Tesis) (Pregrado) [en línea]. Riobamba – Ecuador: 2018. [Consulta: 25 enero 2024]. Disponible en: <http://dspace.esepoch.edu.ec/bitstream/123456789/10347/1/13T0863.pdf>
10. **CHANG CASTRO, Eduardo Vinicio.** Efecto de diferente dosis de fertirriego en el desarrollo y producción del cultivo de tomate en el cantón Balzar provincia del Guayas (Tesis) (Pregrado) [en línea]. Universidad Agraria del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrarias Carrera de Ingeniería Agronómica. Milagro . Ecuador. 2021. [Consulta: 25 enero 2024]. Disponible en: [https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/CHANG%20CASTRO%20EDUARDO%20VINICIO\\_compressed.pdf](https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/CHANG%20CASTRO%20EDUARDO%20VINICIO_compressed.pdf)
11. **DOPAZO, Hernán y NAVARRO, Arcadi.** *Evolución y Adaptación 150 años después del Origen de las Especies* [en línea]. Valencia, España: SESBE, 2009. [Consulta: 25 octubre 2022]. ISBN 978-84-92910-06-9. Disponible en : <https://sesbe.org/evolucion-y-adaptacion-150-anos-despues-del-origen-de-las-especies/>
12. **FAO y GTIS.** *Estado mundial del Recurso Suelo (EMRS) - Resumen Técnico* [en línea]. Roma – Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 2006. ISBN 978-92-5-308960-4. [Consulta: 25 enero 2023]. Disponible en: <https://www.fao.org/3/i5126s/i5126s.pdf>
13. **FLÓREZ, Elizabeth.** *El vermicompost, una alternativa para la recuperación de suelos.* [en línea]. Bogotá – Colombia: Universidad Militar Nueva Granana UMNG. 2020. [Consulta: 14 diciembre 2022]. Disponible en: <https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/36123>
14. **FORTIS - HERNÁNDEZ, Manuel et al.** "Aplicación de abonos orgánicos en la producción de maíz forrajero con riego por goteo". *TERRA LATINOAMERICANA* [en línea]. 2009, Vol. 7, n.º 4, pp. 329-336. [Consulta: 16 noviembre 2022]. Disponible en: <https://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v27n4/v27n4a7.pdf>
15. **GAMBOA TOLEDO, Angie & QUEZADA LEÓN, Vanesa.** Evaluación fenológica y productiva de tres variedades de tomate de mesa (*Solanum lycopersicum*) bajo invernadero en loma larga, provincia del Azuay (Tesis) (Pregrado) [en línea]. Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Carrera de Ingeniería Agronómica. Cuenca – Ecuador. 2021. [Consulta: 25 enero 2024]. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/37552/1/Trabajo%20de%20Titulacion.pdf>

16. **GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO PROVINCIAL DE MORONA SANTIAGO.** *PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL 2019 - 2023* [en línea]. Morona Santiago – Ecuador: 2019. [Consulta: 16 noviembre 2022]. Disponible en: [https://moronasantiago.gob.ec/wp-content/uploads/2021/07/TOMO-I-\\_FASE-DIAGNOSTICO-POR-COMPONENTES\\_compressed.pdf](https://moronasantiago.gob.ec/wp-content/uploads/2021/07/TOMO-I-_FASE-DIAGNOSTICO-POR-COMPONENTES_compressed.pdf)
17. **GÓMEZ RODAS, Anamaria.** *Introducción a los suelos: La calidad de los suelos* [blog]. PennState Extension, 06 enero 2023. [Consulta: 25 noviembre 2023]. Disponible en: <https://extension.psu.edu/introduccion-a-los-suelos-la-calidad-de-los-suelos#:~:text=La%20fertilidad%20del%20suelo%20es,el%20calcio%20y%20el%20magnesio.>
18. **INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS Y CENSOS (INEC) y ESPAC.** *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua Boletín Técnico (ESPAC)* [en línea]. Quito – Ecuador: 2022. [Consulta: 12 octubre 2022]. Disponible en: [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_agropecuarias/espac/espac-2021/Principales%20resultados-ESPAC\\_2021.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2021/Principales%20resultados-ESPAC_2021.pdf)
19. **LUNA, Ricardo et al.** “Abonos Orgánicos y su efecto en el crecimiento y desarrollo del cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum* L.)”. *Centro Agrícola* [en línea]. 2015, Vol. 42, n.º 4, pp. 67-74. [Consulta: 18 diciembre 2022]. Disponible en: [http://cagricola.uclv.edu.cu/descargas/pdf/V42-Numero\\_4/cag09415.pdf](http://cagricola.uclv.edu.cu/descargas/pdf/V42-Numero_4/cag09415.pdf)
20. **MARTÍNEZ, Sonia.** “Conjunto Tecnológico para la producción de tomate – Suelo y preparación del terreno”. *Estación Experimental Agrícola* [en línea]. 2007, pp. 1-7. [Consulta: 25 junio 2023]. Disponible en: <https://www.upr.edu/eea/wp-content/uploads/sites/17/2016/03/TOMATE-Suelo-y-Preparaci%C3%B3n-del-Terreno-v2007.pdf>
21. **MINISTERIO DEL AMBIENTE.** *Norma de calidad ambiental del recurso suelo y criterios de remediación para suelos contaminados* [en línea]. Quito – Ecuador: 2015. [Consulta: 05 enero 2023]. Disponible en: <https://www.cip.org.ec/attachments/article/450/ANEXO%20%20SUELO.pdf>
22. **MIRANDA, Fresly.** Adopción de lombricomposteras en el sistema finca familiar en Caserío Bellavista, San Pedro Sacatepequez, San Marcos (2007 - 2009) estudio de caso (Tesis) (Pregrado) [en línea]. Quetzaltenango : Universidad Rafael Landívar. 2015. [Consulta: 14 diciembre 2022]. Disponible en: <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjcem/2015/06/04/Miranda-Fresly.pdf>

23. **MONTAÑO, Iliana, VALENZUELA, Iván & VILLAVICENCIO, Kennia.** “Competitividad Del Tomate Rojo De México En El Mercado Internacional, Análisis 2003 – 2017”. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 2021, Vol. 12, n.º 7, pp. 1185-1197.
24. **PINDO MACAS, Darwin Homero.** “Determinación del efecto y rentabilidad de tres tipos de abonos orgánicos en el cultivo de tomate de mesa (*solanum lycopersicum*) variedad ELPIDA bajo condiciones de invernadero en el cantón Chilla provincia de El Oro” (Tesis) (Pregrado) [en línea]. Universidad Nacional de Loja, Carrera de Ingeniería en Administración y Producción Agropecuaria. Loja – Ecuador. 2013. [Consulta: 25 enero 2024]. Disponible en: <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/5438/1/Pindo%20Macas%20Darwin.pdf>
25. **ROBLERO, Hugo Rubili et al.** “Evaluación de cinco dosis de vermicompost en el cultivo de tomate (*Solanum Lycopersicum*) en Sinaloa, México”. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* [en línea]. 2014, pp. 1495-1500. [Consulta: 12 noviembre 2022]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=263131168015>
26. **ROMAN, Pilar., MARTÍNEZ, María M. & PANTOJA, Alberto.** *MANUAL DE COMPOSTAJE DEL AGRICULTOR Experiencias en América Latina*. Santiago de Chile, Chile : FAO - ONU. 2013. ISBN 9789253078448
27. **ROMANIUK, Romina, GIUFFRÉ, Lidia y ROMERO, Rosario.** “Efecto del agregado de vermicompost sobre propiedades físicas, químicas y biológicas de un hapludol típico de la pampa deprimida” [en línea]. 2010, Vol. 30, n.º 2, pp. 85-93. [Consulta: 25 diciembre 2022]. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/144234008.pdf>
28. **SIGCHA CUNUHAY, Rigoberto Fernando.** Producción de tomate (*lycopersicum esculentum mill*) con la aplicación de dos abonos orgánicos foliares y edáficos en el Centro Experimental La Playita de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná. 2015 (Tesis) (Pregrado) [en línea]. Universidad Técnica de Cotopaxi, Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Carrera de Ingeniería Agronómica. La Maná – Cotopaxi, 2015. [Consulta: 25 enero 2024]. Disponible en: <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/3497/1/T-UTC-00774.pdf>
29. **URREA HUILIPANG, Álvaro Andrés.** Producción y calidad del tomate (*lycopersicon esculentum l.*) en respuesta al tipo de fertilización y la cobertura con mallas sombra (Tesis) (Maestría en Ciencias Agronómicas) [en línea]. Universidad de Concepción, Dirección de Postgrado, Facultad de Agronomía. Chillán – Chile, 2019. [Consulta: 25 enero 2024]. Disponible en: <http://repositorio.udec.cl/bitstream/11594/672/1/Tesis%20Produccion%20y%20calidad%20del%20tomate%20.Image.Marked.pdf>
30. **VARGAS, Zoila.** “La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica”. *REDALYC.ORG* [en línea]. 2009, Vol. 33, n.º 1, pp. 155-165.

[Consulta: 26 enero 2024]. Disponible en:  
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44015082010>

31. **VÁZQUEZ, Jacinto & LOLI, Osca.** “Compost y vermicompost como enmiendas en la recuperación de un suelo degradado por el manejo de *Gypsophila paniculata*”. *Scientia Agropecuaria*. 2018, Vol. 9, n.º 1, pp. 43-52. DOI 10.17268/sci.agropecu.2018.01.05
32. **VERMICAN.** *Manual de vermicompostaje* [blog]. 2018. [Consulta: 13 febrero 2023]. Disponible en: <https://ecompostaje.com/download/manual-vermicompostaje-vermican/>
33. **VILLEGAS - CORNELIO, Víctor y LAINES, José,** “Vermicompostaje: I Avances y Estrategias en el tratamiento en los residuos sólidos orgánicos”. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. [en línea] 2017, Vol. 8, pp. 393-406. [Consulta: 16 octubre 2022] DOI 10.29312/remexca.v8i2.59. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=263150548012>
34. **VINCHIRA, Diana & MORENO, Nubia.** “Control biológico: Camino a la agricultura moderna”. *Revista Colombiana de Biotecnología*. 2019, Vol. 21, n.º 1, pp. 2-5. DOI 10.15446/rev.colomb.biote.v21n1.80860

## ANEXOS

### ANEXO A: PRIMER PERIODO – BASE DE DATOS DE LA EVALUACIÓN DE LAS DOSIFICACIONES DE VERMICOMPOST EN EL CULTIVO DE TOMATE RIÑÓN

<b>Tratamientos</b>	<b>Dosificaciones</b>	<b>Bloques</b>	<b>L.T (cm)</b>	<b>D.T (cm)</b>
<b>T0</b>	0,00	1,00	27,90	1,63
<b>T0</b>	0,00	2,00	21,60	1,72
<b>T0</b>	0,00	3,00	14,50	1,31
<b>T0</b>	0,00	4,00	16,40	1,38
<b>T0</b>	0,00	5,00	25,90	1,90
<b>T1</b>	0,50	1,00	19,80	1,45
<b>T1</b>	0,50	2,00	18,60	2,39
<b>T1</b>	0,50	3,00	24,80	1,95
<b>T1</b>	0,50	4,00	18,80	1,70
<b>T1</b>	0,50	5,00	25,70	1,35
<b>T2</b>	1,00	1,00	24,00	1,82
<b>T2</b>	1,00	2,00	21,60	1,97
<b>T2</b>	1,00	3,00	23,20	1,88
<b>T2</b>	1,00	4,00	24,40	1,63
<b>T2</b>	1,00	5,00	17,20	1,19
<b>T3</b>	1,60	1,00	15,40	1,01
<b>T3</b>	1,60	2,00	24,60	2,30
<b>T3</b>	1,60	3,00	23,60	1,88
<b>T3</b>	1,60	4,00	21,90	2,00
<b>T3</b>	1,60	5,00	25,40	1,51
<b>T4</b>	2,00	1,00	23,00	1,82
<b>T4</b>	2,00	2,00	19,90	2,40
<b>T4</b>	2,00	3,00	24,30	1,32
<b>T4</b>	2,00	4,00	19,70	1,80
<b>T4</b>	2,00	5,00	25,20	1,45
<b>T5</b>	4,00	1,00	26,00	1,70
<b>T5</b>	4,00	2,00	27,20	2,64
<b>T5</b>	4,00	3,00	25,40	2,14
<b>T5</b>	4,00	4,00	21,20	2,70
<b>T5</b>	4,00	5,00	14,80	1,45

## ANEXO B: PRIMER PERIODO – LONGITUD DEL TALLO Y DIÁMETRO DEL TALLO

### RESULTADOS EXPERIMENTALES LONGITUD DEL TALLO (L.T)

Dosis	REPETICIONES				
	I	II	III	IV	V
0,00	27,90	21,60	14,50	16,40	25,90
0,50	19,80	18,60	24,80	18,80	25,70
1,00	24,00	21,60	23,20	24,40	17,20
1,60	15,40	24,60	23,60	21,90	25,40
2,00	23,00	19,90	24,30	19,70	25,20
4,00	26,00	27,20	25,40	21,20	14,80

### ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuente variación	Grados libertad	suma Cuadrado	Cuadrado Medio	Fisher Calculado	Fisher 0,01	Fisher 0,05	Prob	Si gn
Total	29	417,99	14,41					
Tratamiento	5	8,97	1,79	0,09	4,10	2,71	0,992443	ns
Bloques	4	21,62	5,40	0,28	4,43	2,87	0,888081	ns
Error	20	387,40	19,37					

CV: 3,98

### SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=8,74932

Error: 19,3700 gl: 20

Dosificaciones	Medias	n	E.E.	Rango
4	22,92	5	1,97	A
2	22,42	5	1,97	A
1,6	22,18	5	1,97	A
1	22,08	5	1,97	A
0,5	21,54	5	1,97	A
0	21,26	5	1,97	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### SEPARACIÓN DE MEDIAS POR EFECTO DE LOS BLOQUES

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=7,60361

Error: 19,3700 gl: 20

Bloques	Medias	n	E.E.	Rango
1	22,68	6	1,8	A
3	22,63	6	1,8	A
5	22,37	6	1,8	A
2	22,25	6	1,8	A
4	20,4	6	1,8	A

### RESULTADOS EXPERIMENTALES DEL DIÁMETRO DEL TALLO (G.T)

Dosis	REPETICIONES				
	I	II	III	IV	V
<b>0,00</b>	1,63	1,72	1,31	1,38	1,90
<b>0,50</b>	1,45	2,39	1,95	1,70	1,35
<b>1,00</b>	1,82	1,97	1,88	1,63	1,19
<b>1,60</b>	1,01	2,30	1,88	2,00	1,51
<b>2,00</b>	1,82	2,40	1,32	1,80	1,45
<b>4,00</b>	1,70	2,64	2,14	2,70	1,45

### ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuente variación	Grados libertad	suma Cuadrado	Cuadrado Medio	Fisher Calculado	Fisher 0,01	Fisher 0,05	Prob	Sign
Total	29	5,08	0,18					
Tratamiento	5	0,82	0,16	1,54	4,10	2,71	0,22	ns
Bloques	4	2,12	0,53	4,97	4,43	2,87	0,01	*
Error	20	2,13	0,11					

CV: 6,87

### SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,64759

Error: 0,1061 gl: 20

Dosificaciones	Medias	n	E.E.	Rango
4,00	2,13	5	0,15	A
0,50	1,77	5	0,15	A
2,00	1,76	5	0,15	A



1,60	1,74	5	0,15	A
1,00	1,7	5	0,15	A
0,00	1,59	5	0,15	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

#### SEPARACIÓN DE MEDIAS POR EFECTO DE LOS BLOQUES

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,56279

Error: 0,1061 gl: 20

Bloques	Medias	n	E.E.	Rango
2	2,24	6	0,13	A
4	1,87	6	0,13	A B
3	1,75	6	0,13	A B
1	1,57	6	0,13	B
5	1,48	6	0,13	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**ANEXO C: SEGUNDO PERIODO – BASE DE DATOS DE LA EVALUACIÓN DE LAS DOSIFICACIONES DE VERMICOMPOST EN EL CULTIVO DE TOMATE RIÑÓN**

<b>Tratamientos</b>	<b>Dosificaciones (Kg/planta)</b>	<b>Bloques</b>	<b>L.T. (cm)</b>	<b>D.T (cm)</b>	<b>N. FL</b>	<b>N. FT</b>
<b>T0</b>	0,00	1,00	51,90	2,66	3	1
<b>T0</b>	0,00	2,00	54,50	2,06	2	2
<b>T0</b>	0,00	3,00	53,50	2,67	1	1
<b>T0</b>	0,00	4,00	55,50	2,67	1	1
<b>T0</b>	0,00	5,00	45,60	2,41	1	1
<b>T1</b>	0,50	1,00	56,00	3,14	2	2
<b>T1</b>	0,50	2,00	60,25	2,90	1	1
<b>T1</b>	0,50	3,00	62,14	2,40	2	1
<b>T1</b>	0,50	4,00	47,75	2,51	1	2
<b>T1</b>	0,50	5,00	60,25	2,91	3	1
<b>T2</b>	1,00	1,00	65,70	2,98	3	2
<b>T2</b>	1,00	2,00	59,54	3,00	1	1
<b>T2</b>	1,00	3,00	59,10	2,80	1	3
<b>T2</b>	1,00	4,00	53,60	2,58	2	2
<b>T2</b>	1,00	5,00	50,75	2,75	1	1
<b>T3</b>	1,60	1,00	36,25	2,28	1	1
<b>T3</b>	1,60	2,00	68,50	3,10	2	3
<b>T3</b>	1,60	3,00	51,50	2,67	3	2
<b>T3</b>	1,60	4,00	62,25	2,98	1	2
<b>T3</b>	1,60	5,00	58,75	3,06	2	1
<b>T4</b>	2,00	1,00	62,25	3,06	2	3
<b>T4</b>	2,00	2,00	65,60	3,33	2	2
<b>T4</b>	2,00	3,00	54,70	2,67	3	3
<b>T4</b>	2,00	4,00	59,60	2,57	1	2
<b>T4</b>	2,00	5,00	50,69	2,72	1	2
<b>T5</b>	4,00	1,00	63,75	2,83	2	2
<b>T5</b>	4,00	2,00	74,00	3,61	4	5
<b>T5</b>	4,00	3,00	71,80	3,10	3	3
<b>T5</b>	4,00	4,00	66,50	2,36	5	4
<b>T5</b>	4,00	5,00	49,70	3,04	3	2

**ANEXO D: SEGUNDO PERIODO – LONGITUD Y DIÁMETRO DEL TALLO, NUMERO DE FLORES Y NUMERO DE FRUTOS**

**RESULTADOS EXPERIMENTALES LONGITUD DEL TALLO**

DOSIS	REPETICIONES				
	I	II	III	IV	V
<b>0,00</b>	51,90	54,50	53,50	55,50	45,60
<b>0,50</b>	56,00	60,25	62,14	47,75	60,25
<b>1,00</b>	65,70	59,54	59,10	53,60	50,75
<b>1,60</b>	36,25	68,50	51,50	62,25	58,75
<b>2,00</b>	62,25	65,60	54,70	59,60	50,69
<b>4,00</b>	63,75	74,00	71,80	66,50	49,70

**ANÁLISIS DE VARIANZA**

Fuente de variación	Grados libertad	suma Cuadrado	Cuadrado Medio	Fisher Calculado	Fisher 0,01	Fisher 0,05	Prob	Sign
Total	29	1906,20	65,73					
Tratamiento	5	458,71	91,74	1,75	4,10	2,71	0,17	ns
Bloques	4	398,04	99,51	1,90	4,43	2,87	0,15	ns
Error	20	1049,45	52,47					

**CV: 12,55**

**SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY**

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=14,40044

Error: 52,4725 gl: 20

Dosificaciones (Kg/planta)	Medias	n	E.E.	Rango
4,00	65,15	5	3,24	A
2,00	58,57	5	3,24	A
1,00	57,74	5	3,24	A
0,50	57,28	5	3,24	A
1,60	55,45	5	3,24	A
0,00	52,2	5	3,24	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### SEPARACIÓN DE MEDIAS POR EFECTO DE LOS BLOQUES

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=12,51472

Error: 52,4725 gl: 20

Bloques	Medias	n	E.E.	Rango
2	63,73	6	2,96	A
3	58,79	6	2,96	A
4	57,53	6	2,96	A
1	55,98	6	2,96	A
5	52,62	6	2,96	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### RESULTADOS EXPERIMENTALES DIÁMETRO DEL TALLO

DOSIS	REPETICIONES				
	I	II	III	IV	V
<b>0,00</b>	2,66	2,06	2,67	2,67	2,41
<b>0,50</b>	3,14	2,90	2,40	2,51	2,91
<b>1,00</b>	2,98	3,00	2,80	2,58	2,75
<b>1,60</b>	2,28	3,10	2,67	2,98	3,06
<b>2,00</b>	3,06	3,33	2,67	2,57	2,72
<b>4,00</b>	2,83	3,61	3,10	2,36	3,04

### ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuente variación	Grados libertad	suma de Cuadrado	Cuadrado Medio	Fisher Calculado	Fisher 0,01	Fisher 0,05	Prob	Sign
Total	29	3,16	0,11					
Tratamiento	5	0,68	0,14	1,36	4,10	2,71	0,28	ns
Bloques	4	0,50	0,12	1,25	4,43	2,87	0,32	*
Error	20	1,98	0,10					

CV: 11,27

### SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,62616

Error: 0,0992 gl: 20

Dosificaciones (Kg/planta)	Medias	n	E.E.	Rango
4,00	2,99	5	0,14	A

2,00	2,87	5	0,14	A
1,00	2,82	5	0,14	A
1,60	2,82	5	0,14	A
0,50	2,77	5	0,14	A
0,00	2,49	5	0,14	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

#### SEPARACIÓN DE MEDIAS POR EFECTO DE LOS BLOQUES

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,54417

Error: 0,0992 gl: 20

Bloques	Medias	n	E.E.	Rango
2	3	6	0,13	A
1	2,83	6	0,13	A
5	2,82	6	0,13	A
3	2,72	6	0,13	A
4	2,61	6	0,13	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

#### RESULTADOS EXPERIMENTALES NUMERO DE FLORES

DOSIS	REPETICIONES				
	I	II	III	IV	V
<b>0,00</b>	3	2	1	1	1
<b>0,50</b>	2	1	2	1	3
<b>1,00</b>	3	1	1	2	1
<b>1,60</b>	1	2	3	1	2
<b>2,00</b>	2	2	3	1	1
<b>4,00</b>	2	4	3	5	3

#### ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuente de variación	Grados libertad	suma de Cuadrado	Cuadrado Medio	Fisher Calculado	Fisher 0,01	Fisher 0,05	Prob	Sign
Total	29	31,27	1,08					
Tratamiento	5	11,12	2,22	2,27	4,10	2,71	0,09	ns
Bloques	4	0,53	0,13	0,13	4,43	2,87	0,97	ns
Error	20	19,62	0,98					

CV: 18,38

### SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,95456

Error: 0,9667 gl: 20

Dosificaciones (Kg/planta)	Medias	n	E.E.	Rango
4	3,4	5	0,44	A
1,6	1,8	5	0,44	A
2	1,8	5	0,44	A
0,5	1,8	5	0,44	A
1	1,6	5	0,44	A
0	1,6	5	0,44	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### SEPARACIÓN DE MEDIAS POR EFECTO DE LOS BLOQUES

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,69861

Error: 0,9667 gl: 20

Bloques	Medias	n	E.E.	Rango
3	2,17	6	0,4	A
1	2,17	6	0,4	A
2	2	6	0,4	A
5	1,83	6	0,4	A
4	1,83	6	0,4	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### RESULTADOS EXPERIMENTALES NUMERO DE FRUTOS

DOSIS	REPETICIONES				
	I	II	III	IV	V
<b>0,00</b>	1	2	1	1	1
<b>0,50</b>	2	1	1	2	1
<b>1,00</b>	2	1	3	2	1
<b>1,60</b>	1	3	2	2	1
<b>2,00</b>	3	2	3	2	2
<b>4,00</b>	2	5	3	4	2

## ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuente variación	Grados libertad	suma de Cuadrado	Cuadrado Medio	Fisher Calculado	Fisher 0,01	Fisher 0,05	Prob	Sign
Total	29	33,45	1,15					
Tratamiento	5	15,43	3,09	4,39	4,10	2,71	0,01	ns
Bloques	4	3,97	0,99	1,41	4,43	2,87	0,27	ns
Error	20	14,05	0,70					

CV: 18,03

## SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,52699

Error: 0,5900 gl: 20

Dosificaciones (Kg/planta)	Medias	n	E.E.	Rango
4,00	3,2	5	0,34	A B
2,00	2,4	5	0,34	A B
1,60	1,8	5	0,34	A B
1,00	1,8	5	0,34	A B
0,50	1,4	5	0,34	B
0,00	1,2	5	0,34	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## SEPARACIÓN DE MEDIAS POR EFECTO DE LOS BLOQUES

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,32703

Error: 0,5900 gl: 20

Bloques	Medias	n	E.E.	Rango
2	2,33	6	0,31	A
4	2,17	6	0,31	A
3	2,17	6	0,31	A
1	1,83	6	0,31	A
5	1,33	6	0,31	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**ANEXO E: TERCER PERIODO – BASE DE DATOS DE LA EVALUACIÓN DE LAS DOSIFICACIONES DE VERMICOMPOST EN EL CULTIVO DE TOMATE RIÑÓN**

<b>Tratamientos</b>	<b>Dosificaciones (Kg/planta)</b>	<b>Bloques</b>	<b>L.T. (cm)</b>	<b>D.T (cm)</b>	<b>N. FL</b>	<b>N. FT</b>	<b>D.FT (cm)</b>
<b>T0</b>	0,00	1,00	135,20	4,20	6	8	4,61
<b>T0</b>	0,00	2,00	143,70	4,63	5	11	4,21
<b>T0</b>	0,00	3,00	154,14	4,20	5	7	3,75
<b>T0</b>	0,00	4,00	155,90	4,56	6	13	3,64
<b>T0</b>	0,00	5,00	145,60	4,71	7	7	3,74
<b>T1</b>	0,50	1,00	142,50	4,32	5	11	4,91
<b>T1</b>	0,50	2,00	149,70	4,59	6	13	4,89
<b>T1</b>	0,50	3,00	140,80	4,80	6	9	4,90
<b>T1</b>	0,50	4,00	159,50	3,85	8	10	4,96
<b>T1</b>	0,50	5,00	150,60	3,89	7	9	4,95
<b>T2</b>	1,00	1,00	148,30	4,52	5	9	5,81
<b>T2</b>	1,00	2,00	157,60	4,60	6	11	5,75
<b>T2</b>	1,00	3,00	144,20	4,12	8	5	5,81
<b>T2</b>	1,00	4,00	159,38	4,75	6	13	5,73
<b>T2</b>	1,00	5,00	156,38	4,20	5	11	5,85
<b>T3</b>	1,60	1,00	150,75	5,14	8	12	4,99
<b>T3</b>	1,60	2,00	170,25	4,83	7	10	4,96
<b>T3</b>	1,60	3,00	152,75	4,56	8	9	5,12
<b>T3</b>	1,60	4,00	155,63	4,20	6	12	4,99
<b>T3</b>	1,60	5,00	149,88	5,26	6	8	5,03
<b>T4</b>	2,00	1,00	165,38	4,75	9	14	6,41
<b>T4</b>	2,00	2,00	150,60	4,60	6	10	6,18
<b>T4</b>	2,00	3,00	160,38	5,07	9	12	6,16
<b>T4</b>	2,00	4,00	152,30	4,87	8	11	6,20
<b>T4</b>	2,00	5,00	158,38	5,20	7	11	6,16
<b>T5</b>	4,00	1,00	175,25	5,50	9	17	7,73
<b>T5</b>	4,00	2,00	187,90	5,30	9	16	7,89
<b>T5</b>	4,00	3,00	169,50	5,11	9	15	7,74
<b>T5</b>	4,00	4,00	148,30	5,60	10	14	7,72
<b>T5</b>	4,00	5,00	115,60	4,40	7	12	7,74



**ANEXO F: TERCER PERIODO – LONGITUD Y DIÁMETRO DEL TALLO, NUMERO DE FLORES Y NUMERO DE FRUTOS, DIAMETRO DEL FRUTO.**

**RESULTADOS EXPERIMENTALES LONGITUD DEL TALLO**

DOSIS	REPETICIONES				
	I	II	III	IV	V
<b>0,00</b>	135,20	143,70	154,14	155,90	145,60
<b>0,50</b>	142,50	149,70	140,80	159,50	150,60
<b>1,00</b>	148,30	157,60	144,20	159,38	156,38
<b>1,60</b>	150,75	170,25	152,75	155,63	149,88
<b>2,00</b>	165,38	150,60	160,38	152,30	158,38
<b>4,00</b>	175,25	187,90	169,50	148,30	115,60

**ANÁLISIS DE VARIANZA**

Fuente de variación	Grados libertad	suma de Cuadrado	Cuadrado Medio	Fisher Calculado	Fisher 0,01	Fisher 0,05	Prob	Sign
Total	29	4917,83	169,58					
Tratamiento	5	609,43	121,89	0,66	4,10	2,71	0,66	ns
Bloques	4	600,31	150,08	0,81	4,43	2,87	0,53	ns
Error	20	3708,09	185,40					

**CV: 8,87**

**SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY**

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=27,06997

Error: 185,4197 gl: 20

Dosificaciones (Kg/planta)	Medias	n	E.E.	Rango
4,00	159,31	5	6,09	A
2,00	157,41	5	6,09	A
1,60	155,85	5	6,09	A
1,00	153,17	5	6,09	A
0,50	148,62	5	6,09	A
0,00	146,91	5	6,09	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## SEPARACIÓN DE MEDIAS POR EFECTO DE LOS BLOQUES

Test: Tukey Alfa=0,05

DMS=23,52520

Error: 185,4197 gl: 20

Bloques	Medias	n	E.E.	Rango
2	159,96	6	5,56	A
4	155,17	6	5,56	A
3	153,63	6	5,56	A
1	152,9	6	5,56	A
5	146,07	6	5,56	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## RESULTADOS EXPERIMENTALES DIÁMETRO DEL TALLO

DOSIS	REPETICIONES				
	I	II	III	IV	V
<b>0,00</b>	4,20	4,63	4,20	4,56	4,71
<b>0,50</b>	4,32	4,59	4,80	3,85	3,89
<b>1,00</b>	4,52	4,60	4,12	4,75	4,20
<b>1,60</b>	5,14	4,83	4,56	4,20	5,26
<b>2,00</b>	4,75	4,60	5,07	4,87	5,20
<b>4,00</b>	5,50	5,30	5,11	5,60	4,40

## ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuente variación	Grados libertad	suma de Cuadrado	Cuadrado Medio	Fisher Calculado	Fisher 0,01	Fisher 0,05	Prob	Sign
Total	29	5,98	0,21					
Tratamiento	5	2,86	0,57	3,79	4,10	2,71	0,01	ns
Bloques	4	0,11	0,03	0,18	4,43	2,87	0,95	ns
Error	20	3,01	0,15					

CV: 8,30

### SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY

Test: Tukey Alfa=0,05

DMS=0,77106

Error: 0,1504 gl: 20

Dosificaciones (Kg/planta)	Medias	n	E.E.	Rango
4,00	5,18	5	0,17	A
2,00	4,9	5	0,17	A B
1,60	4,8	5	0,17	A B
0,00	4,46	5	0,17	A B
1,00	4,44	5	0,17	A B
0,50	4,29	5	0,17	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### SEPARACIÓN DE MEDIAS POR EFECTO DE LOS BLOQUES

Test: Tukey Alfa=0,05

DMS=0,67009

Error: 0,1504 gl: 20

Bloques	Medias	n	E.E.	Rango
2	4,76	6	0,16	A
1	4,74	6	0,16	A
3	4,64	6	0,16	A
4	4,64	6	0,16	A
5	4,61	6	0,16	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### RESULTADOS EXPERIMENTALES NUMERO DE FLORES

DOSIS	REPETICIONES				
	I	II	III	IV	V
<b>0,00</b>	6	5	5	6	7
<b>0,50</b>	5	6	6	8	7
<b>1,00</b>	5	6	8	6	5
<b>1,60</b>	8	7	8	6	6
<b>2,00</b>	9	6	9	8	7
<b>4,00</b>	9	9	9	10	7

## ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuente variación	Grados libertad	suma de Cuadrado	Cuadrado Medio	Fisher Calculado	Fisher 0,01	Fisher 0,05	Prob	Sign
Total	29	54,95	1,89					
Tratamiento	5	29,55	5,91	6,02	4,10	2,71	0,00	ns
Bloques	4	5,78	1,44	1,47	4,43	2,87	0,25	ns
Error	20	19,62	0,98					

CV: 14,24

## SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY

Test: Tukey Alfa=0,05

DMS=2,19878

Error: 1,2233 gl: 20

Dosificaciones (Kg/planta)	Medias	n	E.E.	Rango
4,00	8,8	5	0,49	A
2,00	7,8	5	0,49	A B
1,60	7	5	0,49	A B
0,50	6,4	5	0,49	B
1,00	6	5	0,49	B
0,00	5,8	5	0,49	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## SEPARACIÓN DE MEDIAS POR EFECTO DE LOS BLOQUES

Test: Tukey Alfa=0,05

DMS=1,91085

Error: 1,2233 gl: 20

Bloques	Medias	n	E.E.	Rango
3	7,5	6	0,45	A
4	7,33	6	0,45	A
1	7	6	0,45	A
2	6,5	6	0,45	A
5	6,5	6	0,45	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

RESULTADOS EXPERIMENTALES NUMERO DE FRUTOS

DOSIS	REPETICIONES				
	I	II	III	IV	V
0,00	8	11	7	13	7
0,50	11	13	9	10	9
1,00	9	11	5	13	11
1,60	12	10	9	12	8
2,00	14	10	12	11	11
4,00	17	16	15	14	12

ANALISIS DE VARIANZA

Fuente de variación	Grados libertad	suma de Cuadrado	Cuadrado Medio	Fisher Calculado	Fisher 0,01	Fisher 0,05	Prob	Sign
Total	29	211,15	7,28					
Tratamiento	5	101,57	20,31	5,93	4,10	2,71	0,00	ns
Bloques	4	41,05	10,26	2,99	4,43	2,87	0,04	ns
Error	20	68,54	3,43					

CV: 16,88

SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY

Test: Tukey Alfa=0,05

DMS=3,79628

Error: 3,6467 gl: 20

Dosificaciones (Kg/planta)	Medias	n	E.E.	Rango
4,00	14,8	5	0,85	A
2,00	11,6	5	0,85	A B
0,50	10,4	5	0,85	B
1,60	10,2	5	0,85	B
1,00	9,8	5	0,85	B
0,00	9,2	5	0,85	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## SEPARACIÓN DE MEDIAS POR EFECTO DE LOS BLOQUES

Test: Tukey Alfa=0,05

DMS=3,29916

Error: 3,6467 gl: 20

Bloques	Medias	n	E.E.	Rango
4	12,17	6	0,78	A
2	11,83	6	0,78	A
1	11,83	6	0,78	A
5	9,67	6	0,78	A
3	9,5	6	0,78	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## RESULTADOS EXPERIMENTALES DIAMETRO DE LOS FRUTOS

DOSIS	REPETICIONES				
	I	II	III	IV	V
<b>0,00</b>	4,61	4,21	3,75	3,64	3,74
<b>0,50</b>	4,91	4,89	4,90	4,96	4,95
<b>1,00</b>	5,81	5,75	5,81	5,73	5,85
<b>1,60</b>	4,99	4,96	5,12	4,99	5,03
<b>2,00</b>	6,41	6,18	6,16	6,20	6,16
<b>4,00</b>	7,73	7,89	7,74	7,72	7,74

## ANALISIS DE VARIANZA

Fuente variación	Grados libertad	suma de Cuadrado	Cuadrado Medio	Fisher Calculado	Fisher 0,01	Fisher 0,05	Prob	Sign
Total	29	43,24	1,49					
Tratamiento	5	42,47	8,49	275,81	4,10	2,71	9,92E-18	**
Bloques	4	0,15	0,04	1,25	4,43	2,87	0,32	ns
Error	20	0,62	0,03					

CV: 3,12

### SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY

Test: Tukey Alfa=0,05

DMS=0,34888

Error: 0,0308 gl: 20

Dosificaciones (Kg/planta)	Medias	n	E.E.	Rango
4,00	7,76	5	0,08	A
2,00	6,22	5	0,08	B
1,00	5,79	5	0,08	C
1,60	5,02	5	0,08	D
0,50	4,92	5	0,08	D
0,00	3,99	5	0,08	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### SEPARACIÓN DE MEDIAS POR EFECTO DE LOS BLOQUES

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,30319

Error: 0,0308 gl: 20

Bloques	Medias	n	E.E.	Rango
1	5,74	6	0,07	A
2	5,65	6	0,07	A
3	5,58	6	0,07	A
5	5,58	6	0,07	A
4	5,54	6	0,07	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA REGRESIÓN

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0,929
Coefficiente de determinación $R^2$	0,863
$R^2$ ajustado	0,858
Error típico	0,492
Observaciones	30

ANÁLISIS DE VARIANZA

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	42,61049	42,61049	176,111579	1,3376E-13
Residuos	28	6,77464667	0,24195167		
Total	29	49,3851367			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
Intercepción	4,15480233	0,13851682	29,994931	7,8927E-23	3,8710635	4,43854117	3,8710635	4,43854117
Variabla X 1	0,92276769	0,06953419	13,2707038	1,3376E-13	0,78033335	1,06520203	0,78033335	1,06520203



ANEXO G: PROCESO Y ELABORACIÓN DEL VERMICOMPOST.







**ANEXO H: RECONOCIMIENTO DEL LUGAR Y MUESTREO DEL SUELO.**





**ANEXO I: PREPARACIÓN DEL TERRENO Y SIEMBRA DE LAS PLANTAS DE “*SOLANUM LYCOPERSICUM*”.**



**ANEXO J: DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO Y APLICACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS.**



**ANEXO K: MONITOREO, LABORES CULTURALES Y TOMA DE DATOS.**







ANEXO L: ANÁLISIS DEL SUELO DONDE SE CULTIVÓ EL “*SOLANUM LYCOPERSICUM*”

 <b>AGROCALIDAD</b> AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO	<b>LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS</b> Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 023828860 Ext. 2080	<b>PGT/SFA/09-F001</b>
		<b>Rev. 5</b>
	<b>INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO</b>	<b>Hoja 1 de 2</b>

Informe N°: LN-SFA-E23-0163  
 Fecha emisión Informe: 26/06/2023

**DATOS DEL CLIENTE**

**Persona o Empresa solicitante<sup>1</sup>:** Jasmany Manuel Jaramillo Villarreal  
**Dirección<sup>1</sup>:** 24 de Mayo y 5 de Agosto  
**Provincia<sup>1</sup>:** Morona Santiago      **Cantón<sup>1</sup>:** Morona  
**Teléfono<sup>1</sup>:** 0980478393  
**Correo Electrónico<sup>1</sup>:** jasmany077@gmail.com  
**N° Orden de Trabajo:** 14-2023-001  
**N° Factura/Documento:** 020-001-000000389

**DATOS DE LA MUESTRA:**

<b>Tipo de muestra<sup>1</sup>:</b> Suelo	<b>Conservación de la muestra:</b> Lugar fresco y seco	
<b>Cultivo<sup>1</sup>:</b> Tomate riñón		
<b>Provincia<sup>1</sup>:</b> Morona Santiago	<b>Coordenadas<sup>1</sup>:</b>	<b>X:</b> 516601,66
<b>Cantón<sup>1</sup>:</b> Morona		<b>Y:</b> 1326906,8
<b>Parroquia<sup>1</sup>:</b> Macas		<b>Altitud:</b> 1537
<b>Muestreado por<sup>1</sup>:</b> Jasmany Jaramillo		
<b>Fecha de muestreo<sup>1</sup>:</b> ----	<b>Fecha de inicio de análisis:</b> 05-06-2023	
<b>Fecha de recepción de la muestra:</b> 05-06-2023	<b>Fecha de finalización de análisis:</b> 26-06-2023	

**RESULTADOS DEL ANÁLISIS**

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA <sup>1</sup>	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-23-0163	S.T.T N°001	pH a 25 °C	Electrométrico PEE/SFA/06 EPA 9045D	---	4,86
		Materia Orgánica	Volumétrico PEE/SFA/09	%	11,90
		Nitrógeno	Volumétrico PEE/SFA/09	%	0,59
		Fósforo	Colorimétrico PEE/SFA/11	mg/kg	32,6
		Potasio	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	1,14
		Calcio	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	8,53
		Magnesio	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	1,88
		Hierro	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	426,2
		Manganeso	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	55,57
		Cobre	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	20,56
		Zinc	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	9,08
		Humedad	Gravimétrico PEE/SFA/24	%	58,45

**Analizado por:** Edison Vega, Paulina Lliver

**Nota:** El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha. Está prohibida la reproducción parcial de este informe.

<sup>1</sup> Datos suministrados por el cliente: el laboratorio no se responsabiliza por esta información.

 <b>AGROCALIDAD</b> AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO	<b>LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS</b> Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 023828860 Ext. 2080	<b>PGT/SFA/09-F001</b>
		<b>Rev. 5</b>
	<b>INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO</b>	<b>Hoja 2 de 2</b>

**Observaciones:**

- Informe revisado por: Katty Pastás
- El laboratorio no es responsable del muestreo por lo que los resultados se aplican a la muestra como se recibió.

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN COSTA										
PARÁMETRO	MO (%)	N (%)	P (mg/kg)	K (cmol/kg)	Ca (cmol/kg)	Mg (cmol/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)
BAJO	< 3,1	< 0,15	< 8,0	< 0,20	< 5,0	< 1,6	< 20,0	< 5,0	< 1,1	< 3,0
MEDIO	3,1 - 5,0	0,15 - 0,30	8,0 - 14,0	0,20 - 0,40	5,0 - 9,0	1,6 - 2,3	20,0 - 40,0	5,0 - 15,0	1,1 - 4,0	3,0 - 7,0
ALTO	> 5,0	> 0,30	> 14,0	> 0,40	> 9,0	> 2,3	> 40,0	> 15,0	> 4,0	> 7,0

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN SIERRA Y COSTA					
	ÁCIDO	LIGERAMENTE ÁCIDO	PRÁCTICAMENTE NEUTRO	LIGERAMENTE ALCALINO	ALCALINO
pH	≤ 5,5	> 5,5 – 6,5	> 6,5 – 7,5	> 7,5 – 8,0	> 8,0

FUENTE: INIAP, 2002



KATTY ALEJANDRA  
 PASTÁS SÁNCHEZ  


---

**Quím. Katty Pastás**  
**Responsable de Laboratorio**  
**Suelos, Foliar y Aguas**

**Nota:** El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha. Está prohibida la reproducción parcial de este informe.

<sup>1</sup> Datos suministrados por el cliente: el laboratorio no se responsabiliza por esta información.

## ANEXO M: ANÁLISIS FÍSICO Y QUÍMICO DEL VERMICOMPOST.

 <b>AGROCALIDAD</b> AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO	<b>LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS</b> Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Telef.: 023828860 Ext. 2080	<b>PGT/SFA/09-F001</b>
		<b>Rev. 5</b>
	<b>INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO</b>	<b>Hoja 1 de 2</b>

Informe N°: LN-SFA-E22-2160  
 Fecha emisión Informe: 26/06/2023

### DATOS DEL CLIENTE

**Persona o Empresa solicitante<sup>1</sup>:** Jasmany Manuel Jaramillo Villareal  
**Dirección<sup>1</sup>:** 5 de Agosto y 24 de Mayo  
**Provincia<sup>1</sup>:** Morona Santiago      **Cantón<sup>1</sup>:** Morona

**Teléfono<sup>1</sup>:** 0980478393  
**Correo Electrónico<sup>1</sup>:** jasmany077@gmail.com  
**N° Orden de Trabajo:** 14-2023-010  
**N° Factura/Documento:** 020-001-000000378

### DATOS DE LA MUESTRA:

<b>Tipo de muestra<sup>1</sup>:</b> Suelo	<b>Conservación de la muestra:</b> Lugar fresco y seco	
<b>Cultivo<sup>1</sup>:</b> Tomate Riñón		
<b>Provincia<sup>1</sup>:</b> Morona Santiago	<b>Coordenadas<sup>1</sup>:</b>	<b>X:</b> 516601.6
<b>Cantón<sup>1</sup>:</b> Morona		<b>Y:</b> 1326906.8
<b>Parroquia<sup>1</sup>:</b> Macas		<b>Altitud:</b> ----
<b>Muestreado por<sup>1</sup>:</b> Jasmany Jaramillo V.		
<b>Fecha de muestreo<sup>1</sup>:</b> 31/05/2023	<b>Fecha de inicio de análisis:</b> 05/06/2023	
<b>Fecha de recepción de la muestra:</b> 05/06/2023	<b>Fecha de finalización de análisis:</b> 26/06/2023	

### RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA <sup>1</sup>	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-22-2533	V.C. N°001	pH a 25 °C	Electrométrico PEE/SFA/06 EPA 9045D	---	6,14
		Materia Orgánica	Volumétrico PEE/SFA/09	%	9,54
		Nitrógeno	Volumétrico PEE/SFA/09	%	0,43
		Fósforo	Colorimétrico PEE/SFA/11	mg/kg	117,6
		Potasio	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	1,80
		Calcio	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	9,68
		Magnesio	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	1,69
		Hierro	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	2123,8
		Manganeso	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	21,11
		Cobre	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	4,53
		Zinc	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	3,87
		Boro	Colorimétrico PEE/SFA/17	mg/kg	5,16
		Azufre	Turbidimétrico PEE/SFA/16	mg/kg	450,24

**Analizado por:** Edison Vega, Paulina Lliver

#### Observaciones:

**Nota:** El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha. Está prohibida la reproducción parcial de este informe.

<sup>1</sup> Datos suministrados por el cliente: el laboratorio no se responsabiliza por esta información.

 <b>AGROCALIDAD</b> AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO	<b>LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS</b> Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 023828860 Ext. 2080	<b>PGT/SFA/09-F001</b>
		<b>Rev. 5</b>
	<b>INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO</b>	<b>Hoja 2 de 2</b>

- Informe revisado por: Edison Vega
- El laboratorio no es responsable del muestreo por lo que los resultados se aplican a la muestra como se recibió.

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN COSTA												
PARÁMETRO	MO (%)	N (%)	P (mg/kg)	K (cmol/kg)	Ca (cmol/kg)	Mg (cmol/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)	B (mg/kg)	S (mg/kg)
<b>BAJO</b>	<3,1	<0,15	<8,0	<0,20	<5,0	<1,6	<20,0	<5,0	<1,1	<3,0	<0,20	<6,0
<b>MEDIO</b>	3,1 - 5,0	0,15 - 0,30	8,0 - 14,0	0,20 - 0,40	5,0 - 9,0	1,6 - 2,3	20,0 - 40,0	5,0 - 15,0	1,1 - 4,0	3,0 - 7,0	0,20 - 0,49	6,0 - 11,0
<b>ALTO</b>	>5,0	>0,30	>14,0	>0,40	>9,0	>2,3	>40,0	>15,0	>4,0	>7,0	>0,49	>11,0

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN SIERRA Y COSTA					
	ÁCIDO	LIGERAMENTE ÁCIDO	PRÁCTICAMENTE NEUTRO	LIGERAMENTE ALCALINO	ALCALINO
<b>pH</b>	≤ 5,5	> 5,5 - 6,5	> 6,5 - 7,5	> 7,5 - 8,0	> 8,0

FUENTE: INIAP. 2002



EDISON OSWALDO  
VEGA HIDALGO

**Ing. Edison Vega**  
**Responsable de Laboratorio**  
**Suelos, Foliarés y Aguas**



**Nota:** El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha. Está prohibida la reproducción parcial de este informe.

<sup>1</sup> Datos suministrados por el cliente: el laboratorio no se responsabiliza por esta información.



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**CERTIFICADO DE CUMPLIMIENTO DE LA GUÍA PARA**  
**NORMALIZACIÓN DE TRABAJOS DE FIN DE GRADO**

**Fecha de entrega:** 24/ 04 / 2024

<b>INFORMACIÓN DEL AUTOR</b>
<b>Nombres – Apellidos:</b> Jasmany Manuel Jaramillo Villarreal
<b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>
<b>Facultad:</b> Ciencias
<b>Carrera:</b> Ingeniería Ambiental
<b>Título a optar:</b> Ingeniero Ambiental
<p style="text-align: center;"> Ing. Luis Patricio Tierra Pérez, M. Sc <b>Firma del Director del Trabajo de Titulación</b></p> <p style="text-align: center;"> Ing. Jessica Paola Arcos Logroño, M. Cs <b>Firma del Asesor del Trabajo de Titulación</b></p>