



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ  
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**

**INFORME DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PREVIO A  
LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AGRÍCOLA**

**MECANISMO: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**TEMA:**

**EVALUACIÓN DE COMPOST INOCULADO CON  
MICROORGANISMOS EFICIENTES AUTÓCTONOS SOBRE LA  
PRODUCCIÓN DE ESPECIES HORTÍCOLAS EN HUERTOS  
ORGÁNICOS**

**AUTORES:**

**ANGIE ABIGAIL GALLO ENCARNACIÓN  
GINES JESÚS MERO VERA**

**TUTOR:**

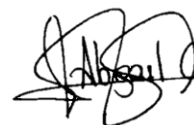
**ING. ÁNGEL M. GUZMÁN CEDEÑO, PhD**

**CALCETA, NOVIEMBRE DE 2023**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo **ANGIE ABIGAIL GALLO ENCARNACIÓN**, con cédula de ciudadanía **0706806973** y **GINES JESÚS MERO VERA**, con cédula de ciudadanía **1317173530**, declaramos bajo juramento que el Trabajo de Integración Curricular titulado: **“EVALUACIÓN DE COMPOST INOCULADO CON MICROORGANISMOS EFICIENTES AUTÓCTONOS SOBRE LA PRODUCCIÓN DE ESPECIES HORTÍCOLAS EN HUERTOS ORGÁNICOS”** es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, concedemos a favor de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos, conservando a nuestro favor todos los derechos patrimoniales de autor sobre la obra, en conformidad con el Artículo 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los conocimientos, Creatividad e Innovación.



---

**ANGIE ABIGAIL GALLO ENCARNACIÓN**

**CC: 0706806973**



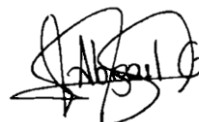
---

**GINES JESÚS MERO VERA**

**CC: 1317173530**

## AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

**ANGIE ABIGAIL GALLO ENCARNACIÓN** con cédula de ciudadanía **0706806973**  
**GINES JESÚS MERO VERA** con cédula de ciudadanía **1317173530**, autorizó a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Integración Curricular titulado: **“EVALUACIÓN DE COMPOST INOCULADO CON MICROORGANISMOS EFICIENTES AUTÓCTONOS SOBRE LA PRODUCCIÓN DE ESPECIES HORTÍCOLAS EN HUERTOS ORGÁNICOS”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y total autoría.



---

**ANGIE ABIGAIL GALLO ENCARNACIÓN**

**CC: 0706806973**



---

**GINES JESÚS MERO VERA**

**CC: 1317173530**

## CERTIFICACIÓN DE TUTOR

ING. ÁNGEL M. GUZMÁN CEDEÑO, Ph.D, certifica haber tutelado el Trabajo de Integración Curricular titulado: **“EVALUACIÓN DE COMPOST INOCULADO CON MICROORGANISMOS EFICIENTES AUTÓCTONOS SOBRE LA PRODUCCIÓN DE ESPECIES HORTÍCOLAS EN HUERTOS ORGÁNICOS”**, que ha sido desarrollado por **ANGIE ABIGAIL GALLO ENCARNACIÓN** y **GINES JESÚS MERO VERA**, previo la obtención del título de Ingeniero Agrícola, de acuerdo al REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARRERAS DE GRADO de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

---

**ING. ÁNGEL MONSERRATE GUZMÁN CEDEÑO, Ph.D**

**CC: 1202260038**

**TUTOR**

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL**

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** el Trabajo de Integración Curricular titulado: **“EVALUACIÓN DE COMPOST INOCULADO CON MICROORGANISMOS EFICIENTES AUTÓCTONOS SOBRE LA PRODUCCIÓN DE ESPECIES HORTÍCOLAS EN HUERTOS ORGÁNICOS”**, que ha sido desarrollado por **ANGIE ABIGAIL GALLO ENCARNACIÓN** y **GINES JESÚS MERO VERA**, previa la obtención del título de Ingeniero Agrícola, de acuerdo al REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARRERAS DE GRADO de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

---

Ing. Gonzalo Bolívar Constante Tubay. Mg

**CC:** 130457998-8

**PRESIDENTE TRIBUNAL**

---

Ing. Freddy Wilberto Mesías Gallo. Mg.

**CC:** 120202849-2

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

---

Ing. Leonardo Xavier León Castro. Ph.D

**CC:** 091867676-8

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios principalmente por ser mi guía en toda la etapa universitaria y por darme esa constancia para nunca rendirme y alcanzar mi objetivo.

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que me dio la oportunidad de crecer como ser humano a través de la educación superior de calidad, en la cual he forjado mis conocimientos profesionales día a día, a los docentes por brindarnos las herramientas necesarias y adecuadas para nuestro crecimiento profesional e individual, además a la Ing. Geoconda López por ser una excelente amiga he inculcar sus conocimientos.

A mis padres, pero en especial a mi madre que ha sido el pilar fundamental de toda mi vida y quien me ha impulsado a salir adelante, a mi abuelito paterno gracias por todo el apoyo y la ayuda.

A nuestro tutor el Ing. Ángel Guzmán Cedeño, Ph.D por habernos guiado de manera correcta en nuestra tesis, al Ing. Diego Zambrano Pazmiño por ser cotutor en todo el proceso de titulación.

A mi mejor amiga Jacqueline Zambrano por estar conmigo cuando más la necesite.

A la familia Zambrano Espinoza quien me acogió en su hogar como una hija y me brindó su apoyo y ayuda incondicional.

Y finalmente a mis demás familiares, amigos, en especial a Erick Moreno, Steven Heredia, Roberto Burbano y a los estudiantes de segundo semestre "A", gracias por su apoyo incondicional.

**ANGIE ABIGAIL GALLO ENCARNACIÓN**  
**AUTORA**

## **AGRADECIMIENTO**

Principalmente a Dios por ser mi principal fuente de apoyo, guía y fortaleza durante toda mi vida y mi carrera universitaria.

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que me dio la oportunidad de tener una educación de calidad y formarme como profesional y ser humano; Al Ing. Ángel Guzmán Cedeño, por habernos guiado de manera excelente y correcta en nuestra tesis. Al Ing. Diego Zambrano Pazmiño por ser nuestro cotutor en todo el proceso y desarrollo de la tesis.

A nuestros profesores por todo el apoyo y las enseñanzas brindadas que nos va a hacer de mucha ayuda en nuestra vida profesional.

A mi madre y familia en general, que nos brindaron apoyo en cada momento y siempre fueron incondicional.

Y finalmente a mis amigos, en especial a Erick Moreno, Steven Heredia y Roberto Burbano, a los estudiantes de segundo semestre "A" y demás personas que nos ayudaron a lo largo de este proceso, gracias por su apoyo incondicional.

**GINES JESUS MERO VERA**  
**AUTOR**

## DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a Dios por brindarme mucha resistencia y fortaleza durante todo este tiempo ya que gracias a él he podido concluir con mi carrera, a mi madre por ser una mujer valiente y guerrera que con todo su esfuerzo ha logrado sacarnos adelante, por eso te dedico mi trabajo por creer en mi desde el primer día que ingrese a la universidad, por tanta paciencia, dedicación y amor hacia a mí.

A mis hermanos Melanie, Alexander y Krisley por estar presentes siempre, a mis dos hermosos sobrinos Miller e Isabel que han sido mi fortaleza y apoyo constante en mí, espero les sirva de ejemplo que todo con esfuerzo y sacrificio tiene su recompensa.

Se la dedico también a mi ángel, mi Chavelita, que siempre ha estado presente en mi corazón y en mi vida, que este triunfo llegue a ti hasta el cielo y estes muy orgullosa de tu nieta.

ANGIE ABIGAIL GALLO ENCARNACIÓN  
**AUTORA**



## DEDICATORIA

En primera instancia dedico mi proyecto de tesis a Dios quien ha sido mi mayor guía durante todo este tiempo, por llenarme de fuerzas para poder alcanzar cada una de mis metas y así poder cumplirlas.

A mi madre Santa Martha Vera Vélez por su esfuerzo, su amor, y brindarme su apoyo incondicional para poder lograr esta meta y salir adelante, y creer en mí siempre. Mis hermanos Jefferson y Gema por siempre estar cuando los necesitaba, a mi tío Neptaly Vera por su apoyo total que fueron de mucha ayuda para poder sobrellevar cada obstáculo que se me presentaba.

GINES JESUS MERO VERA  
**AUTOR**

## CONTENIDO GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	ii
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN .....	iii
CERTIFICACIÓN DE TUTOR .....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	v
AGRADECIMIENTO .....	vi
AGRADECIMIENTO .....	vii
DEDICATORIA .....	viii
DEDICATORIA .....	ix
CONTENIDO GENERAL .....	x
CONTENIDOS DE TABLAS Y FIGURAS.....	xii
RESUMEN .....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
<b>CAPÍTULO I. ANTECEDENTES.....</b>	<b>1</b>
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	1
1.2. justificación .....	2
1.3. OBJETIVOS.....	4
1.3.1. OBJETIVO GENERAL .....	4
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	4
1.4. HIPÓTESIS.....	5
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>6</b>
2.1. LOS HUERTOS ORGÁNICOS .....	6
2.2. EL COMPOST COMO SUSTRATO DEL HUERTO ORGÁNICO .....	8
2.2.1. RESIDUOS ORGÁNICOS A COMPOSTAR.....	9
2.2.2. PROCESO DE COMPOSTAJE .....	10
2.2.3. EVALUACIÓN DEL COMPOSTAJE Y COMPOST, DE ACUERDO A NORMAS DE CALIDAD .....	13
2.3. ESTABLECIMIENTO, MANEJO Y PRODUCCIÓN EN EL HUERTO ORGÁNICO .....	18
2.3.1. ESTABLECIMIENTO.....	18

2.3.2. MANEJO .....	19
2.3.3. PRODUCCIÓN.....	23
2.4. REQUERIMIENTOS EN EL PRESENTE TRABAJO.....	23
2.4.1. LOCALIDAD DONDE SE IMPLEMENTARÁ EL HO.....	23
2.4.2. MATERIALES PARA LA OBTENCIÓN DEL COMPOST .....	23
2.4.3. INÓCULOS MICROBIANOS .....	24
2.4.4. SEMILLAS HORTÍCOLAS .....	25
<b>CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO .....</b>	<b>28</b>
3.1. UBICACIÓN .....	28
3.2. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS .....	28
3.3. DURACIÓN.....	28
3.4. métodos y técnicas .....	29
3.4.1. FASE 1. PRODUCCIÓN DE COMPOST .....	29
3.4.2. FASE 2. ESTABLECIMIENTO DEL HUERTO ORGÁNICO .....	31
3.4.3. MATERIAL VEGETAL.....	31
3.4.4. FACTOR EN ESTUDIO.....	32
3.4.5. TRATAMIENTOS .....	32
3.5. unidad experimental.....	32
3.6. VARIABLES MEDIDAS .....	32
3.7. MANEJO DEL EXPERIMENTO .....	34
3.8. CAPACITACIÓN SOBRE EL HUERTO ORGÁNICO .....	37
3.9. DATOS TOMADOS Y MÉTODOS DE EVALUACIÓN .....	38
3.10. análisis estadístico.....	39
<b>CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES .....</b>	<b>40</b>
4.1. FASE 1.- PRODUCCIÓN DEL COMPOST.....	40
4.2. FASE 2. HUERTO ORGÁNICO .....	49
<b>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>62</b>
5.1. CONCLUSIONES .....	62
5.2. RECOMENDACIONES.....	62
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>63</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>78</b>

## CONTENIDOS DE TABLAS Y FIGURAS

<b>Tabla 2. 1.</b> Indicadores de la evolución del proceso de compostaje.....	14
<b>Tabla 2. 2.</b> Características agronómicas del pepino .....	25
<b>Tabla 2. 3.</b> Características agronómicas de la achojcha .....	26
<b>Tabla 2. 4.</b> Características agronómicas de la lechuga.....	26
<b>Tabla 2. 5.</b> Características agronómicas del cilantro.....	26
<b>Tabla 2. 6.</b> Características agronómicas de la Acelga .....	26
<b>Tabla 2. 7.</b> Características agronómicas del Rábano.....	26
<b>Tabla 2. 8.</b> Características agronómicas del pimiento.....	27
<b>Tabla 3. 1.</b> Condiciones climáticas del sitio El Limón.....	28
<b>Tabla 4. 1.</b> Valores de materia orgánica en el compost con y sin EM .....	45
<b>Tabla 4. 2.</b> Valores de macronutrientes en el compost con y sin EM .....	46
<b>Tabla 4. 3.</b> Valores de micronutrientes en el compost con y sin EM .....	47
<b>Tabla 4. 4.</b> Concentración de patógenos (UFC.g-1) en el compost durante el proceso del compostaje.....	48
<b>Tabla 4. 5.</b> Variables evaluadas en los cultivos de hoja sembrados en compost con y sin EM.....	49
<b>Tabla 4. 6.</b> Variables evaluadas en el cultivo de rábano sembrado en compost con y sin EM.....	51
<b>Figura 4. 1.</b> Temperatura durante el proceso de compostaje.....	40
<b>Figura 4. 2.</b> Variación de humedad durante el proceso de compostaje .....	42
<b>Figura 4. 3.</b> Variación de pH durante el proceso de compostaje.....	43
<b>Figura 4. 4.</b> Variación de CE durante el proceso de compostaje .....	44
<b>Figura 4. 5.</b> Índice de germinación del compost durante el proceso del compostaje	48
<b>Figura 4. 6.</b> Encuesta de la producción de abonos orgánicos en Balsa abajo-Calceta .....	54
<b>Figura 4. 7.</b> Participación de la elaboración de abonos orgánicos .....	55
<b>Figura 4. 8.</b> Materiales que utilizan para elaborar abonos .....	56
<b>Figura 4. 9.</b> Temas que le gustaría recibir en su próxima capacitación .....	56
<b>Figura 4. 10.</b> Temas tratados en día de campo .....	57
<b>Figura 4. 11.</b> Encuesta de la elaboración de los huertos familiares orgánicos en San Lorenzo-Calceta.....	58
<b>Figura 4. 12.</b> Especies cultivadas en un huerto familiar orgánico .....	59
<b>Figura 4. 13.</b> Especies cultivadas en un huerto familiar orgánico .....	60
<b>Figura 4. 14.</b> Recomendaciones para incrementar huertos familiares orgánicos .....	61

## RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar la influencia del compost eco-funcional en la producción de especies hortícolas en un huerto orgánico establecido en una comunidad del cantón Bolívar-Manabí. La investigación se desarrolló en dos fases: la primera fase abarcó trabajo de laboratorio para la preparación del inóculo con cepas bacterianas (*Bacillus cereus* y *B. subtilis*) y fúngica (*Trichoderma longibrachiatum*), que fueron inoculados en el compostaje de la mezcla de residuos agropecuarios: cáscara de maní y bovinaza, empleando el método Indore (con y sin inoculación de microorganismos eficientes), durante el proceso se evaluó en el compost las características físicas (temperatura, pH, conductividad eléctrica, humedad), químicas (macro y micronutrientes), microbiológicas (*Mesófilos aerobios*, *Coliformes fecales* y *Staphilococos*) y fitotóxicas (Índice de germinación de semilla). El Biopreparado con los inóculos se obtuvo a partir del cepario que existe en el Laboratorio de Biología Molecular de la ESPAM MFL. Los resultados obtenidos en el compostaje indican que el compost de mejor calidad se consiguió en las pilas inoculadas con los microorganismos, ya que cumple con la mayor cantidad de parámetros físicos, químicos y microbiológicos, según normas de producción de abonos orgánicos. En la segunda fase se comprobó el efecto beneficioso del compost inoculado con EM sobre el desarrollo y producción de las plantas hortícolas cultivadas, encontrando diferencias significativas en la mayoría de las variables evaluadas, frente al huerto donde se usó el compost sin inóculos como sustrato.

**Palabras clave:** Inóculo, compost, huertos orgánicos

## ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the influence of eco-functional compost on the production of horticultural species in an organic garden established in a community in Bolívar-Manabí canton. The research was developed in two phases: the first phase involved laboratory work for the preparation of the inoculum with bacterial strains (*Bacillus. Cereus* and *B. subtilis*,) and fungal (*Trichoderma. longibrachiatum*), which were inoculated in the composting of the mixture of agricultural waste: peanut shell and bovinaza, using the Indore method (with and without inoculation of efficient microorganisms), during the process the physical characteristics (temperature, pH, electrical conductivity, humidity), chemical (macro and micronutrients), microbiological (aerobic mesophils, fecal coliforms and *Staphylococci*) and phytotoxic (Seed Germination Index) were evaluated in the compost. The Biopreparation with the inoculums was obtained from the Ceparium that exists in the Molecular Biology Laboratory at ESPAM MFL. The results obtained in the composting indicate that the best quality compost was achieved in the batteries inoculated with microorganisms, since it meets the largest number of physical, chemical and microbiological parameters, according to production standards of organic fertilizers. In the second phase, the beneficial effect of compost inoculated with MS on the development and production of cultivated horticultural plants was verified, finding significant differences in most of the variables evaluated, compared to the orchard where compost without inoculations was used as substrate.

**Keywords:** Inóculum, compost, organic gardens.

# CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

## 1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La importancia del compost radica en que se reutilizan y valorizan los materiales orgánicos, los residuos sólidos compuestos por proteínas, aminoácidos, hidratos de carbono, celulosa, lignina, y ceniza, son la materia prima adecuada para producir abonos orgánicos con fines de restauración de suelos degradados o fuente de nutrientes para las plantas cultivadas, sobre todo en modelos alternativos de producción agropecuaria como los huertos hortícolas (Román et al., 2013). Es conocido que la utilización de microorganismos descomponedores aceleran la transformación de dichos residuos orgánicos (Naranjo, 2013).

Según Anyanwu, Ch. et al. (2015) la actividad agropecuaria genera abundantes residuos vegetales y gran cantidad de estiércol proveniente, principalmente, de animales de interés zootécnico; la mayor parte de estos residuos agrícolas son quemados en el campo, convirtiéndose en una fuente de contaminación para el medio ambiente; también representan una amenaza potencial para la salud pública por la presencia de organismos patógenos (Bazrafshan et al., 2016).

Con el desarrollo biotecnológico se ha podido demostrar como los Microorganismos Eficientes (EM) cumplen con mecanismos de acción beneficiosos para el tratamiento de aguas negras, reducción de malos olores, en la producción de alimentos libres de agroquímicos, el manejo de desechos sólidos y líquidos generados por la producción agropecuaria, la industria de procesamiento de alimentos, entre otros (Morocho y Mora, 2019). Además, Sotelo et al. (2012) argumenta que dichos EM son capaces de constituir biofertilizantes y biocontroladores que son parte fundamental de los sistemas agrícolas sostenibles.

Fundamentalmente, algunos EM contribuyen a la transformación de los residuos orgánicos, tanto en el proceso de humificación como de mineralización de la materia

orgánica, para convertirla en abono orgánico. Una de las opciones es mediante el compostaje para obtener compost. El uso agronómico del compost es una alternativa viable para un suelo agrícola siempre y cuando sean usados en un porcentaje acorde a las propiedades que posee el suelo (Bárbaro et al., 2019).

En huertos urbanos o familiares, el uso del compost, está ligado a la agroecología comunitaria, educación ambiental, soberanía alimentaria y a la autogestión como lo mencionan García y López (2017). También señalan que estos huertos mejoran la nutrición con alimentos sanos, frescos y libres de residuos; además se disminuyen costos de producción de los alimentos. Finalmente mencionan que las especies hortícolas son una buena opción de siembra en huertos orgánicos ya que, son de mucha importancia para la alimentación y buena nutrición, porque aportan vitaminas A, B1, B2, C, y minerales, tales como; Ca, Fe, Mg, P, además de proteínas y carbohidratos.

El establecimiento de huertos orgánicos representa una autogestión alimentaria para la población más vulnerable, que debe ser impulsada y fortalecida con el desarrollo o validación de buenas prácticas de producción ajustadas a las particulares condiciones donde se los implemente.

Por los antecedentes expuestos se plantea la siguiente interrogante ¿De qué manera el compost funcional con EM contribuye en la producción de especies hortícolas en huertos orgánicos?

## **1.2. JUSTIFICACIÓN**

La inadecuada utilización o disposición final de los residuos y desechos agropecuarios hacen que estos sean un problema ambiental, social, económico y político a resolver. Por estos motivos se aprovechará la mayor cantidad de residuos y desechos agropecuarios con el propósito de darle un mejor uso, de esta manera reducir la contaminación y darle un valor agregado al rechazo de estos materiales. La aplicación



de procesos adecuados de gestión ambiental en donde se aprovechen los adelantos tecnológicos de biorremediación son alternativas con las que se cuenta hoy en día. Algunos son fáciles de seguir o aplicar gracias a los conocimientos que han logrado procesar disciplinas como la microbiología.

Según Naranjo (2013) para que los microorganismos puedan realizar su actividad descomponedora necesitan de nutrientes, entre lo más importante es el contenido de carbono como fuente de energía y el nitrógeno que es usado para la síntesis de proteína; por tanto, los residuos orgánicos deben tener una relación C/N de 25-35/1, cuando este valor es superior inhabilita el crecimiento de los microorganismos haciendo lenta la descomposición. También sostiene que durante el proceso de compostaje se deben controlar otros factores ambientales como la humedad y la temperatura, lo cual tiene incidencia sobre la actividad microbiana y por ende la calidad del compost.

Finalmente, Según Naranjo (2013) señala que a pesar que los residuos orgánicos contienen carga microbiana, en forma natural, es deseable inocular microorganismos específicos que contribuyan en el compostaje de los materiales fibrosos de difícil descomposición; en este sentido. Naranjo (2013) recalca que la utilización de microorganismos eficientes (EM) acelera la transformación de desechos orgánicos. De igual manera, al usar agronómicamente el compost se puede inocular cultivos mixtos de microorganismos beneficiosos en el suelo para crear un ambiente que sea más favorable para el crecimiento y la salud de las plantas; además los EM pueden interactuar en el ecosistema suelo-planta para suprimir los agentes patógenos, solubilizar minerales, conservar energía, mantener el equilibrio microbiano y ecológico del suelo, aumentar la eficiencia fotosintética y fijar el nitrógeno biológico; de esta manera se tendría un compost funcional eco sistémico.

AGROCALIDAD (2013) sostiene que para la activación del compost podrán utilizarse las preparaciones adecuadas de microorganismos que mejoren las condiciones generales del suelo o la disponibilidad de nutrientes para los cultivos; sobre todo al

establecer un huerto orgánico que es una forma muy simple y efectiva para cultivar hortalizas en forma intensiva, sin mayores esfuerzos ni maquinaria; bajo los principios de la denominada agricultura orgánica que consiste en llevar a cabo una producción libre de agroquímicos mediante técnicas respetuosas con el medio ambiente, obteniendo un mejor cuidado de la tierra y alimentos de calidad como lo recalca Alonzo (2019).

La producción de hortalizas, en espacios de terrenos reducidos, proporciona alimentos variados para toda la familia, durante todo el año o por varios meses en los cuales se logra una producción segura, sana y nutritiva que contiene macro y micronutrientes apropiados. Por estas cualidades, los huertos orgánicos se están convirtiendo en fuente cada vez más importante de autoabastecimiento de alimentos e ingresos para las familias pobres de las zonas periurbanas y urbanas de las ciudades (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2014).

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Evaluar la influencia del compost funcional en la producción de especies hortícolas en huerto orgánico establecido en una comunidad del cantón Bolívar-Manabí.

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar la incidencia ecosistémica en las características físicas, químicas, biológicas y fitotóxicas de un compost funcional inoculado con microorganismos autóctonos locales.
- Comparar la respuesta agronómica de las especies hortícolas establecidas en el huerto orgánico con y sin la aplicación del compost funcional.

- Realizar capacitación en el establecimiento y manejo del huerto orgánico a la familia dueña del predio y vecinos del lugar.

#### **1.4. HIPÓTESIS**

El compost funcional inoculado con microorganismos eficientes mejora la producción de especies hortícolas en el huerto orgánico.

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. LOS HUERTOS ORGÁNICOS

De acuerdo con Olguin (2018) el huerto orgánico es un espacio de tierra en donde se realiza un cultivo de hortalizas, legumbres, plantas medicinales y árboles frutales; su nombre “orgánico” se establece porque allí se lleva a cabo un tipo de cultivo, que se basa en el respeto de los procesos naturales de las especies que se siembra.

Por otro lado, Marcillo (2018) afirma que los huertos orgánicos son una opción para quienes desean recuperar la soberanía alimentaria y consumir productos limpios, justos y sanos; debido a que no utilizan químicos artificiales para aumentar la producción o mejorar el aspecto y tamaño de las hortalizas o frutos cultivados. Con relación a lo antes mencionado, Acevedo et al. (2012) mencionan que la importancia de realizar huertos orgánicos se da porque “mediante ella las personas podrán proveer una alimentación sana y completa, al producir una gran variedad de verduras, las que brindan vitaminas y minerales, asegurando de esta manera una alimentación equilibrada”.

No obstante, entre los principales problemas al establecer huertos orgánicos es la calidad del suelo o sustrato a emplear, manejo de malezas, plagas y enfermedades, debido a que pueden reducir la producción y provocar frustraciones. Bajo esta perspectiva, Quelal (2016) da a conocer que “la competencia entre los diversos tipos de malezas constituye un problema para el crecimiento de los cultivos, ya que las malezas compiten por nutrientes, agua, luz y espacio físico, con los cultivos alimentarios”.

El establecimiento de un huerto orgánico responde a las particulares condiciones que se describen a continuación:

### ➤ **ESPACIOS Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN**

Según Gutiérrez (2020), "el tamaño de una huerta orgánica dependerá del espacio disponible y del tiempo que tenga para dedicarle". Asimismo, Graziano (2016) coincide y argumenta que el diseño de la huerta depende en gran parte al tamaño del terreno del que se dispone para aprovechar el espacio al máximo posible, planificando las siembras, y utilizando prácticas que permitan obtener los mejores beneficios en cada cosecha.

Con relación a los materiales y requisitos para la construcción de huertos orgánicos, Restrepo (2007) afirma que para que una huerta orgánica produzca durante todos los meses del año, es necesario trabajar adecuadamente la tierra, además las herramientas de trabajo deben ser sencillas y funcionales, entre ellas están: bieldo jardinero, pala recta, rastrillo. Asimismo, se requiere un cuchillo plano, redondo y sin filo para el trasplante del almácigo, cubetas de 20 litros y tabla para trasplante y doble excavado de 1,4 metros por 0,8 metros y 12 milímetros de grosor; el pico y azadón, o pala de cuchara, son opcionales.

### ➤ **TIEMPO Y JORNALES PARA EL MANEJO**

De acuerdo con Valerio (2016) "un dato promedio y aproximado de jornaleros para el manejo de huertos orgánicos en productos de ciclo corto está estimado en 3 personas por hectáreas las cuales realizarán labores y actividades directas del cultivo". Dado aquello, Moyano (2014) afirma que, la conformación de los integrantes que se involucran en la mano de obra y mantenimiento del mismo, generalmente son de personas que mantienen un parentesco familiar en común; y estos, en su mayoría se encuentran representados por un titular. Por su parte, Suquilanda (2019) manifiesta que, el tiempo promedio para la construcción del huerto orgánico trasciende entre 90 a 100 días, y para su producción se fundamenta cuando el abono a manipular emite un indicativo de color oscuro y un olor natural agradable.

### ➤ **DISPONIBILIDAD DE INSUMOS AGRÍCOLAS**

Fagro (2020) menciona que, para obtener buenos resultados durante la germinación, el enraizamiento y el crecimiento de las plantas en los huertos orgánicos, se requiere en primer lugar de seleccionar un **idóneo sustrato** que reúna las propiedades físico químicas y consistencia estructural adecuada, que faciliten la labor de cultivo. De acuerdo con Huertos Ocoxal (2021) los tres parámetros físicos más relevantes de un sustrato son los siguientes: la retención de humedad, que es el volumen de agua retenido por un sustrato después de ser saturado y drenado; la densidad aparente, que es el peso por unidad de volumen y la porosidad, que es la que mide el espacio vacío entre poros después de ser saturado y drenado un material.

Bajo esta perspectiva, el mismo autor afirma que “la interacción y balance de estos factores promueve un medio de producción eficiente, ya que si alguno se encuentra fuera de los parámetros ideales genera problemas de desarrollo radicular y mala calidad de planta”.

Para Delgado y Castillo (2017) otros de los insumos agrícolas a utilizar para la creación de huerto orgánico son los abonos orgánicos los cuales sirven para mejorar la calidad del suelo y fertilizar los cultivos; por ejemplo: abonos verdes, estiércoles, residuos vegetales de industrias, despojos de mataderos y restos de cosechos. Por otra parte, los mismos autores da a conocer otros insumos como: fertilizantes y abonos orgánicos o minerales de origen natural, semillas de producción ecológica, material de propagación vegetal o agentes de control biológico, como feromonas, preparados de microorganismos u oligoelementos, fungicidas e insecticidas elaborados con sustancias naturales y productos elaborados a base de plantas naturales.

## **2.2. EL COMPOST COMO SUSTRATO DEL HUERTO ORGÁNICO**

En términos generales el compost se define como una biotécnica donde es posible ejercer un control sobre los procesos de biodegradación de la materia orgánica. No

obstante, de forma más específica la FAO (2013) indica que el compostaje se caracteriza por tener un procedimiento biológico en condiciones óptimas aeróbicas, donde su proceso consiste en la mezcla de la materia orgánica en transformación con la adecuada humedad y temperatura, que asegura una excelente higiene de los residuos orgánicos en un material uniforme, para mejorar la estructura de la superficie y proporcionar nutrientes aprovechables por los vegetales.

De acuerdo con Vásquez (2008) el compost es la transformación de la estructura molecular de los compuestos orgánicos gracias a los microorganismos; es decir, se define como la transformación biológica a través de la fermentación aeróbica y bajo condiciones controladas como el pH, temperatura y humedad; donde se obtiene un producto rico en materia orgánica y relativamente estable que condiciona el suelo y nutre las plantas.

Para la obtención de un compost de calidad se deben tomar en cuenta los siguientes aspectos:

### **2.2.1. RESIDUOS ORGÁNICOS A COMPOSTAR**

La materia orgánica supone más del 40% de nuestra bolsa de basura, es cualquier sustancia de origen vegetal o animal que se ha encontrado en el suelo; cuando procede de las plantas, consistirá en hojas, cáscara y raíces, o de estiércoles de animales e incluso microorganismos, es deseable que la mayor parte de estas materias primas se obtengan de la finca para fomentar la sostenibilidad de los sistemas de producción, y que, en caso de requerir de fuentes externas, que estas sean las menos posibles y libres de contaminantes (Garro, 2016).

Según Mantra (2014) los residuos orgánicos se descomponen naturalmente, presentan la característica de poder desintegrarse o degradarse rápidamente, transformándose en otro tipo de materia orgánica; se procesan generalmente por alguna técnica de compostaje y provienen de hogares, industrias, plantas de tratamiento, la agricultura, la horticultura y la silvicultura.

Con base a lo antes mencionado a continuación, se detallarán diferentes formas para elaborar abonos orgánicos de forma general y compost en particular. De acuerdo con Azuay (2019) los materiales utilizados para la elaboración de compost son: estiércol de animales, carbón o ceniza, microorganismos de montaña o desperdicios orgánicos caseros y sema o granos molidos; su elaboración se da mediante la ubicación de los materiales en capas de 15 centímetros, sobre estos se agrega una capa de tierra de 5 centímetros y se riega con melaza diluida en agua para humedecerlo.

Acuña (2005) manifiesta que no existe una “receta” para elaborar el abono compost; sin embargo, la siguiente secuencia se ajusta a un área determinada con condiciones propias. Su elaboración se da mediante la utilización de materiales como: basuras de jardín, estiércol de animales, restos de alimentos, tierra de montaña, cenizas de madera. Cabe recalcar, que se debe tener el mayor grado de división posible para acelerar el ataque de los microorganismos descomponedores, esto se logra picando los desechos con cuchillo o con máquina picadora.

No obstante, en ambas formas de realizarlo hay que tomar en cuenta la relación carbono-nitrógeno (30/1 C/N), debido a que es importante suplir un sustrato adecuado para el desarrollo de los microorganismos, que acelere el proceso de descomposición y mejore la calidad del producto final. Asimismo, según Haug (2017) hay que considerar el tamaño inicial de sus partículas ya que es una importante variable para la optimización del proceso; además, cuanto mayor sea la superficie expuesta al ataque microbiano por unidad de masa, más rápida y completa será la reacción. Por lo tanto, el desmenuzamiento del material facilita el ataque de los microorganismos y aumenta la velocidad del proceso.

### **2.2.2. PROCESO DE COMPOSTAJE**

Existen varios métodos para elaborar el compost sobre el nivel del suelo; no obstante, a continuación, se detallarán referencias del método Indore:

Según Rendón (2012) el método Indore de compostaje es un sistema ideal de valorizar los residuos vegetales buscando remplazar los fertilizantes químicos y en



consecuencia se aumenta la productividad del suelo sin fertilizantes químicos y aumentar la producción de la tierra, sin efectos colaterales negativos.

La FAO (2013) indica que, entre las diferentes técnicas para la creación de pilas de compost, una de las más populares es el método "Howard" "Indore". Cuando hay una cantidad abundante y variada de residuos orgánicos se puede llevar a cabo este tipo de compostaje. Esta técnica consiste en capas apiladas una encima de la otra para formar diferentes materiales a utilizar con el fin de conseguir una adecuada relación C/N (30:1), el control de temperatura y humedad.

Por otra parte, Iñiguez (1999) manifiesta que el método indore es totalmente aeróbico y en él se pueden utilizar residuos vegetales, estiércoles de animales, orina, suelo o ceniza de madera, agua y restos de alimentos. Además, expresa que está basado en dos observaciones: 1). El ataque de plantas y animales por los parásitos puede prevenirse o detenerse si se conserva la fertilidad del suelo. 2) Si se le asegura al suelo sus requerimientos de humus, las especies pueden mejorar indefinidamente por ellas mismas.

#### ➤ ESTABLECIMIENTO DE LA PILA

Alvarado (2006) el lugar escogido para la fabricación de las pilas del compost Indore, debe estar cercano a una fuente de agua, accesible al aprovechamiento de materiales, protegido de la lluvia, viento, sol y otros factores. Añadido aquello, los materiales que se utilizan para la fabricación de las pilas pueden ser: taralla de maíz seca, bagazo de caña de azúcar, tamo de maní, fréjol, zarandaja, hojas tiernas de pomáceas, leguminosas y malezas, ceniza, cal, estiércol, agua y fertilizantes.

Acuña (2005) determina que la disposición de los residuos orgánicos en la pila se lo debe realizar de la siguiente manera: establecer una primera capa con desecho animal, seguida de una con vegetales, posteriormente agregue una disolución de miel de purga o melaza (5 gal/200 L de agua) que moje las capas, repetir el proceso hasta acabar los residuos orgánicos.

### ➤ **CARGA MICROBIANA**

Son aquellos microorganismos capaces de degradar o descomponer una materia orgánica compleja. No obstante, Farrel y Jones (2009) expresan que la descripción de los microorganismos que intervienen en el proceso de compostaje es complicada, debido a que las poblaciones y las comunidades varían continuamente en función de la evolución de la temperatura, nutrientes, oxígeno, contenido de agua, pH, etc. Los microorganismos que más participan en el proceso son hongos y actinomicetos por su capacidad para degradar residuos de plantas y animales como celulosa, quitina y pectina, y en algunos por su termo tolerancia.

Con la finalidad de desarrollar tecnologías destinadas a mejorar la calidad del compost, se considera la inoculación de microorganismos, el cual según Álvarez e Iglesias (2019) mediante la inoculación de microorganismos benéficos existe la posibilidad de obtener un compost con un valor sustancial de fertilizante, debido a que el potencial de las unidades formadoras de colonias de microorganismos beneficiosos depende de cada especie vegetal.

### ➤ **MANEJO Y TIEMPO DE OBTENCIÓN DEL COMPOST**

FAO (2013) manifiesta que el proceso completo para obtener compost maduro dura entre 5 a 6 meses y pasa por 4 fases (mesófila, termófila, enfriamiento y maduración). Sin embargo, también se puede optar por el “Vermicompost”, el compost obtenido con lombrices, que en esencia es el mismo, pero con la máxima calidad y más rápido de obtener (entre 2 y 3 meses).

Desde el punto de vista de Oviedo et al. (2014) para la obtención de un compost ideal, se requiere principalmente el control y manipulación de los siguientes parámetros:

- **Volteo periódico:** Fundamental en el primer mes de la elaboración del compost, donde la ejecución de los volteos trasciende de 2 a 6 por semana. Sin embargo, después del mes, esta frecuencia baja a un volteo semanal.

- **Humedad:** El control de este parámetro debe ser diario en la primera semana, posterior aquello, se debe monitorear 3 veces por semana, donde es importante que se encuentre por encima del 55%.
- **pH y temperatura:** Se debe realizar el control diariamente, siendo el parámetro ideal para su uso de 5 – 7 en pH y en temperatura de 60 – 70°C.

### 2.2.3. EVALUACIÓN DEL COMPOSTAJE Y COMPOST, DE ACUERDO A NORMAS DE CALIDAD

#### A. PROCESO DE COMPOSTAJE

El proceso de compostaje hace referencia a la descomposición biológica oxidativa de la materia orgánica en residuos de casi cualquier naturaleza bajo condiciones controladas; no obstante, estos requieren condiciones especiales, particularmente de temperatura, humedad, aireación, pH y relación C/N, para la óptima actividad biológica en las diversas etapas del proceso (FAO, 2013).

Según la Norma Chilena de Compost (NCh 2880, 2004) los niveles de calidad, el compost se clasifica en las siguientes clases:

- **Clase A:** producto de alto nivel de calidad que cumple con los requerimientos establecidos en el compost clase A. Este producto no presenta restricciones de uso, debido a que ha sido sometido a la humificación.
- **Clase B:** Producto de nivel intermedio en los requerimientos establecidos para el compost clase B. Este producto tiene algunas restricciones de su uso para ser empleado a macetas y requiere ser combinado con otros elementos apropiados.

Román et al. (2013) indica que es fundamental tener conocimiento sobre el proceso de compostaje, por este motivo se debe mantener controlados los parámetros físicos-químicos presentes en el proceso (Tabla 2.1).

**Tabla 2. 1.** Indicadores de la evolución del proceso de compostaje

Indicador	Rango en fase Mesófila I (semana 1)	Rango ideal en fase termófila II (2-5 semanas)	Rango ideal de compost madura (3- 6 meses)
Humedad	40-60%	40-60%	40-60%
Temperatura	Temperatura ambiente hasta 40°C	40-60°C	Temperatura ambiente
pH	<7	>8	Neutro = 7

Las NCh 2880 (2004), indican las distintas clases de compost que se deben cumplir con los requisitos en los parámetros físicos- químicos.

- ❖ El compost debe tener contenidos de nitrógeno total mayor o igual a 0,5% expresado sobre la base seca.
- ❖ Para el compost clase **A**, la conductividad eléctrica debe ser menor a 3 dS/m, y la relación C/N debe ser menor o igual a 25.
- ❖ Para el compost clase **B**, la conductividad eléctrica debe ser menor a 8 dS/m, y la relación C/N debe ser menor o igual a 30.

Todas las clases de compost deben cumplir con los requerimientos sanitarios como se establece en el siguiente cuadro:

Tipos de microorganismo	Tolerancia
<i>Coliforme fecales</i>	< a 1 000 NMP por gramo de compost, en base seca
<i>Samonella sp</i>	3NMP en 4 g de compost, en base seca
Huevos de helmintod viables	1 en 4 de compost, en base seca

### ➤ **Humedad**

La humedad es el factor indispensable para los microorganismos, ya que el agua es el medio en el que viven, se desplazan y se alimentan. Por otra parte, Chaparro (2013) menciona que otro factor a considerar en este accionar es su control debido a que condiciona el desarrollo del compostaje e inciden en el crecimiento bacteriano, debido a que los microorganismos requieren agua para cumplir con sus necesidades fisiológicas y no pueden sobrevivir en ausencia de ésta.

El mismo autor manifiesta que los valores mínimos en los que tiene lugar la actividad biológica se sitúan entre 12 y 14%, mientras que el rango razonable para mantener las condiciones aeróbicas está entre el 40 y 60% de humedad, siempre que se pueda

mantener una buena aireación en el proceso de compostaje. Mullo (2012) afirma que mantenerse entre estos valores es fundamental ya que un exceso de la misma hace que se produzcan malos olores, y transformaciones lentas (proceso anaerobio). Por otra parte, si la cantidad de humedad de la pila de residuo es baja, se produce la disminución de la actividad de los microorganismos y en consecuencia el proceso se retrasa.

#### ➤ **Temperatura**

Un buen proceso de descomposición conlleva a mantener rangos óptimos de temperatura, ya que esta juega un papel fundamental en la descomposición e higienización de la materia orgánica, dependiendo de la fase en la que se encuentra, será el rango adecuado, generalmente varía entre 55 a 60°C (Román et al., 2013). Por otra parte, Cazares (2017) enfatiza que “durante el proceso de compostaje hay que controlar la temperatura, donde en las primeras fases del proceso la temperatura debe alcanzar valores próximos a los 60°C, no debe superar estos valores, ya que pueden morir muchos microorganismos”.

#### ➤ **pH**

De acuerdo a Ahumada (2005) “este parámetro influye en el proceso de biodegradación de la materia orgánica debido a su interacción con los microorganismos”. En el cual según Vélez (2018) el pH es un valor que indica si un producto o material (en este caso compost) es ácido (pH inferior a 7), alcalino (pH superior a 7) o neutro (pH igual a 7).

Cabe recalcar, que de acuerdo con Cajahuanca (2016) el potencial de hidrógeno al inicio del proceso del compostaje debe tener un valor de 5, debido a la aparición de ácidos orgánicos por la acción de los microorganismos mesofílicos; seguidamente después de tres días, comienza la etapa termofílica y el pH empieza a elevarse, llegando hasta valor de 8,5; durante el transcurso del compostaje el pH debe estar entre 5 a 7 por el progreso de la degradación de la materia orgánica. En la etapa de disminución de la temperatura, el valor de pH debe tener un valor de 7 en un compost maduro. Si el grado de aireación no es el adecuado, se producirán condiciones sin

oxígeno, reduciendo el pH hasta un valor de 4,5 y retrasándose el proceso de compostaje.

### ➤ FÍSICO-QUÍMICOS

De acuerdo con Moreno y Moral (2008) los parámetros físicos que más deben considerarse en el compost son: olor, color; químicos: pH (5 – 7), conductividad eléctrica (3 dS/m), materia orgánica (> 20 %), nitrógeno total [0,3% – 1,5% (3 g a 15 g por Kg de compost)], fósforo total [0,1% – 1,0% (1 g a 10 g por Kg de compost)], potasio total [0,3% – 1,0% (3 g a 10 g por Kg de compost)] y C/N ( $\leq$  25). Es importante destacar que, esto se en función de la absorción de las radiaciones solares que, al momento de ser aplicada en un cultivo, la planta asimila mayor cantidad de nutrientes (FAO, 2013).

Con respecto a las propiedades químicas, Burgos (2015) menciona que al aplicar abonos orgánicos al suelo aumenta el poder de absorción y reducen las variaciones de pH de éste; bajo esa perspectiva se entiende que un compost permite mejorar la capacidad de intercambio catiónico del suelo, por lo consiguiente aumenta la fertilidad del mismo.

### ➤ MICROBIOLÓGICOS

En el compost las bacterias y microorganismos, son los responsables de toda la transformación que ocurre al interior de éste. En él existen una gama amplia de población de microorganismos, donde su presencia o ausencia dependerán en gran medida de la temperatura y de otros parámetros; unos empiezan a disminuir y finalmente a desaparecer para darle paso a otros, es una constante de sucesión para de esta forma completar todas las actividades metabólicas que en este se generan. Lo más importante a la hora de evaluar este parámetro, es tener controlada y totalmente limitada la presencia de microorganismos patógenos, pues este parámetro en conjunto con los físicos y los químicos definirá si el compost es o no aceptable ambientalmente (Medina, 2017).

De acuerdo con FAO (2013), los microorganismos benéficos que contribuyen al desarrollo metabólico del compost son los *Trichoderma*, *Pseudomonas*, o *Pantoea*

*spp.* No obstante, los microorganismos que influyen negativamente al compost, se presentan en la figura 1.

Microorganismo	Limite de Tolerancia				
	Chile NCh 2880/04		EU European Union	Colombia 5167/04	Mexico NTEA-006-SMA- RS-2006.
	A	B			
Coliformes fecales	<1000 NMP/g	<2000 NMP/g	< 1 x 10 <sup>3</sup> NMP/g	<1000 ufc/g enterobacterias totals	<1000 NMP/g
<i>Salmonella spp.</i>	Ausente en 25 g de producto	Ausente en 25 g de producto	Ausente en 25 g de producto	Ausente en 25 g de producto	<3 /g en bs
<i>Enterococcus faecalis</i>	-	-	1000 NMP/g	ND	-
Huevos viables de Helminto / <i>Ascaris</i>	Ausente en 1 g	Hasta 1 en 1g	Ausente en 1 g	ND	<10 /g bs
Hongos fitopatogenos	-	-	Algunos paises incluyen <i>Plasmodiophora brasiccae</i>	Ausente segun especie vegetal	Ausente

**Figura 2. 1.** Límites microbiológicos en base a las diferentes normas de aplicación.

**Fuente:** (FAO, 2013).

### ➤ FITOTÓXICOS

Este término está relacionado directamente con la madurez del compost, debido a que la madurez está asociada a la ausencia de sustancias fitotóxicas para el crecimiento de las plantas. Bajo esta perspectiva, Iglesias (2016) define el grado de madurez como “sinónimo únicamente de ausencia de fitotoxicidad en el producto final, producida por determinados compuestos orgánicos fitotóxicos que se forman directamente en la fase activa del compostaje”.

Según Pampuro et al. (2017) la evaluación de la fitotoxicidad de los agentes optimizadores del compost, se puede determinar mediante la prueba de germinación y crecimiento de semillas. Los porcentajes de germinación relativa de semillas (RSG) después de 24, 48 y 72 h, crecimiento relativo de raíces (CRR) e índice de germinación

(IG) después de 72 h de exposición a extractos de compost se calcularon de la siguiente manera:

$$RSG(\%) = \frac{n \text{ de semillas germinadas en extracto de compost}}{n \text{ de semillas germinadas en control}} * 100$$

$$CRR(\%) = \frac{\text{Promedio de longitud radicular en compost experimental}}{\text{Promedio longitud radicular en control}} * 100$$

$$IG(\%) = \frac{PRSG * CRR}{100}$$

## 2.3. ESTABLECIMIENTO, MANEJO Y PRODUCCIÓN EN EL HUERTO ORGÁNICO

### 2.3.1. ESTABLECIMIENTO

Teniendo en cuenta a Trattoria (2021) los tamaños de los huertos dependen de las necesidades de la familia y/o del terreno disponible; sin embargo, en su blog menciona tres dimensiones diferentes según su tamaño:

- **HUERTOS DE TAMAÑO PEQUEÑO:** La medida ideal para este tipo de plantaciones es de aproximadamente 10 metros cuadrados, el tamaño perfecto para patios reducidos e incluso algunas terrazas de departamentos. Resultan muy prácticos para personas que cuentan con poco tiempo para su mantenimiento.
- **HUERTOS DE TAMAÑO MEDIANO:** Patios y jardines son ideales para levantar este tipo de plantaciones. Se consideran espacios que rondan los 40 metros cuadrados aproximadamente, en donde se puede plantar árboles sin mayor problema, delimitando también sectores para para verduras y hortalizas.



- **HUERTOS DE TAMAÑO GRANDE:** Ideal para espacios como parcelas o terrenos amplios, un huerto grande requiere dedicación de tiempo casi completo ya son los que generan mayor producción, pudiendo alimentar a familias más numerosas e incluso producir excedentes. Se trata de plantaciones de 200 metros cuadrados o más, en donde se puede cultivar toda clase de árboles y, por supuesto, vegetales que requieren espacios más extensos, como papas, sandías, melones, calabazas y zapallos.

Citando a (Valdivieso, 2019) otro de los recursos de vital importancia en un huerto orgánico es conocer los elementos necesarios para su instalación.

- **HERRAMIENTAS Y EQUIPOS BÁSICOS:** pala de mano, tijeras para podar, trinche manual, regadera y bomba manual
- **SEMILLAS:** Son la parte de la planta que permite sembrar en el huerto. Es de calidad cuando está completamente limpia, germina rápidamente y no ha sido atacada por plagas o enfermedades.

### 2.3.2. MANEJO

Para que los cultivos se desarrollen en buenas condiciones, libres de plagas y enfermedades necesitan una serie de cuidados y atenciones a los que se denomina labores culturales; es decir, son todas las actividades agrícolas que se desarrollan en un huerto para que este sea de mejor calidad; entre las principales labores se destacan:

#### ➤ **USO DE SUSTRATOS**

Según Sembratía (2021) el sustrato hace referencia aquel material sólido o soporte físico diferente al suelo, que puede ser natural residual, mineral u orgánico, que, introducido en un recipiente, tierra o un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite y facilita el anclaje del sistema radicular de las plantas, su desempeño y soporte. Por otra parte, Agroequipos (2018) manifiesta que un buen sustrato es esencial para la producción de plantas de alta calidad; no obstante, sus componentes deben de poseer

características físicas y químicas que, combinadas con un programa adecuado de manejo, permitan un desarrollo radicular óptimo de la planta.

Entre los principales sustratos para los HO están los de origen natural como las turbas, los de síntesis como el poliestireno expandido y los subproductos o residuos que, una vez compostados, son válidos para su uso, como el serrín, los restos de poda, y lodos de depuración de aguas (Sembratia, 2021).

### ➤ **RIEGO**

Siempre se debe regar en forma suave, dejando que el agua caiga como una lluvia fina. De preferencia se riega el suelo, no las plantas (son las raíces que absorben el agua, no las hojas). Jamás se debe regar directamente con cubeta o con el chorro de la manguera: esta es la manera más segura de destruir el suelo y perder así el trabajo realizado en la construcción de las camas altas.

Bajo esta perspectiva, la INDESOL (2022) afirma que, para hacer un buen riego, lo más sencillo es usar una regadera o una botella regadera. Otra forma de riego es por goteo, que se puede hacer utilizando una cañería de plástico perforada. Cabe recalcar, que la mejor hora para regar es el atardecer o temprano en la mañana.

### ➤ **CONTROL DE PLAGAS**

Como opina Elorza (2019) cuando se trata de eliminar plagas la agricultura usa los insecticidas; no obstante, los insecticidas han causado una gran alarma mundial por sus efectos ambientales y en la salud de las personas, además al construir HO no sería lo más adecuado. Bajo esta perspectiva, Trinadi y Zampini (2016) manifiestan que lo ideal es hacer uso de un control biológico; es decir, aplicar productos naturales o preparados caseros, que como su nombre lo indica se generan a partir de materiales vegetales naturales, algunos minerales de rápida disponibilidad y de fácil preparación en la casa. Entre los más utilizados y eficientes están: purín fermentado, decocción, maceración, extracto de flores, ortiga, decocción de manzanilla, extracto de tomate, causía, ajo, ají, entre otros.

De acuerdo con Olguin (2018) el control de plagas en huertas orgánicas se basa en darle a las plantas las mejores condiciones para fortalecer sus defensas y hacerlas más resistentes; esto se logra con una adecuada asociación de plantas, con la rotación de cultivos y con el uso de un buen abono natural. Asimismo, otra buena forma de prevenir plagas en la huerta orgánica, es a través del cultivo de plantas aromáticas y medicinales como la ruda, albahaca, salvia, romero y orégano y de plantas con flores llamativas, como la caléndula.

### ➤ **PRÁCTICAS CULTURALES**

Las prácticas culturales en los HO son compatibles con las técnicas y estrategias de manejo integrado de plagas y generalmente son ambientalmente seguras es crear condiciones desfavorables para la plaga o enfermedad, llevando a prevenir o retardar el ataque o a minimizar sus efectos. Las prácticas culturales según Berger (2021) caen dentro de tres categorías principales: saneamiento, prácticas de manejo del cultivo y exclusión, las cuales se describen a continuación:

**Saneamiento:** El objetivo principal de las prácticas de saneamiento es eliminar o reducir los criaderos de la plaga o enfermedad. Este es uno de los aspectos más descuidados en el manejo de plagas y enfermedades, posiblemente debido a que en la mayoría de los casos es difícil ver la conexión entre los criaderos y la plaga. Entre las principales prácticas están: eliminación de plantas voluntarias, de rastrojos y residuos de cosecha, limpieza de rondas, destrucción de frutas dañadas y manejo de plántulas.

**Manejo de cultivos:** El objetivo general de estas prácticas es crear condiciones desfavorables para la plaga, de manera que su reproducción y diseminación sean limitadas o eliminadas. Las prácticas de cultivos deben estar orientadas particularmente a promover un crecimiento rápido y vigoroso, pues una planta en estas condiciones puede soportar mejor el ataque de plagas y enfermedades. Entre las principales prácticas están: preparación de suelos, rotación de cultivos, abonos verdes, fertilización y riesgos adecuados, barreras físicas y túneles de plásticos.

**Exclusión:** El objetivo de las prácticas de exclusión es evitar el contacto de la plaga con el cultivo. Estas son las prácticas más caras y más difíciles de aplicar, pero son las más efectivas en el manejo de plagas y enfermedades. Entre las principales prácticas están: invernaderos cerrados, embolse de frutas, e invernaderos y casa de malla.

**Aporque:** Es una técnica agrícola que consiste en acumular tierra en la base del tronco o tallo de una planta, con el fin de que queden protegidas; incluso ayuda a facilitar el riego e impide el exceso de humedad (SIAP, 2017).

**Tutorado:** En ingeniería agrícola, la tutoría implica el uso de materiales que permitan que la planta se mantenga erguida para que crezca hacia arriba y no toque el suelo, permitiendo que la planta crezca sana y, por lo tanto, de mejor calidad (SIAP, 2017).

### ➤ FERTILIZACIÓN

La fertilización hace referencia a la manera en cómo se va a enriquecer el suelo de las huertas orgánicas en este caso. Son varias las formas de fertilizar que se pueden hacer; sin embargo, Labrego (2019) indica que la manera correcta de fertilizar de forma biológica y con materiales que todos tienen más o menos cerca, es la siguiente:

**Abonos de origen animal:** Es quizás el más antiguo y uno de los principales abonos utilizados en agricultura, entre ellos están el estiércol de vaca que es uno de los más conocidos, también el estiércol de gallina, es un abono bastante concentrado y muy rico en nitrógeno. Por otro lado, está el estiércol de caballo, un interesante abono para realizar camas calientes o para incorporar a nuestra pila de compost. Y, por último, pero no por ello el menos recomendable, está el estiércol de oveja o de cabra, es un abono que también es bastante concentrado y por lo tanto hay que administrar con moderación

**Material orgánico de origen vegetal:** Este abono es el que más a mano se tiene y además se puede elaborar de forma sencilla y con un amplio abanico de materiales. Entre ellos están: restos de cosechas, hierbas adventicias, restos de poda, restos de alimentos vegetales sin cocinar, etc.

**Abonos verdes:** Hacen referencia a las hojas de los árboles que se utilizan en forma de acolchado o como material para incorporación al compost.

### **2.3.3. PRODUCCIÓN**

Para llevar a cabo la cosecha de los productos en huertos orgánicos se debe tomar en cuenta el tiempo y la época de siembra, debido a que casi todas las especies tienen un ciclo de 3,5 a 4 meses después de sembrado, para ser cosechado. Esto se necesita saber porque la cosecha se debe realizar cuando los tubérculos hayan alcanzado su madurez fisiológica, la cual se verifica mediante los siguientes criterios: plantas amarillas y secas; no hay desprendimiento de la piel del tubérculo al pasar la yema del pulgar; y finalización del ciclo vegetativo (Silva, 2017).

La postcosecha en huertos orgánicos tiene como finalidad la conservación de los tubérculos en buen estado. Comprende las labores de selección, clasificación, ensacado y transporte. Con respecto a las pérdidas en postcosecha muchas veces se dan por la incidencia e interacción de diversos factores físicos, fisiológicos y patológicos, que reducen la cantidad y calidad de los tubérculos cosechados (Naranjo, 2013).

## **2.4. REQUERIMIENTOS EN EL PRESENTE TRABAJO**

### **2.4.1. LOCALIDAD DONDE SE IMPLEMENTARÁ EL HO**

Para Reina et al. (2015) en el cantón Bolívar en la ciudad de Calceta, específicamente en la Av. San Lorenzo, se encuentra influenciado por un sistema agrícola convencional, en el cual, se determina la presencia de cultivos forestales y agrícolas, además, predomina de manera general el pastoreo natural y la actividad pecuaria.

### **2.4.2. MATERIALES PARA LA OBTENCIÓN DEL COMPOST**

#### **➤ RESIDUOS ORGÁNICOS**

Los residuos orgánicos a utilizar son los siguientes:

**CÁSCARA DE MANÍ:** La cáscara de maní son residuo generado en grandes cantidades, este residuo contiene luteolina, que es un flavonoide con demostradas propiedades farmacológicas como antioxidante, antiinflamatorio y antimutagénico, aparte la cascara de maní contiene 1,2% de nitrógeno, 0,8% de potasio, 0,5% de fósforo y nutrientes no minerales como oxígeno, hidrogeno y carbono (San Martín et al., 2017).

Según Guzmán et al. (2020) en su investigación sobre efecto del tamaño del inóculo sobre la maduración del compost de cáscara de maní mezclada con porquinaza, inóculo un cultivo mixto de hongos y bacterias descomponedores de materia orgánica fibrosa, a los cuales se les aplicó diferentes tamaños de inóculo: 200 mL/m<sup>3</sup> (tratamiento 1), 300 mL/m<sup>3</sup> (tratamiento 2) 400 mL/m<sup>3</sup> (tratamiento 3) y 0 mL/m<sup>3</sup> (tratamiento 4).

Los resultados no alcanzados fueron temperaturas superiores a 50°C, el pH osciló entre 6.9 a 7.0, materia orgánica 00%. El tratamiento 3 presenta la mayor reducción en la relación carbono nitrógeno con 16; el tratamiento 1 y 2 adquirieron la mayor concentración de nitrógeno con 1,5%, mientras que la mayor concentración de fosforo lo obtuvieron el tratamiento 1 con 0,90%

**ESTIERCOL BOVINO:** La bovinaza puede añadir nutrientes al suelo importantes para la planta (nitrógeno, potasio, y fósforo, conocidos colectivamente como NPK) y mejorar la calidad del suelo. Compostar estiércol (bovinaza) crudo al añadir otras materias primas va a ayudar a la descomposición y a producir un producto final rico en humus con poco o nada de amonio o nitratos solubles (USDA, 2013).

### 2.4.3. INÓCULOS MICROBIANOS

Son productos tecnológicos basados en microorganismos, promotores de crecimiento vegetal, con la finalidad de incrementar su número dando mayor disponibilidad de nutrientes para las plantas y ayudando a su crecimiento (Valverde, s.f.). La inoculación

podría ser una herramienta útil para acelerar la humificación y mejorar la madurez del compost en los residuos agrícolas, (Zeng et al., 2019). En el Laboratorio de Biología Molecular de la ESPAM MFL reposan las cepas promotoras de crecimiento vegetal y microorganismos en crioconservación a -20°C. Para ello Intriago y Plaza (2020) realizaron estudios sobre bacterias promotoras de crecimiento vegetal en la cual CET-9 Y EETE-9 fueron identificadas con la especie *Serrata surfactanfaciens* que provocaron mayor efecto de crecimiento vegetal. Según Andrade y Avellán (2020) validaron cepas de *Bacillus* y hongos en la transformación de residuos para abonos orgánicos.

#### 2.4.4. SEMILLAS HORTÍCOLAS

Para INTAGRI (2017) las semillas desde el punto de vista botánico se refieren al óvulo fecundado y maduro al interior del fruto, conformado generalmente por un embrión, sustancias de reserva (cotiledones), y una cubierta seminal o testa. No obstante, cada semilla es diferente y por ende hay características que las representan; una de ellas son las características agronómicas, donde las más relevantes son las siguientes: grupo de madurez (GM), juvenilidad, hábito de crecimiento, rendimiento, comportamiento sanitario, vuelco, respuesta fenológica al atraso de la FS (fecha de siembra), calidad de semilla y dehiscencia.

Bajo esta perspectiva, a continuación, se presentan algunas de las especies hortícolas a utilizar en el HO, con sus respectivas características agronómicas:

**Tabla 2. 2.** Características agronómicas del pepino

Pepino		
Características agronómicas	Unidad de medida	Valores promedio
Longitud	cm	11-31
Diámetro	mm	43-50
Número de frutos por plantas	#	22-90
Peso del fruto	g	143-488
Rendimiento por planta	g/planta	12911-11153
Rendimiento por área	kg/m <sup>2</sup>	33-28
Porcentaje de sólidos solubles	%	3
Masa de cada fruto	g	398

**Fuente.** (González et al., 2018) (Cruz et al., 2020)

**Tabla 2. 3.** Características agronómicas de la achojcha

<b>Achojcha</b>		
Características agronómicas	Unidad de medida	Valores promedio
Altura de planta	m	5-6
Longitud de fruto	cm	5-16
Numero de frutos/planta	n	20
Diámetro de fruto	cm	3-6
Días de madurez	Días	90
Longitud de hoja	cm	10-12
Numero de semilla/frutos	n	5-10
Masa de cada fruto	g	35-49.39

(Chuquín, 2011); (Ávila, 2016).

**Tabla 2. 4.** Características agronómicas de la lechuga

<b>Lechuga de hoja</b>		
Características agronómicas	Unidad de medida	Valores promedio
Porcentaje de germinación	%	87-97
Número de hojas por plantas	#	15-21
Diámetro de tallo	cm	16-22
Altura de planta	cm	16-19
Diámetro del tallo	cm	1-1,90
Rendimiento de lechuga	kg	5700-12600
Duración del cultivo	Días	50-80

**Fuente.** (Romero, 2021).

**Tabla 2. 5.** Características agronómicas del cilantro

<b>Cilantro</b>		
Características agronómicas	Unidad de medida	Valores promedio
Altura de planta	cm	30-70
Longitud de tallo	cm	40-80
Diámetro de tallo	cm	2
Porcentaje de germinación	%	95
Duración del cultivo (cosecha)	Días	40-45

**Fuente:** (Bolívar, 2013).

**Tabla 2. 6.** Características agronómicas de la Acelga

<b>Acelga</b>		
Características agronómicas	Unidad de medida	Valores promedio
Altura de planta	cm	15-25
Longitud de hoja	cm	20-30
Diámetro de hoja	cm	15-20
Peso de hoja	g	750-1000
Número de hojas por planta	n	15-20
Duración del cultivo	Días	50-60

Fuente: (Acosta,2015)

**Tabla 2. 7.** Características agronómicas del Rábano

<b>Rábano</b>		
Características agronómicas	Unidad de medida	Valores promedio



Altura de la planta	cm	18-20
Largo de la hoja	cm	12-13,8
Ancho de la hoja	cm	7,13-7,95
Número de hojas por plantas	#	7
Diámetro de raíz	cm	3-4
Peso de raíz	g	310-369
Rendimiento	kg/ha	12947

**Fuente.** (Gómez, 2021)

**Tabla 2. 8.** Características agronómicas del pimiento

<b>Pimiento</b>		
Características agronómicas	Unidad de medida	Valores promedio
Producción total	kg/ha	115
Distribución por cosecha	kg/ha	28-37
Diámetro polar	cm	90
Diámetro ecuatorial	cm	30
Número de pimentones por plantas	#	5
Producción por planta	kg	0,3

**Fuente.** (Gómez et al., 2021)

## CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

### 3.1. UBICACIÓN

El presente trabajo de investigación se desarrolló en dos ambientes distintos, de acuerdo a las fases de la investigación: La producción del compost se realizó en la Unidad de Docencia Investigación y Vinculación del hato porcino de la carrera Medicina Veterinaria en el Campus Politécnico de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López”, ubicada en el sitio “El Limón” del cantón Bolívar situado geográficamente entre las coordenadas 0°49’23” Latitud Sur, 80°11’01” Longitud Oeste, con una altitud de 15 msnm; el huerto orgánico se implementó en el cantón Bolívar en la ciudad de Calceta, específicamente en la Av. San Lorenzo al frente del complejo Gonzalo Mora, cuyas coordenadas son en 17 UTM -0.846950° Latitud y -80.171874° Longitud.

### 3.2. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

**Tabla 3. 1.** Condiciones climáticas del sitio El Limón.

<b>CONDICIONES CLIMÁTICAS</b>	
Precipitación:	986,19 mm
Temperatura máxima:	30,67°C
Temperatura mínima	21,87°C
Humedad relativa:	82,23%
Heliofanía:	1043,96 h/sol/año

Fuente: Estación Meteorológica ESPAM “MFL”

### 3.3. DURACIÓN

El presente trabajo de campo tuvo una duración de 10 meses, desde junio del 2021 a marzo del 2022.

### 3.4. MÉTODOS Y TÉCNICAS

En el presente trabajo se desarrollaron dos fases complementarias:

#### 3.4.1. FASE 1. PRODUCCIÓN DE COMPOST

Corresponde a la elaboración del compost funcional para emplear como sustrato en el establecimiento del huerto orgánico. Se trata de una investigación descriptiva relacionada a los indicadores del compost. Se ejecutaron las siguientes actividades:

##### ➤ **Preparación de residuos orgánicos compostados**

Se utilizó residuo de cáscara de maní de la empresa Producom, ubicada en el cantón Tosagua. El estiércol de bovino se lo obtuvo del Hato bovino de la carrera Medicina Veterinaria de la ESPAM "MFL. Se utilizaron 24 sacos de cáscara de maní triturado con un tamaño de partícula de 0.5 cm, 17 sacos de cáscara de maní sin triturar con un tamaño de partícula 2,5 cm y 40 sacos de estiércol de bovino. Los materiales se caracterizaron químicamente para conocer los valores de relación C/N de partida.

##### ➤ **Implementación del proceso de compostaje**

Para la implementación de compostaje se utilizó el sistema Indore por capas, la primera capa se colocó 2 sacos de cáscara de maní sin triturar, la segunda capa 3 sacos de estiércol de bovino y la última capa se colocaron 3 sacos de cáscara de maní triturado, con una dimensión de pila 3 m de largo, 1 m de ancho, 1 m de alto, con un volumen de 3 m<sup>3</sup>, se realizaron dos pilas una con la inoculación de microorganismos eficientes (EM) y otra sin EM y al final se lo cubrió con plástico.

##### ➤ **Elaboración del Biopreparado (en laboratorio) para la inoculación en las pilas**

- **Cepas usadas**

Bacterias *B. cereus* (15-BT), (12-BCm), (6-BCm), *B. subtilis*, (31-BMc), (21-BMc), Hongos *T. Longibrachiatum* (EM-12), (EM-72), (EM-149), (EM-150) y bacterias

promotoras de crecimiento (CET-9), (EETE-9) identificadas con la especie *Serrata surfactanfaciens*.

- **Reactivación de cepas**

Para comprobar la viabilidad y pureza de las cepas de *Bacillus* que se encuentran conservadas a -20°C se procedió a sembrarlas en caldo nutritivo a 37°C durante 18 horas, agitando a 180 rpm. Mientras que las cepas fúngicas *T. longibrachiatum* se sembraron en agar papa dextrosa (PDA) y se incubaron a 30°C durante 72 horas.

- **Multiplicación de las cepas fúngicas**

Las cepas bacterianas se multiplicaron en caldo nutritivo y las cepas fúngicas en arrocillos.

- **Insumos para el Biopreparado**

Se emplearon medios convencionales como el caldo nutritivo y en el caso de los hongos en arrocillo.

- **Preparación de medios de cultivos agar, caldo nutriente y solución salina**

1. Se pesó la cantidad exacta de acuerdo a las etiquetas del frasco para esta ocasión se preparó 1000 mL.
2. Se mezcló la cantidad pesada con agua destilada.
3. Se homogenizó en la plancha de calentamiento y agitación.
4. Se dividió la cantidad utilizada en frascos de Erlenmeyer de 100 mL para pasar a la esterilización del medio en autoclave.
5. Se preparó solución salina al 8,5% (8,5 g /1000 mL). Y se procedió a dividir en 100 tubos de ensayo con 9 mL c/u.
6. Se preparó el medio de cultivo agar nutritivo (300 mL). Se pesó la cantidad de 8.4 g para los 300 mL que se utilizó y mezcló con agua destilada.
7. Se homogenizó en la plancha de agitación y calentamiento durante 40 minutos hasta llegar a su punto termino.

- **Concentración de microorganismos en el Biopreparado**

Se utilizó la técnica de diluciones seriadas para probar la cantidad de UFC del inóculo bacteriano. Se hizo el procedimiento de la técnica de diluciones a cada una de las cepas seleccionadas hasta la dilución -8 luego se sembró en el agar nutriente la dilución -6, -7 y -8 y se llevó a la incubadora a 37°C durante 24 h luego se contó las colonias crecidas en el medio de cultivo. Seguidamente se procedió a realizar la tinción de GRAM verificando la pureza de cada cepa.

➤ **Manejo del compostaje**

- ✓ Para la elaboración de las pilas de compostaje se tomó en cuenta la humedad inicial de los residuos agropecuarios de 55%, logrando una actividad microbiana ideal.
- ✓ La inoculación de los microorganismos eficientes se aplicó después de 15 días de que se elaboraron las pilas.
- ✓ Una vez conformadas las pilas se cubrió con plástico negro.
- ✓ La aireación en el interior de las pilas se logró mediante volteos, que se realizó cada 8 días, con la intención de regular la temperatura, humedad y pH.

### **3.4.2. FASE 2. ESTABLECIMIENTO DEL HUERTO ORGÁNICO**

Comprende el uso del compost para la producción de especies hortícolas en el huerto orgánico. Se cumplió los siguientes pasos en el análisis comparativo de las variantes de compost:

### **3.4.3. MATERIAL VEGETAL**

Se utilizó semillas de diferentes especies de hortalizas como: pepino, pimiento, rábano, cilantro, achojcha, tomate, acelga y lechuga.

### 3.4.4. FACTOR EN ESTUDIO

- Tipo de compost

### 3.4.5. TRATAMIENTOS

T1: Cáscara de maní + Bovinaza + EM

T2: Cáscara de maní + Bovinaza sin EM

### 3.5. UNIDAD EXPERIMENTAL

La unidad experimental consistió en dos platabandas, con las siguientes medidas: 12 m de largo, 1,20 m de ancho y 0,20 m de alto.

### 3.6. VARIABLES MEDIDAS

- **FASE 1.- PRODUCCIÓN DEL COMPOST**

- ✓ **Aspectos Ambientales**

La temperatura, humedad y pH se analizó consecutivamente durante los primeros 15 días. Las técnicas empleadas se mencionan a continuación:

**Temperatura:** Para determinar la temperatura se colocó directamente el termómetro punzón en cuatro puntos equidistantes de la pila. La evaluación se la realizó diariamente durante los primeros 15 días; posteriormente se la realizó cada 8 días.

**Humedad:** Se tomó muestras representativas de las pilas de compostaje y se trasladó al laboratorio de Biología Molecular; posteriormente se pesó 50 g por cada repetición y se colocó en la estufa a 105°C durante 24 horas hasta peso constante. Posterior a ello se utilizó la siguiente fórmula.

$$\% \text{ humedad} = (M1 * M2) * 100/M0$$

**Donde:**

**M1:** Peso del crisol muestra húmeda

**M2:** Peso del crisol más muestra seca

**M0:** Peso de la muestra (50 g)

**pH (potencial de hidrógeno):** Se tomó muestras de compost, (80 g) y se trasladó al laboratorio de Biología Molecular. Posteriormente se pesó 10 g y se incorporó 50 mL de agua destilada, se dejó en reposo durante una hora. Seguidamente empleando el potenciómetro se registró el pH, cabe mencionar que se realizó 4 repeticiones por cada pila.

#### ✓ **Aspecto físico-químicos**

La conductividad se analizó durante los primeros 15 días, se tomó muestras de sustrato en cuatro puntos equidistantes de la pila de compost y luego se llevó las muestras al Laboratorio de Biología Molecular. En lo relacionado con la determinación del porcentaje (%) de materia orgánica y de los macros y micros elementos (N, P, K, Ca, Mg, S, B, Zn, Cu, Fe, Mn) se realizó al segundo y cuarto mes del proceso, para ello se tomó 500 g de muestra de cada tratamiento colocándose en fundas (Ziploc). Las técnicas empleadas se describen a continuación:

**Conductividad eléctrica (CE):** a partir de las muestras que se tomaron de los tratamientos en estudio se procedió a pesar 10 g del sustrato y se mezcló en 50 mL de agua destilada (relación 1:5 p/v) posteriormente se dejó en reposo durante 5 minutos, a continuación, se determinó el CE empleando el conductímetro (OAKLOON).

**% Materia orgánica:** Relación carbono/nitrógeno, macros y micronutrientes: Las muestras fueron enviadas al laboratorio de INIAP-Pichilingue para su respectivo análisis.

#### ✓ **Aspecto microbiológico**

Los indicadores de patógenos Coliformes fecales, *Staphylococcus* y Mesófilos aerobios se determinaron al segundo y cuarto mes. Para ello se trasladó las muestras al laboratorio de microbiología de la ESPAM MFL.

1. Se pesó 10 g de sustrato por cada tratamiento, se le añadió 90 mL de agua destilada, y se agitó las muestras.

2. Después se sembró 1 mL en agar nutriente en caja Petri para el crecimiento de bacterias Mesófilos aerobios, con la dilución  $10^{-4}$ .
3. Luego se sembró 1 mL en un medio manitol para el crecimiento de *Staphylococcus*, con la dilución  $10^{-3}$ .
4. Se sembró 1 mL en el medio mackonkey para el crecimiento de Coliformes fecales y totales, en la dilución  $10^{-2}$ .
5. Finalmente, las muestras se ubicaron en la estufa durante 24 horas a  $35^{\circ}\text{C}$ .
6. Culminado el tiempo se registró el número de unidades formadoras de colonias (UFC/mL).

#### ✓ **Aspecto de fitotoxicidad**

Se determinó a los 60, 90 y 120 días.

1. Se tomó una muestra representativa de compost.
2. Extraer compuestos fitotóxicos de la muestra del compostaje.
  - ✓ Se centrifugo 50 g de muestra en la microcentrífuga 6000 rpm durante 5 minutos/ $4^{\circ}\text{C}$ .
  - ✓ Se separó el sobrenadante de la parte solida
  - ✓ Se pasó el sobrenadante por un filtro de 0,2  $\mu\text{m}$ /25 mm
3. Se colocó en una caja Petri hojas de papel filtro, posteriormente se añadió 5 mL de sobrenadante sobre el papel filtro.
4. Se colocó 6 semillas de rábano sobre el papel filtro.
5. Se dejó en oscuridad durante 8 días.
6. Se midió el diámetro de la raíz de cada semilla.

#### ➤ **FASE 2.- ESTABLECIMIENTO DEL HUERTO ORGÁNICO**

Finalmente, el compost con y sin microorganismos eficientes fue aplicado en las platabandas para la siembra de las especies hortícolas.

### **3.7. MANEJO DEL EXPERIMENTO**

#### ➤ **SELECCIÓN DEL TERRENO**



Se seleccionó la zona en la cual se llevó a cabo la siembra de las hortalizas, que fue en los patios del domicilio de la familia “Falquez” ubicada en la Av. San Lorenzo en el cantón Bolívar.

#### ➤ **PREPARACIÓN EL TERRENO**

Se preparó de forma convencional el área con herramientas como: rastrillo, pala, machete para limpiar la zona de siembra, luego se procedió a efectuar la respectiva medición y delimitación de las platabandas, dejando un espacio de separación entre platabandas de 1,5 m.

#### ➤ **ELABORACIÓN DE PLANTABANDAS**

Se construyeron sobre el nivel del suelo, empleando tablas de madera de 20 cm de alto. Fueron dos platabandas de 12 m de largo y 1,20 m de ancho, cada una se dividió en 4 compartimentos de 3 m de longitud que será considerada la UE.

#### ➤ **INCORPORACIÓN DEL COMPOST EN LAS PLATABANDAS**

Cada platabanda contiene 12 sacos de tierra negra, 10 sacos de bovinaza y 20 sacos de compost, en la cual se incorporó por capas.

#### ➤ **SIEMBRA DIRECTA**

Este tipo de siembra se usó semillas de rábano y cilantro a una distancia de 10 cm por planta, se realizó directo en las platabandas.

#### ➤ **SIEMBRA INDIRECTA**

Este tipo de siembra se realizó primero en macetas en la cual se hizo un hoyo de 1 a 2 centímetros de profundidad, utilizando semillas de pepino, pimiento, tomate, achajcha, acelga y lechuga, con el fin de obtener plantas sanas y con buen desarrollo.

#### ➤ **TRASPLANTE AL ÁREA DE PRODUCCIÓN**

Una vez germinadas las semillas, se realizó el trasplante al terreno donde están las platabandas de siembra.

#### ➤ **RIEGO**

Se procedió hacer el riego manualmente mediante una manguera todos los días, una vez que comenzó la época invernal se suspendió el riego por manguera ya que se mantenía húmedo el suelo gracias a la lluvia.

#### ➤ **FERTILIZACIÓN**

Se lo realizó de manera manual solo a la platabanda de “Tratamiento 1”, al inicio, a los 15, 30 y 45 días después del trasplante aplicando abono orgánico como es el humus de lombriz.

#### ➤ **MANEJO ECOLÓGICO DE PLAGAS**

Se usó trampas cromáticas para reducir las entradas de vectores y con ello la transmisión de enfermedades.

#### ➤ **PRÁCTICAS CULTURALES**

El aporque se realizó amontonando más tierra alrededor del tallo principal, al realizar esto arrancamos la maleza presente para favorecer su mejor desarrollo y en el tutorado del pepino, achajcha y tomate se lo realizó cuando la planta alcanza una altura de 20 a 30 cm, con el fin de optimizar los espacios y prevenir que los frutos toquen el suelo.

#### ➤ **CONTROL DE MALEZAS**

Se ejecutó de manera manual la maleza que se encontraba dentro de la platabanda y con la ayuda de una guadaña se quitó la maleza que se encontraba presente alrededor del cultivo.

#### ➤ **COSECHA**

Se ejecutó de forma manual para conservar la calidad de los frutos y hojas.

### **3.8. CAPACITACIÓN SOBRE EL HUERTO ORGÁNICO**

Durante las dos fases del trabajo se planificó talleres dirigidos a los productores de la comunidad de Balza en Medio, a estudiantes de la carrera Ingeniería Agrícola, la familia propietaria del predio donde se estableció el huerto y los vecinos del lugar.

#### **Día 1 de campo**

El miércoles 14 de diciembre del 2022 en conjunto con investigadores de la carrera Ingeniería Ambiental, se llevó a cabo el día de campo dirigido a 20 habitantes de la comunidad Balsa en Medio, en donde se dio a conocer nuestro trabajo de integración curricular titulado "Evaluación de compost inoculado con microorganismos eficientes autóctonos sobre la producción de especies hortícolas en huertos orgánicos". En el cual se trataron varios temas tales como: La importancia de los abonos orgánicos, materiales para abonos orgánicos, preparación de abono orgánico (como se realizó la mezcla de los materiales), inoculación de microorganismos, monitoreo de abono orgánico (aspectos ambientales, microbiológico y fitotóxicos), calidad de compost (macro y micro nutrientes).

#### **Día 2 de campo**

El 10 de febrero de 2023 se ejecutó el segundo día de campo que estuvo dirigido a estudiantes, profesores de la ESPAM, habitantes y vecinos del hogar en donde se estableció el huerto. Se expusieron temas relacionados a las actividades que se realizaron una vez que se establecieron las platabandas en el huerto, actividades tales como: Materiales para realizar un huerto, construcción de las platabandas, distribución de abono en las platabandas, por lo consiguiente se hizo una demostración de los materiales que se utilizaron para la elaboración del compost, y de igual manera se realizó una breve explicación sobre cómo se elaboró el sustrato, Introducción sobre cada una de las especies que se sembraron, distancia de siembra entre las especies, riego, manejo ecológico de plagas, prácticas culturales, entre otros. Al final se respondieron cada una de las interrogantes expuestas por los asistentes. Los 35

participantes de este evento respondieron un breve cuestionario donde recogimos información que contribuya a mejorar las prácticas de producción del huerto orgánico.

### 3.9. DATOS TOMADOS Y MÉTODOS DE EVALUACIÓN

En dependencia de la especie cultivada se evaluaron las siguientes variables:

- **FRUTO**

**Peso de fruto (g):** Para esta variable se utilizó una balanza para registrar el peso en gramos de los frutos por hilera.

**Diámetro de fruto (cm):** Para la obtención de esta variable se utilizó dos frutos de la cosecha del huerto por hilera para realizar el proceso de medición de diámetro se utilizó un vernier digital. Los datos tomados del calibrador se expresaron en cm.

**Número de fruto:** En esta variable en el periodo de fructificación se empleó el conteo de cada uno de los frutos del cultivo por hileras. Se realizó manualmente.

- **RAÍZ**

**Raíz (cm):** Para la obtención de esta variable se utilizó la raíz de 10 plantas por hilera, para realizar el proceso de medición se utilizó una regla. Los datos tomados se expresaron en cm.

**Diámetro de tallo (cm):** Para la obtención de esta variable se utilizó el tallo de 10 plantas por hilera, para realizar el proceso de medición de diámetro se utilizó un vernier digital. Los datos tomados del calibrador se expresaron en cm.

- **HOJAS**

**Altura de planta (cm):** Para esta variable se utilizó una regla para registrar la medida exacta de 10 plantas por hilera.

**Peso de hoja (g):** Para esta variable se utilizó una balanza en la cual se expresaron en g.

**Altura de hoja (cm):** Para esta variable se utilizó la hoja más grande de toda la planta y con una regla se registró la medida en cm.

### **3.10. ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Se empleó la comparación de grupos no apareados de variantes, el análisis estadístico de las muestras independientes se lo realizó mediante la prueba de t.

## CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 4.1. FASE 1.- PRODUCCIÓN DEL COMPOST

#### 4.1.1. PARÁMETROS AMBIENTALES

##### ❖ Temperatura

Las pilas de compostaje iniciaron con una temperatura ambiente, luego aumentó de manera similar durante los primeros ocho días en el T1 (con EM) con valores de 48 a 41°C y en el T2 (sin EM) varió de 49 a 41 °C antes del primer volteo (Figura 4.1). Estos valores concuerdan con lo indicado en la NCh 2880 (2004), que la temperatura se mantenga entre rangos de 40 a 50°C al menos tres días consecutivos antes de un volteo, para conseguir la reducción de los patógenos; A los 155 días el compost tuvo valores de temperatura ambiente de 30°C en ambas variantes de compostaje.

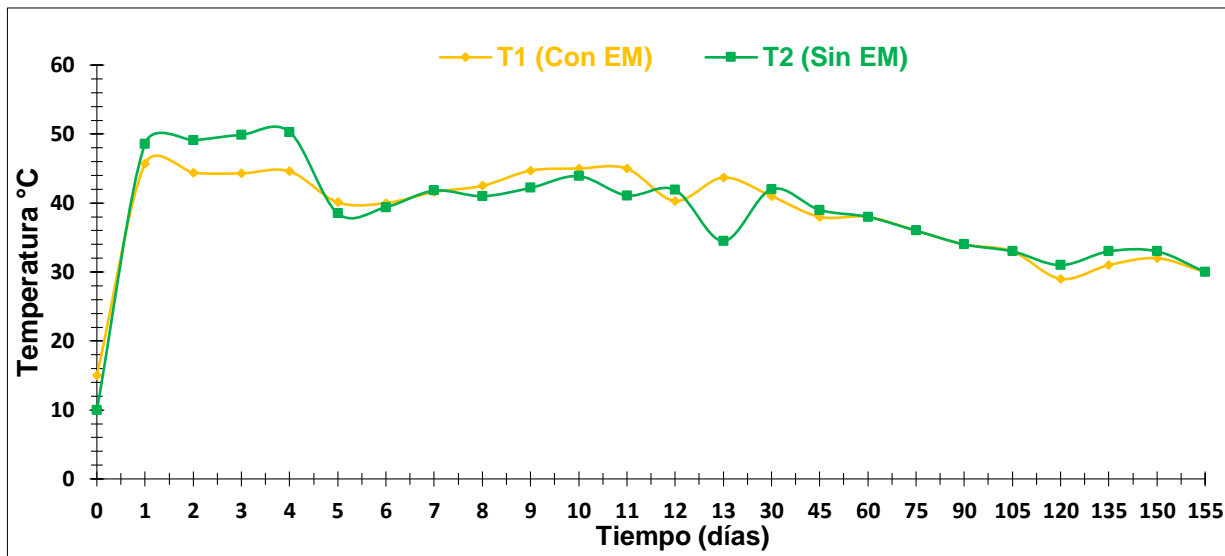


Figura 4. 1. Temperatura durante el proceso de compostaje

Estos resultados concuerdan con la FAO (2015) ya que manifiesta que el proceso de compostaje comienza con una temperatura ambiente y en pocos días (incluso horas), aumenta hasta 45°C; de la misma manera Petric et al. (2012); Van der Wurff et al. (2016) indican que la temperatura aumenta inicialmente debido a la rápida degradación

de la materia orgánica fácilmente disponible y compuestos nitrogenados descompuestos por los microorganismos; por otra parte Soliva Torrentó (2011); Barrena (2006) aseguran que es indispensable mantener temperaturas elevadas en los procesos de compostaje para obtener una máxima biodegradación e higienización del material y eliminación de los microorganismos patógenos.

Según Bazrafshan et al. (2006) las temperaturas superiores a los 60°C, reducen la actividad metabólica de los microorganismos; Por su parte Tiquia et al. (2006) manifiestan que las temperaturas están correlacionadas con el incremento y descenso de la actividad microbiana. Acosta et al. (2006) consideran que, con temperaturas muy elevadas, muchos microorganismos de interés para el proceso mueren y otros no actúan al estar esporulados.

En un estudio realizado por Quinchía y Carmona, (2004) en productos biosólidos encontraron resultados similares al final del proceso de compostaje con un descenso de temperaturas similares a la del ambiente; Mendoza et al. (2018) indican que el descenso de temperatura se debe a que el compostaje está en un proceso de maduración; mientras que Turan et al. (2009) mencionan que cuando la materia orgánica comienza a estabilizarse, la actividad microbiana y el proceso de descomposición decrecen, la temperatura disminuye hasta el nivel ambiental, como señal de que el proceso ha finalizado.

#### ❖ **Humedad**

El contenido de humedad en las dos pilas, al inició fue de 55 y 53% respectivamente (Figura 4.2); durante los 155 días del proceso se logró conservar un rango de humedad entre 45 a 52% en ambos tratamientos. Los resultados obtenidos se encuentran dentro de los rangos señalados por NCh 2880 (2004), donde se recomienda que la humedad debe estar en un rango de 45 a 55% para un compost maduro.

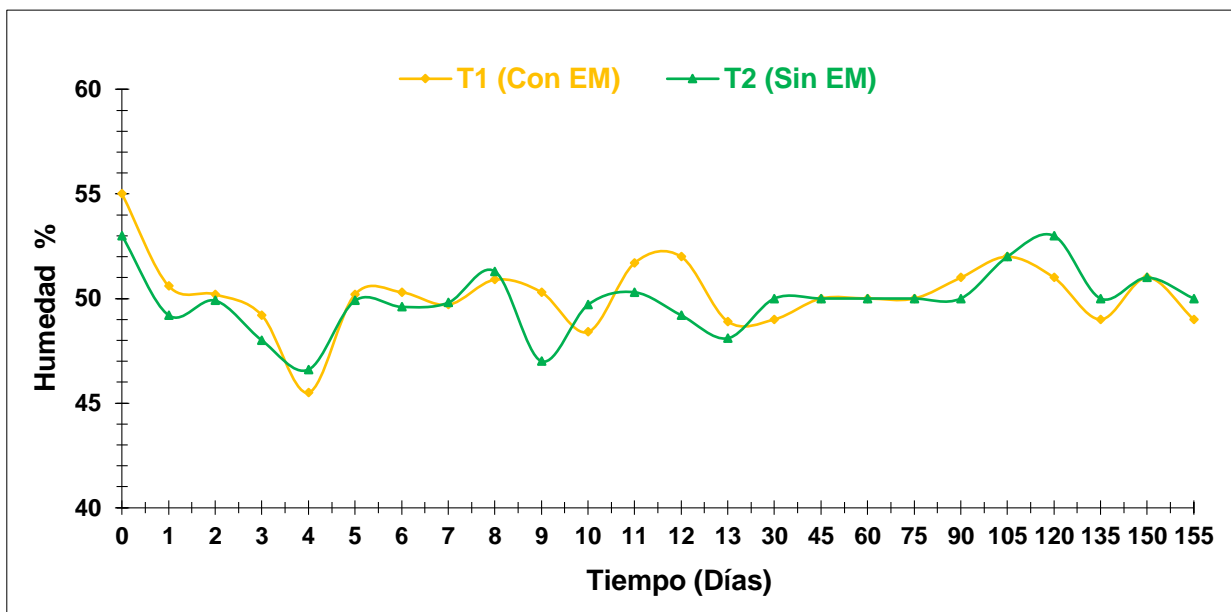


Figura 4. 2. Variación de humedad durante el proceso de compostaje

Estudios similares reportados por Elcik et al. (2016); Andrade y Avellán, (2020); Zambrano (2021), iniciaron con valores de 45 a 55% de humedad en las pilas de compostaje; de la misma manera la FAO (2015) indica que las pilas de compostaje se deben iniciar con una humedad de 50% para que los microorganismos realicen su proceso de descomposición. En este estudio ambos tratamientos se ajustan a lo establecido por la Norma Mexicana (NMX, 2018) que la humedad debe mantenerse con valores de 40 a 60 % durante el proceso de la transformación de los residuos en el compostaje.

Márquez et al. (2008) indican que la humedad óptima para el crecimiento microbiano está entre los valores de 50 a 70%; la actividad biológica decrece mucho cuando la humedad está por debajo del 30%; por encima del 70% el agua desplaza al aire en los espacios libres existentes entre las partículas, reduciendo la transferencia de oxígeno y produciéndose una anaerobiosis. Cuando las condiciones se hacen anaerobias se originan malos olores y disminuye la velocidad del proceso.

#### ❖ pH (potencial de Hidrógeno)

El valor de pH al inicio del proceso del compostaje fue ligeramente básico con 8.1, y 8.2 en las pilas con y sin EM; posteriormente, durante el proceso el pH fluctuó entre



7.9 a 8.7; a los 155 días decreció hasta evidenciar un pH neutro para el T1 (con EM) con 7.5 y el T2 (sin EM) con 7.9 (Figura 4.3.).

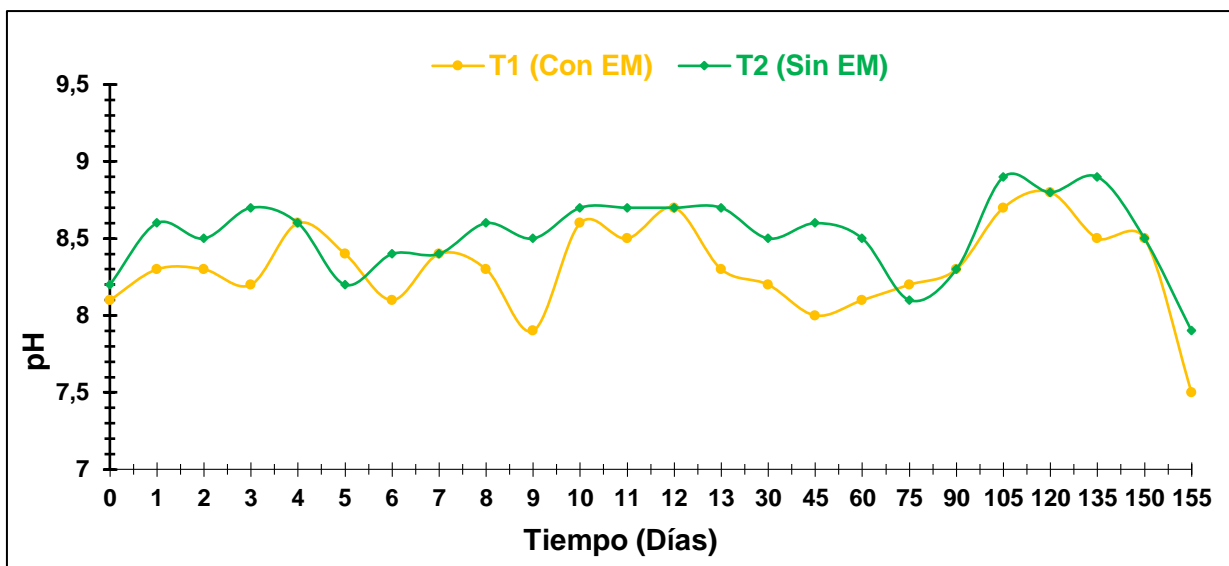


Figura 4. 3. Variación de pH durante el proceso de compostaje

Gordillo et al. (2011), indican que el proceso del pH en la primera etapa, sufre una disminución debido a la acción de los microorganismos sobre la materia orgánica más frágil produciendo una liberación de ácidos orgánicos, para posteriormente pasar a una segunda fase donde se produce una alcalinización por la pérdida de los ácidos orgánicos y la generación de amoníaco procedente de la descomposición de las proteínas presentes. Finalmente Rivas y Silva, (2020) recomiendan que en la última etapa los valores de pH fluctúen en la neutralidad para obtener un compost maduro.

Los resultados de la investigación son similares a los obtenidos por Florida et al. (2016), quienes registraron valores entre 7.7 a 8.3 al final del proceso del compostaje; Bárbaro et al. (2019) reportan valores de 8.7; Hernández et al. (2013), utilizando mezclas de estiércol de ganado vacuno lechero, estiércol de gallina, aserrín y esquilmos de maíz, encontraron valores de pH entre 7.8 a 8.1. Los datos obtenidos se encuentran dentro de los rangos establecidos por la NTC (2004) de 4 a 9; también la NCh 2880 (2004) establece un pH >7.5; mientras que la FAO (2015) fija un rango de 6.5 a 8.5 de pH.

Castro y Daza (2016) obtuvieron valores de 7,5 a 8.9 de pH, en una evaluación de enmiendas en el proceso de compostaje de residuos de curtimbres. Este mismo comportamiento se puede corroborar en el trabajo realizado por Íñiguez et al. (2006), donde se compostó bagazo de agave con biosólidos de la industria textil y agua de riego como fuente de humedad, obteniendo valores de pH entre 7.7 a 8.6.

#### 4.1.2. PARÁMETROS FÍSICOS- QUÍMICOS

##### ❖ CE (Conductividad eléctrica) ( $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ )

En la figura 4.4. se observa que los valores de la CE al inicio fueron de 0,150 y 0,140  $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$  en las pilas con y sin EM; posteriormente, durante el proceso del compostaje la CE tuvo un rango de 0.137 a 0,164  $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ ; finalmente, a los 155 días la CE se evidenció valores en el T1 (con EM) con 0,143  $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$  y el T2 (sin EM) con 0,144  $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ .

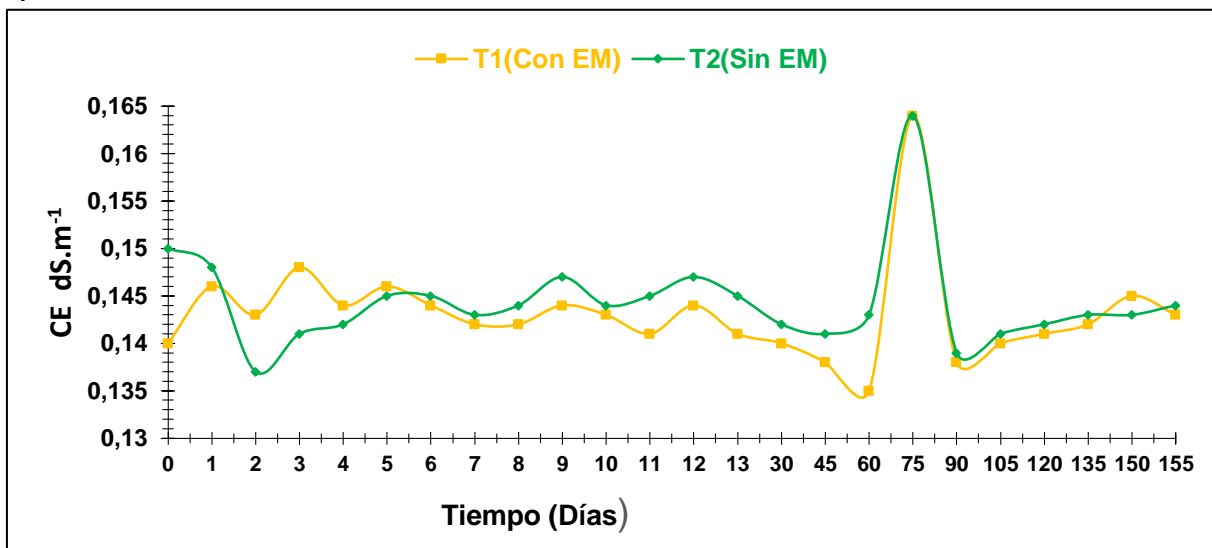


Figura 4. 4. Variación de CE durante el proceso de compostaje

Los resultados obtenidos en este estudio fueron similares a los reportados por Rashad et al. (2010) quienes obtuvieron valores de CE entre 0,14 a 1,04  $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ ; Además Krause (2016) menciona que el valor promedio de la conductividad eléctrica es de 0,83  $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ , no presenta limitaciones o riesgos de salinización, acidificación o fitotoxicidad para ser usado en los cultivos, ya que el valor crítico es de 5,5  $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ .

Rawat et al. (2013) determina que la CE en altas concentraciones de sales pueden inhibir la germinación de las semillas; por lo tanto, el valor de C.E dependerá de las necesidades de la planta a cultivar, se recomienda mantener valores por debajo de  $1.50 \text{ dS/m}^{-1}$ . Por otra parte, la NCh 2880 (2004) respecto a la CE, señala que el compost tipo A deben ser menor a  $3 \text{ ds.m}^{-1}$  y la NMX (2018) con valores de 0.5 a  $12 \text{ dS/m}^{-1}$  por lo tanto, las pilas de compost de esta investigación están clasificados como de tipo A, de acuerdo a los valores de este parámetro.

De acuerdo Moreno et al. (2007) los cambios en la conductividad eléctrica están relacionados generalmente durante el proceso de compostaje debido a la mineralización de la materia orgánica y por la propia adición de los biosólidos, otro factor relacionado es la presencia de sulfatos, cloruros de sodio los cuales aumentan considerablemente la conductividad eléctrica.

#### ❖ **Materia orgánica (%)**

Los valores de materia orgánica (MO), en el T1 (con EM) fueron de 31.9 y 40.8% a los 60 y 120 días durante el proceso de compostaje respectivamente; en el T2 (sin EM) los promedios de MO fueron de 33.9% y 45.03% en los dos momentos de evaluación (Tabla 4.1).

**Tabla 4. 1.** Valores de materia orgánica en el compost con y sin EM

Tiempo de compostaje (Días)	T1(Con EM)	T2 (Sin EM)
60	31.9	33.9
120	40.8	45.0

De acuerdo con la NCh 2880 (2004) para que un compost este maduro la MO debe ser igual o mayor a 25%; por lo tanto, el compost obtenido es de clase A. De la misma manera, la NMX (2018), indica que el valor final de MO en un compost maduro debe ser  $\geq$  a 20%. Similares resultados fueron reportados por Isaza et al. (2009) quienes obtuvieron valores de 40 y 39.27% de MO a los 90 y 120 días del proceso de

compostaje, comparando dos técnicas de aireación en la degradación de la materia orgánica. De la misma manera, Escobar et al. (2012) con valores finales encontraron valores finales de 34.87 a 38.65% en un compost realizado con gallinaza y pulpa de café.

#### ❖ **Macronutrientes (%)**

Los valores de N, P, K, Ca, Mg a los 120 días en la pila T1 (con EM.) fueron de 1.7, 0.65, 2.21, 1.75, 0.71, 0.58% respectivamente; en el T2 (sin EM) el N con 1.6%, P con 0.69%, K presentó 2.16%, Ca con un valor de 19.3%, Mg con 0.65% (Tabla 4.2).

**Tabla 4. 2.** Valores de macronutrientes en el compost con y sin EM

Elemento	Unidad	Tiempo de compostaje (días)			
		T1 (Con EM)		T2 (Sin EM)	
		60	120	60	120
Nitrógeno	N	2.4	1.7	1.9	1.6
Fosforo	P	0.36	0.65	0.60	0.69
Potasio	K	0.48	2.21	1.93	2.16
Calcio	Ca	1.04	1.75	1.47	1.93
Magnesio	Mg	0.32	0.71	0.56	0.65

El N se encuentra en los rangos establecidos por la NCh 2880, (2004), que indica para un compost maduro un valor  $\geq 0.80\%$ , igual para el P debe ser  $\geq 0,1\%$  sobre la base seca; los valores de potasio coinciden con la NTC (2004), en la que se indica que un compost maduro debe tener valores mayores a 1,5%. En lo que respecta al Calcio y el Magnesio, los valores encontrados en el presente trabajo son similares a los reportados por Hang et al. (2015) al compostar estiércol de feedlot con aserrín/viruta (Ca de 1.04 a 2,4% y el Mg de 0.45 a 0.60%). Sin embargo, Sullivan et al. (2018) obtuvieron resultados del Calcio alrededor de 1,5 a 3.5%; por otra parte, Cahahuanca (2016) menciona que la concentración de calcio tiende a incrementarse debido a la descomposición de células vegetales.

### ❖ Micronutrientes (ppm)

En lo que respecta al contenido de micronutrientes a los 120 días, en el T1 (con EM) se obtuvieron valores en B con 73 ppm; Zn con 93 ppm; Cu en 51 ppm; Fe se evidenció con 989 ppm y el Mn con un valor de 225 ppm; T2 (sin EM) el B presentó 79 ppm, Zn se encuentra en 92 ppm, Cu en 52 ppm, Fe con 967 ppm, Mn con 230 ppm (Tabla 4.3).

**Tabla 4. 3.** Valores de micronutrientes en el compost con y sin EM

Elemento	Unidad	Tiempo de compostaje (días)			
		T1 (con EM)		T2 (sin EM)	
		60	120	60	120
Boro	B	76	73	104	79
Zinc	Zn	58	93	89	92
Cobre	Cu	28	51	43	52
Hierro	Fe	908	989	955	967
Manganeso	Mn	141	225	183	230

Los valores de micronutrientes obtenidos en el presente estudio son similares a los resultados reportados por Bohórquez et al. (2014), en un compost producido a partir subproductos agroindustriales de caña de azúcar, obtuvieron valores de Cu de 35 a 80 ppm, Zn de 80 a 90 ppm, Mn de 350 a 450. El contenido de Cu y Zn se encuentran en los límites establecidos por la NCh 2880, (2004) donde se estipula que “el contenido máximo de cobre y Zinc en el compost es de 50 y 60 ppm, para utilizarlo en la agricultura”.

#### 4.1.3. PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS

Al final del proceso de compostaje se observa una reducción de los patógenos en el T1 (con EM) en Mesófilos aerobios, *Staphilococos*, y Coliformes fecales, con  $310 \times 10^2$ ,  $323 \times 10^2$ ,  $283 \times 10^3$  respectivamente; en comparación con el T2 (sin EM) que obtuvieron valores altos de Aerobios mesófilos de  $687 \times 10^4$ , Coliformes fecales  $291 \times 10^2$  y *Staphilococos* con  $209 \times 10^3$  UFC.g<sup>-1</sup>.

**Tabla 4. 4.** Concentración de patógenos (UFC.g-1) en el compost durante el proceso del compostaje

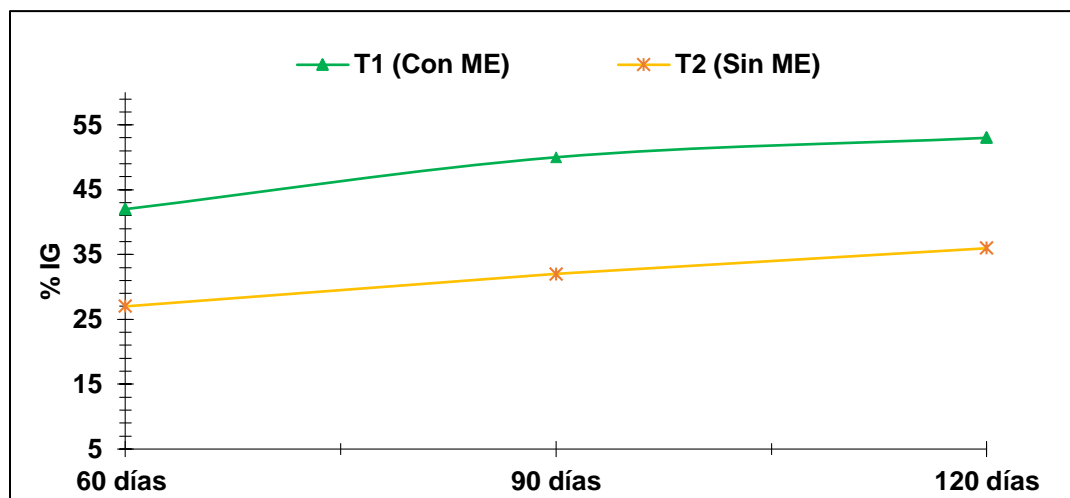
Tratamientos	Tiempo (días)	Aerobios mesófilos	Coliformes fecales	<i>Staphilococos</i>
T1 (Con EM)	60	96x10 <sup>3</sup>	996x10 <sup>2</sup>	1068x10 <sup>3</sup>
	120	310x10 <sup>2</sup>	323x10 <sup>2</sup>	283x10 <sup>3</sup>
T2 (Sin EM)	60	107x10 <sup>4</sup>	243x10 <sup>2</sup>	Negativo
	120	687x10 <sup>4</sup>	291x10 <sup>2</sup>	209x10 <sup>3</sup>

Similares resultados fueron reportados por Hassen et al. (2001) quienes obtuvieron “una reducción en el número de *Staphilococos*, Coliformes totales y fecales durante la fase final del proceso de compostaje; Además Bernal et al. (2009), afirman que la presencia de los patógenos en el compost viene en gran medida por el uso de estiércoles, seguido del uso de aguas contaminadas, y de las personas que manipulan el compost. Por otra parte, Atlas et al. (2002) señalan que el *Staphilococos* presente en el compost, no presenta ningún riesgo en los cultivos.

#### 4.1.4. PARÁMETRO DE FITOTOXICIDAD

##### ❖ Fitotoxicidad

El índice de germinación de la semilla de rábano (IG) en el T1 (con EM), alcanzó un valor de 42% a los 60 días, a los 90 días fue de 50% y a los 120 días se registró un índice de IG de 53%. En cambio, en el tratamiento T2 (Sin EM) los promedios fueron de 27, 32 y 36%, respectivamente.

**Figura 4. 5.** Índice de germinación del compost durante el proceso del compostaje

En cuanto al crecimiento de las raíces, los resultados reportan una inhibición del mismo orden; Un índice de germinación  $< 50\%$  indica una alta fitotoxicidad del material conforme a lo expresado por Zucconi et al. (1981). A los 120 días de proceso el análisis realizado para el tratamiento con inoculación mostró una fitotoxicidad moderada, en relación con esto, Emino y Warman (2004) establecieron que si el índice de germinación está entre el 50 y 80% la fitotoxicidad es moderada. Varnero et al. (2007) argumenta que los efectos fitotóxicos de un material orgánico inmaduro se deben a diversos factores, entre los cuales destacan los contenidos de amonio, de ácidos volátiles orgánicos, de metales pesados y de sales; por tanto, la fitotoxicidad es debida principalmente a la presencia de ácidos orgánicos y el elevado contenido iónico de elementos como sodio, calcio y azufre.

## 4.2. FASE 2. HUERTO ORGÁNICO

### 4.2.1. Variables morfológicas y productivas de cultivos hortícolas

#### ❖ Cultivos de hoja (cilantro, acelga, lechuga)

Como se aprecia en el Tabla 4.5, se encontró diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre las variantes; el compost con EM tuvo mejor rango estadístico en el cultivo de cilantro. En los cultivos de acelga y lechuga no hay diferencias estadísticas ( $p > 0.05$ ) entre las variantes de compost; sin embargo, los promedios más altos de las variables evaluadas se dieron en la platabanda que contiene compost con EM.

**Tabla 4. 5.** Variables evaluadas en los cultivos de hoja sembrados en compost con y sin EM

Variantes/Variables	Cilantro		Acelga		Lechuga		
	Altura de planta (cm)	Diámetro de tallo (mm)	Longitud de raíz (cm)	Largo de hoja (cm)	Peso de hoja (g)	Altura de hoja (cm)	Peso de fruto (g)
Compost con EM	30,9 a	7,63 a	9,73 a	39,72	195,4	22,5	120,6
Compost sin EM	24,15 b	4,84 b	6,96 b	38,96	178,4	22,42	95,8
pHomVar	0,56	0,0253	0,8994	0,3296	0,6906	0,3586	0,0958
T estadístico	5,24	4,33	3,61	0,17	0,23	0,10	1,04
p-valor	0,0001	0,0008	0,002	0,8694	0,821	0,9213	0,329

Los resultados se asemejan a los mostrados por Solano (2013) que evaluó la incidencia de microorganismos eficientes más abonos orgánicos en el comportamiento agronómico del cultivo de cilantro y obtuvo un valor promedio de altura de planta con 31.30 cm; de la misma manera Carrera (2015), en una investigación realizada con abonos orgánicos obtuvo una altura de planta promedio de 32.68 cm; por otra parte, los resultados expuestos por Hernández (2004) coinciden con la presente investigación, quien encontró diferencias estadísticas significativas al evaluar el efecto de dos abonos orgánicos en la producción de cilantro.

Salgado et al. (2020) indican que el uso de abonos orgánicos en la producción de cilantro, contribuye a mejorar las características de la planta con fines antioxidantes, toda vez que el material orgánico en el suelo ejerce una acción física que favorece la agregación del mismo; Además Feijo y Reinaldo (2016) mencionan que los microorganismos eficientes proporcionan una rápida descomposición en los residuos orgánicos para la producción de compost, haciendo que los macro y micro nutrientes solubles estén disponibles para el desarrollo de las plantas.

Los resultados encontrados en el presente trabajo coinciden a los obtenidos por Cañar (2021), quien aplicó dosis de fertilizante orgánico (compost-Biol) en el cultivo de acelga, donde obtuvo el mayor promedio de largo de hoja con 35 cm; otro estudio realizado por Candia y Quiroga (2018), determinaron una producción de acelga con diferentes dosis de abonos orgánicos, teniendo variaciones entre los tratamientos evaluados y una altura máxima de 27,7 cm.

En una investigación realizada por Aguilar et al. (2016) obtuvieron resultados de peso promedio de acelga en gramo (g) en tratamiento de ME+ 100% de MO con un valor de 31 g. Salgado y Igarza (2009) plantean que la acelga responde ampliamente a las aplicaciones de estiércol, porque estimula el desarrollo de las hojas.

En un estudio reportado por Legua et al. (2021) obtuvieron resultados similares, en la variable morfológica altura de hoja con un promedio de 21.03 cm y el peso del fruto



con 122.5 g, empleando un compost elaborado con subproductos de la caña de azúcar; Además Castillo y Quispe (2019) en un experimento realizado con dos tipos de compost para la producción de lechuga, evidenciaron un peso de 160 g en el T1 (34 Kg compost, a base de estiércol).

#### ❖ Cultivos de raíz (rábano)

Tal como se muestra en la Tabla 4,6, las dos variables respuestas evaluadas en este cultivo fueron influenciadas ( $p < 0.05$ ), por el tipo de compost. La mejor categoría estadística se consiguió en la platabanda donde se incorporó compost con EM.

**Tabla 4. 6.** Variables evaluadas en el cultivo de rábano sembrado en compost con y sin EM

Variantes / Variables	Rábano	
	Diámetro de fruto (cm)	Peso de fruto (mm)
Compost con EM	4,6 a	30,6 a
Compost sin EM	2,6 b	8,9 b
pHomVar	0,3806	4,28
T estadístico	9,04	0,0063
p-valor	<b>&lt;0,0001</b>	<b>0,0128</b>

Estos resultados están en concordancia con los encontrados por Carrera (2015), que obtuvo un valor promedio de 31.14 g de peso de fruto de rábano; de la misma manera, efectos positivos en el peso de frutos con la aplicación de compost con ME (microorganismos eficientes) fueron reportados en plantas de tomate por Vicedo et al. (2015), en zanahoria Núñez et al. (2017) y de frijol (Calero et al., 2018). De acuerdo con López y García (2020) que evaluaron fertilizantes orgánicos sobre crecimiento y rendimiento del cultivo de rábano, y obtuvieron valores de diámetro de fruto de 2.74 cm a los 30 días después de la siembra; también es similar con el estudio de Rodríguez y García (2022) quienes demostraron que en un tratamiento de compost el diámetro de fruto de rábano fue 3.5 cm.

### ❖ Cultivos de frutos (pepino, pimiento, achojcha)

En la Tabla 4.7, se observa que las variables evaluadas en los cultivos de pepino, pimiento y achojcha fueron influenciadas ( $p < 0.05$ ) por el compost con EM. Prácticamente, en todas las respuestas productivas hay diferencias estadísticas, a excepción del peso del fruto en el cultivo de pepino.

**Tabla 4.7.** Variables evaluadas en los cultivos de frutos sembrados en compost con y sin EM

Variantes/Variables	Pepino		Pimiento		Achojcha	
	Diámetro de fruto (mm)	Peso de fruto (g)	Diámetro de fruto (mm)	Peso de fruto (g)	Diámetro de fruto (mm)	Peso de fruto (g)
Compost con EM	6,74 a	615,8	6,34 a	101,4 a	4,52 a	55,2 a
Compost sin EM	5,92 b	679,6	5,46 b	66,2 b	3,58 b	36,2 b
pHomVar	0,9476	0,62	0,4896	3,05	>0,9999	0,7435
T estadístico	3,27	0,4889	3,25	0,028	3,44	4
p-valor	0,0114	0,5508	0,0117	0,0381	0,0089	0,0040

Estos resultados coinciden con los encontrados por Zambrano (2021) quien logró obtener un diámetro de fruto en el pepino de 5.32 a 6.58 mm aplicando microorganismos del género *Bacillus* en el sustrato de siembra; Así mismo, Alvarado (2015) menciona que el uso de microorganismo eficientes (*Bacillus*), no solamente es usado como controlador biológico, sino que aumenta el crecimiento de las plantas y rendimiento por la incorporación de nutrientes.

Chila (2021) evaluó el comportamiento agronómico del pepino con la aplicación de tres compostajes orgánicos, obtuvo un promedio de peso de fruto de 248.36 a 291.31g; así mismo, Torres (2018) obtuvo peso de frutos de 390 g en tratamiento de compost (gallinaza + microorganismos eficientes); Sin embargo, los valores de esta investigación fueron superiores con un promedio de 679,6 g.

De acuerdo a Telenchana (2018), los beneficios del compost sobre el crecimiento y desarrollo de la planta, tanto de la parte aérea, como del sistema radicular en volumen y longitud de raíces en el pimiento, presentó diferencia estadística significativa; Sailema

(2021) reporta datos de diámetro de fruto en pimiento con 4,86 cm en el tratamiento de compost a base de cascarilla de cacao.

De la Cruz (2018), menciona que se ha reportado que, al aplicar microorganismos eficientes con dosificación del 20% sobre el compost, ha sido más eficaz en la aceleración del proceso de descomposición de nutrientes optimizando los suelos ya que posee un alto contenido de potasio mejorando la deficiencia de potasio en las plantas logrando resultados favorables en la productividad de los cultivos hortícolas.

Peña (2020) realizó la aplicación de diferentes fuentes orgánicas para la producción de achajcha, y obtuvo un rango de peso de fruto de 16.28 a 37.70 g. Flores (2020) reportó frutos con peso de 39 g, en un ensayo en el cual aplicó 50 mL de EM nativos. Además, Campo et al. (2014), afirman que el uso de microorganismos eficientes es un insumo potencial para el incremento del rendimiento en los cultivos hortícolas por sus beneficios que aportan al suelo; Así mismo Mesa et al. (2013), indican que la inoculación de microorganismos eficientes al suelo, tienden a mejorar las propiedades físicas y químicas mediante la descomposición de la materia orgánica.

Los resultados encontrados en el presente trabajo se asemejan a los reportados por Flores (2020) quien trabajó con EM nativos en dosis de 50 mL por litro de agua, obtuvo diámetro de frutos de 4.3 cm, igual resultado logró Medina (2018) con 4.9 cm de diámetro por fruto. En este sentido, Torres (2018) sostiene que, los fertilizantes orgánicos como la gallinaza, bovinaza ejercen un efecto multilateral sobre las propiedades agronómicas de los suelos y, cuando se utilizan correctamente, elevan de manera adecuada la cosecha de los cultivos agrícolas.

### 4.2.3 Capacitación en manejo de huertos orgánicos

El propósito de transferir conocimientos a la comunidad sobre el manejo de huertos, familiares, es de vital importancia, porque cada ser humano tiene derecho de consumir alimentos sanos y libres de contaminación, de la misma manera poder generar seguridad y soberanía alimentaria a la población.

- **Encuesta 1:** Producción de abonos orgánicos a la comunidad Balsa en Medio-Bolívar

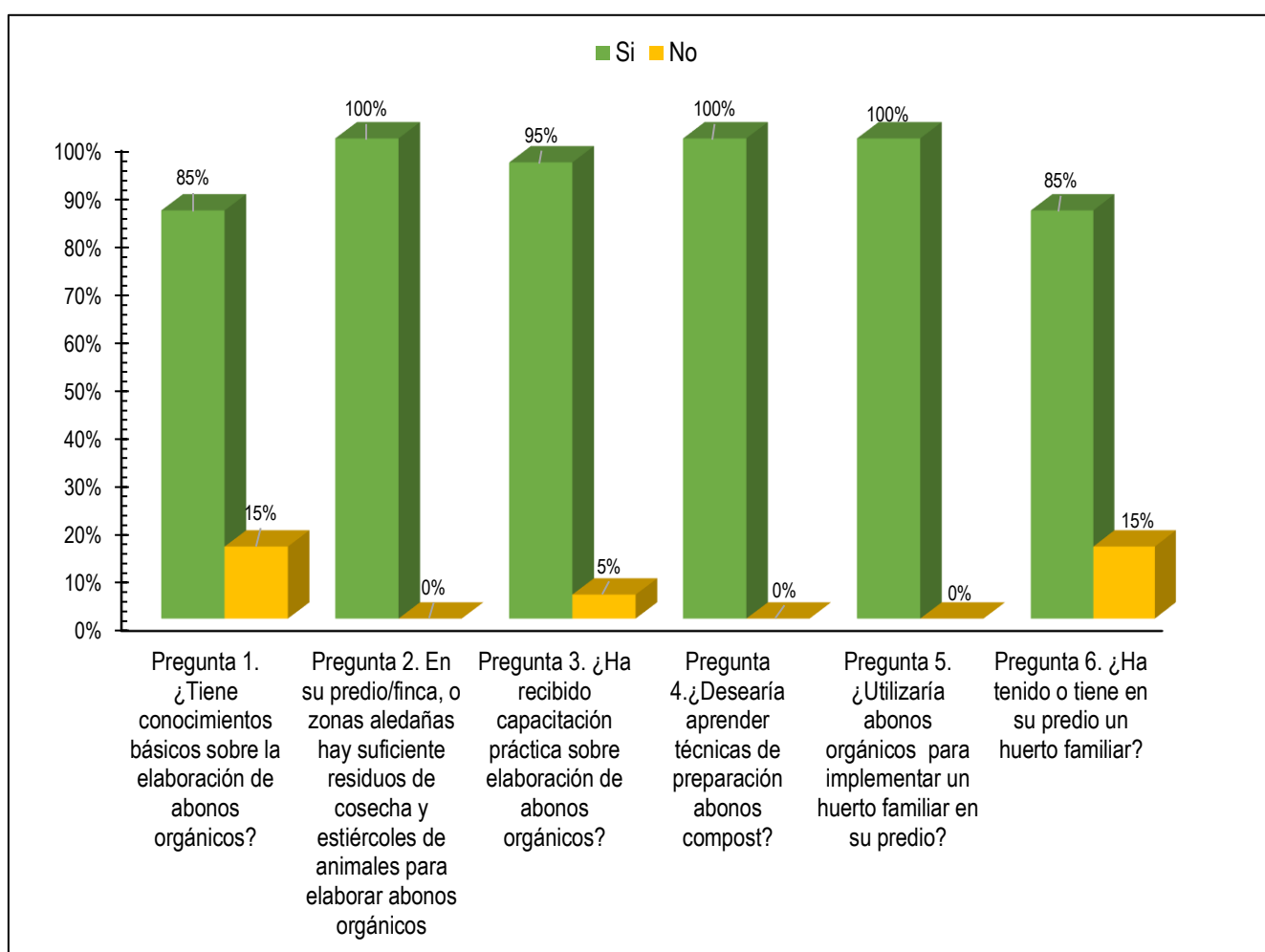


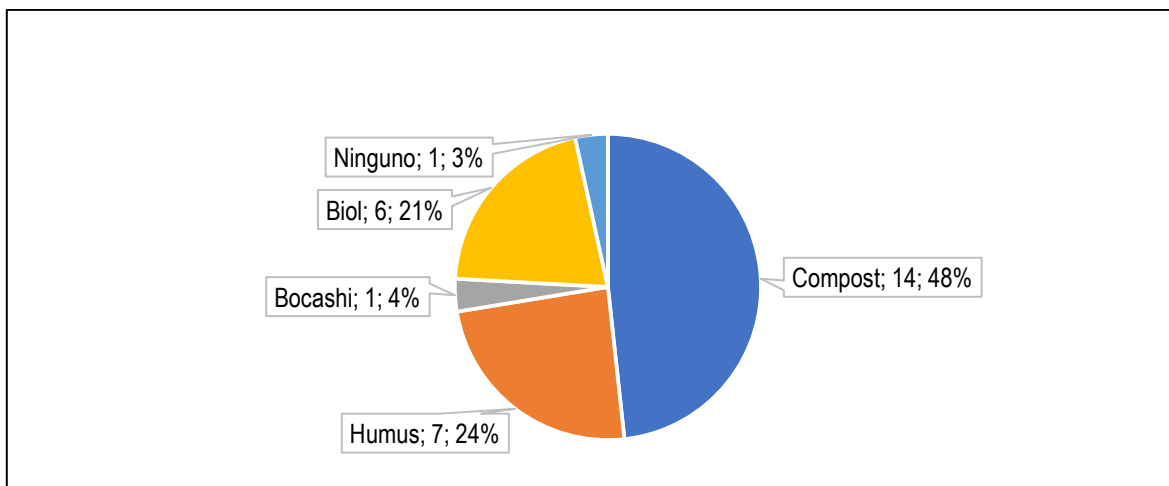
Figura 4. 6. Encuesta de la producción de abonos orgánicos

De acuerdo con la Figura 4.6, la pregunta 1, el 85% de las personas tienen conocimientos básicos sobre la elaboración de abonos orgánicos, mientras que el 15%

no los tiene. Seguidamente en la pregunta 2, el 100% aseguraron que en sus predios/fincas o zonas aledañas existen suficientes residuos de cosecha y estiércoles de animales para elaborar abonos orgánicos. Posteriormente en la pregunta 3, el 95% ha recibido capacitación práctica sobre elaboración de abonos orgánicos, mientras que el 5% asegura que no se ha capacitado sobre el tema.

A continuación, en la pregunta 4, el 100% de los encuestados si está dispuesto a aprender técnicas de preparación de abonos orgánicos, esto ayudará a que puedan elaborar ellos mismos, el abono para los cultivos. Por otra parte, en la pregunta 5, el 100% utilizarían abonos orgánicos para cultivar especies en huertos familiares; de esta manera al usar los residuos orgánicos como abono para los cultivos se evita el uso de agroquímicos. Finalmente, en la pregunta 6, el 85% si ha tenido o tiene en su predio un huerto familiar, mientras que el 15% no lo tiene, esto confirma que la mayoría de los encuestados utiliza alimentos cosechados por ellos mismos y de forma orgánica.

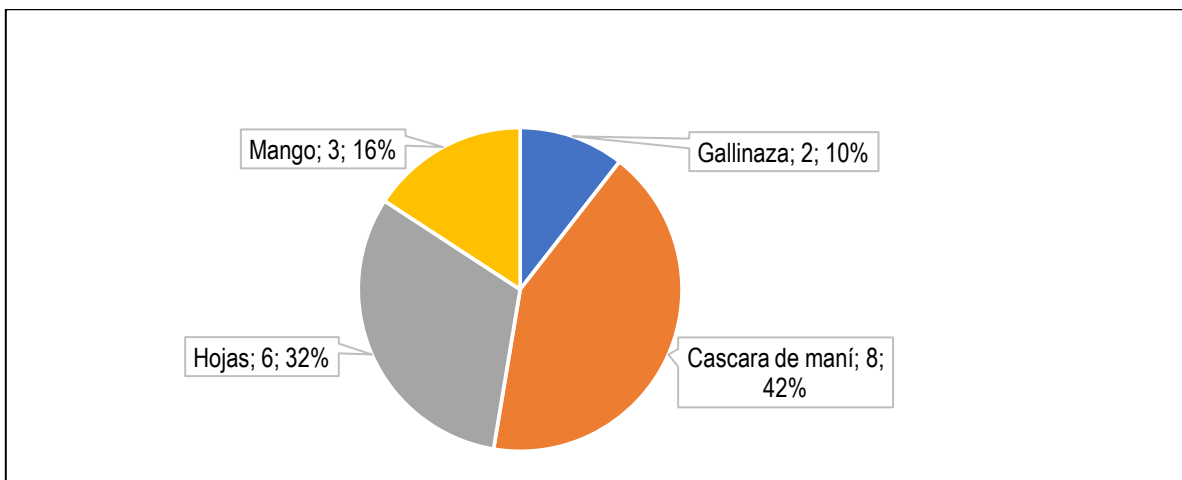
**Pregunta 7.** ¿Ha participado en la elaboración de los siguientes abonos orgánicos?



**Figura 4. 7.** Participación de la elaboración de abonos orgánicos

La figura 4.7, muestra que el 48% han participado en la elaboración de compost, el 24% ha elaborado humus, el 21% biol, mientras que el 4% ha preparado abono bocashi y el 3% indica que ningún tipo de abono orgánico.

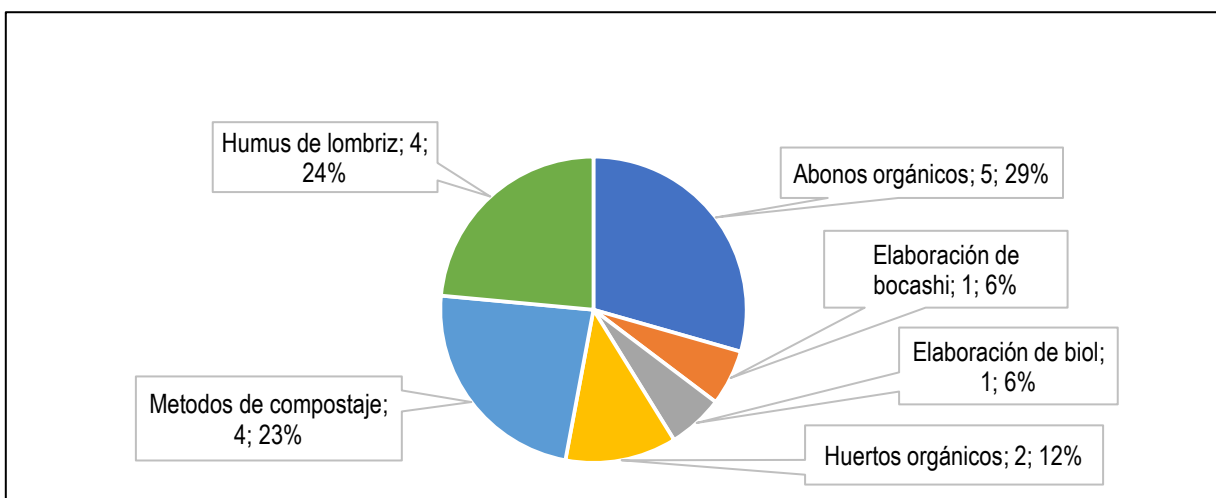
**Pregunta 8.** Señale los materiales orgánicos que ha utilizado para elaborar abonos



**Figura 4. 8.** Materiales que utilizan para elaborar abonos

El 42% señaló que utiliza cáscara de maní como material para la elaboración de abonos orgánicos, seguido el 32% utiliza hojas, pero el 16% ha utilizado residuos de mango y el 10% realiza los abonos orgánicos con gallinaza (Figura 4.8):

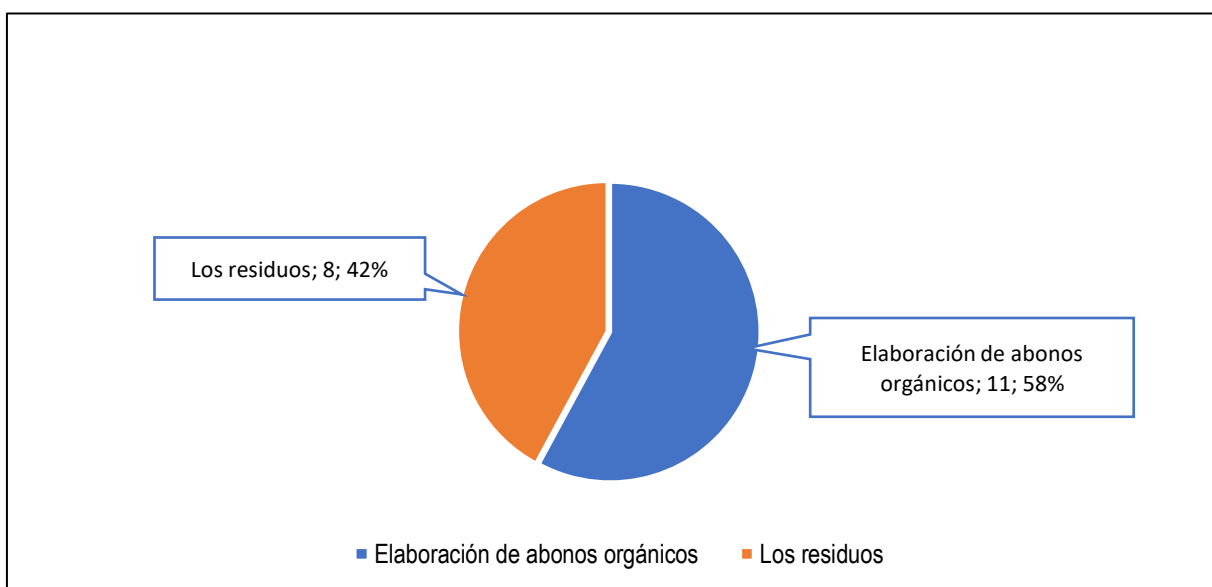
**Pregunta 9.** ¿En qué tema le gustaría recibir su próxima capacitación en un día de campo?



**Figura 4. 9.** Temas que le gustaría recibir en su próxima capacitación

De acuerdo a los datos obtenidos, se evidencia las ganas de seguir aprendiendo de las personas que fueron sometidas a la encuesta, ya que el 29% quisiera capacitarse en abonos orgánicos, el 24% en humus de lombriz, el 23% está gustoso de aprender sobre métodos de compostaje, el 12% quisiera aprender sobre huertos orgánicos y las temáticas como elaboración de bocashi, de biol, despiertan el interés del 6% de las personas encuestadas.

**Pregunta 10.** De los temas tratados en el día de campo ¿Qué le llamó la atención?

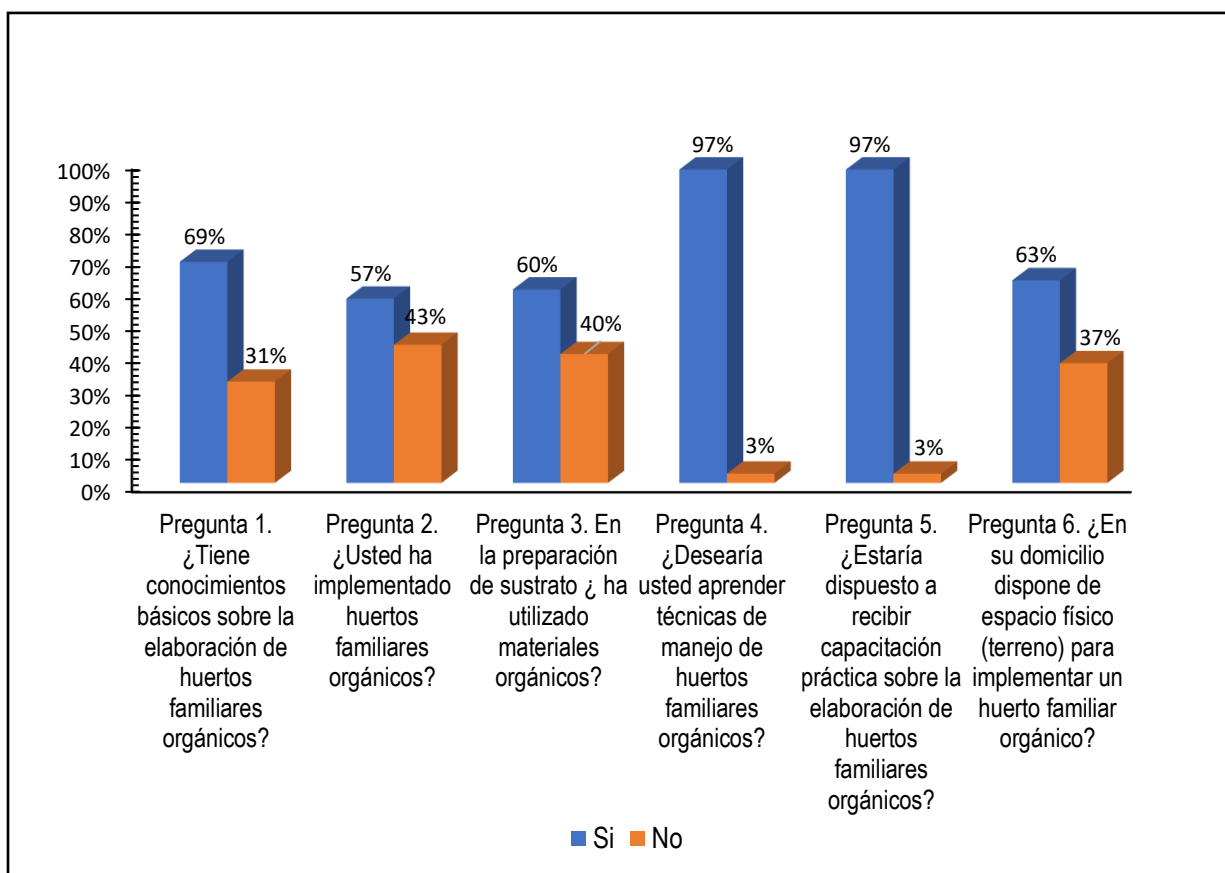


**Figura 4. 10.** Temas tratados en día de campo

Finalmente, las personas mostraron su satisfacción por haber recibido conocimientos en los temas de elaboración de abonos orgánicos y los residuos, con una aceptación del 58% y 42% respectivamente.

- **Encuesta 2:** Elaboración de huertos familiares orgánicos en San Lorenzo-Calcuta

A continuación, se muestran los resultados de la encuesta aplicada al personal que participó en el día de campo en el Barrio San Lorenzo - Calcuta.



**Figura 4. 11.** Elaboración de huertos familiares orgánicos

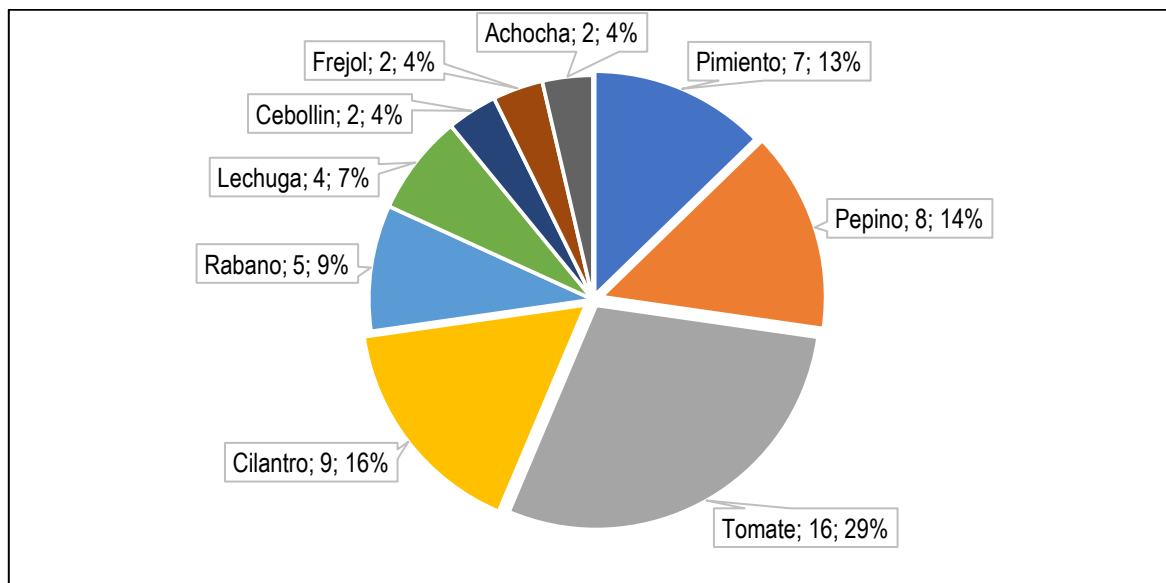
Se pudo determinar que en la pregunta 1, el 31% desconoce de la elaboración de huertos orgánicos familiares y el 69% manifiesta que sí; de esta forma un porcentaje de personas necesitan capacitarse sobre el tema, reconocer aspectos básicos de cómo implementar un huerto orgánico, el cuidado que se debe tener en cuanto al riego y el mantenimiento de los huertos orgánicos. Pregunta 2, el 57% ha implementado huertos familiares orgánicos, y el 43% no lo ha realizado. Por otra parte, en la pregunta 3. El 60% ha utilizado materiales orgánicos para la preparación de abonos y el 40% no



los ha utilizado, esto indica que no todas las personas tienen disponibilidad de los residuos orgánicos para realizar un abono orgánico (Figura 4.11).

En la pregunta 4, el 97% están dispuestas a aprender técnicas de manejo de huertos familiares y el 3% respondió que no necesitan las guías para manejar un huerto familiar. Seguidamente en la pregunta 5, el 97% están dispuestos a recibir capacitación práctica sobre la elaboración de huertos familiares orgánicos y apenas el 3% respondió de forma negativa; de esta manera las personas conocerán los fundamentos prácticos para la construcción de los huertos orgánicos y poder tener alimentos nutritivos e inocuos que satisfagan las necesidades alimentarias de la familia. Finalmente, en la pregunta 6, el 63% mencionaron que sí disponen de espacios físicos para poder construir un huerto familiar orgánico y el 37% no posee un terreno con suficiente espacio para implementar una huerta.

**Pregunta 7.** ¿Qué especies ha cultivado en el huerto familiar orgánico?

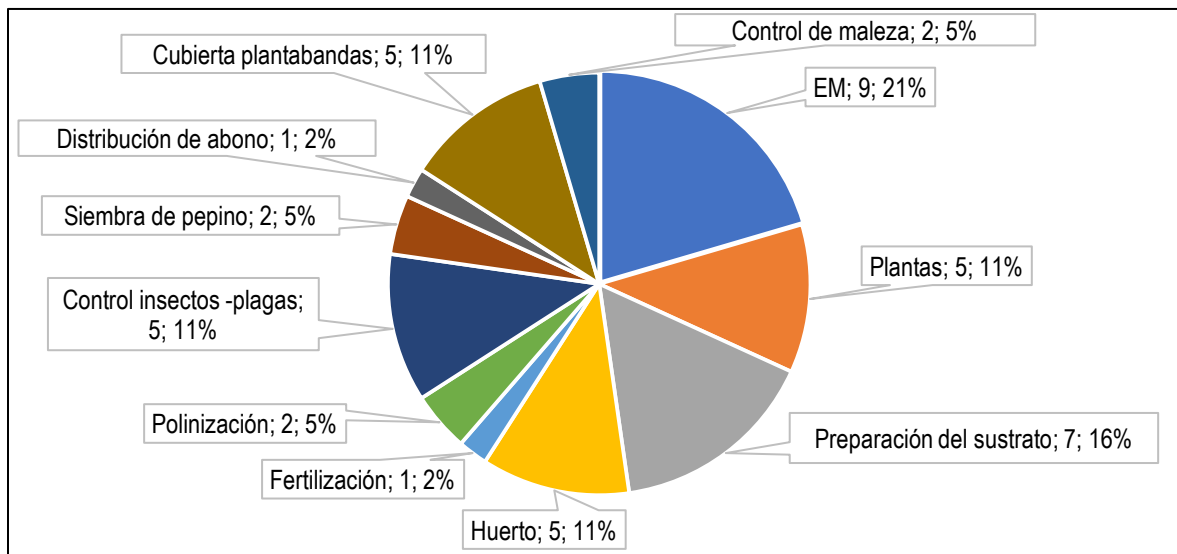


**Figura 4. 12.** Especies cultivadas en un huerto familiar orgánico

Los resultados expuestos en el gráfico 4.12, evidencian que las especies que mayor se ha cultivado es el tomate con el 29%, seguido del cilantro 16%, el pepino 14%, el

pimiento 13%, y las demás especies en menor porcentaje de siembra como el rábano 9%, lechuga 7%, cebollín, frejol, achocha con el 4% cada una.

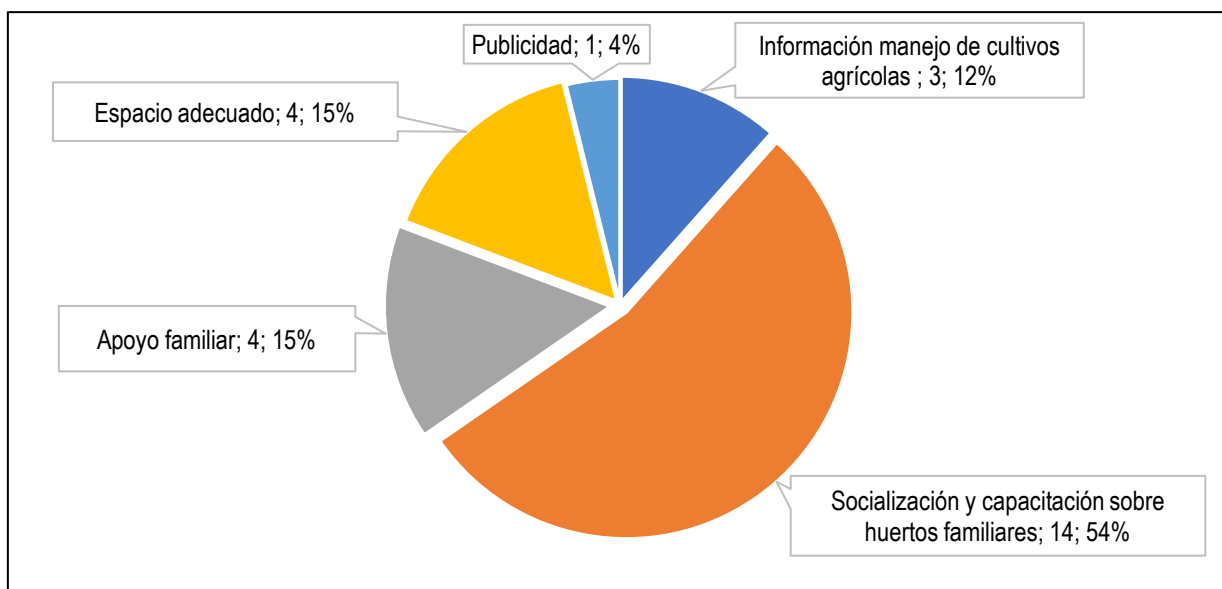
**Pregunta 8.** ¿De los temas tratados en el día de campo que le llamó la atención?



**Figura 4. 13.** Temas importantes del día de campo

El tema que más les llamó la atención fue los microorganismos eficientes (EM) con el 21% seguido de la preparación del sustrato con 16%, luego plantas, huerto, cubierta platabandas y control de insecto-plagas, todos estos temas con el 11% de interés cada uno; seguido mostraron un 5% de interés en los temas de siembra de pepino, polinización y control de maleza, finalmente tanto para la distribución de abono y fertilización el 2% mostraron interés por cada tema.

**Pregunta 9.** ¿Qué recomienda para incrementar el número de huerto familiares orgánicos en su comunidad?



**Figura 4. 14.** Recomendaciones para incrementar huertos familiares orgánicos

Como se muestra la tabla 4.14, el 54% de las personas recomendaron la socialización y capacitación sobre huertos familiares, para incrementar el número de huertos familiares orgánicos en su comunidad, espacio adecuado y apoyo familiar fue recomendado con el 15% cada una de estas opciones; el 12% recomendó tener información de manejo de cultivos agrícolas, finalmente el 4% recomienda realizar publicidad para incrementar el número de huertos orgánicos en su comunidad.

## **CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1. CONCLUSIONES**

- Los valores de los parámetros químicos del compost (materia orgánica, macro y micronutrientes) dependen fundamentalmente de los residuos orgánicos de partida.
- Los inóculos incorporados en el proceso de compostaje inciden favorablemente en los parámetros microbiológicos y fitotóxicos del compost.
- El compost con EM influyó en el desarrollo vegetativo y productivo de las especies hortícolas cultivadas en las platabandas del huerto orgánico.
- La capacitación realizada sobre el establecimiento y manejo del huerto orgánico servirá como base para la adopción de esta tecnología.

### **5.2. RECOMENDACIONES**

- Implementar huertos urbanos y periurbanos como emprendimiento involucrando a más actores sociales de la provincia de Manabí, garantizando la soberanía alimentaria.
- Desarrollar futuros proyectos de huertos urbanos y periurbanos para la implementación de una ruta agro turística en la provincia de Manabí.

## BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, E. (2015). Respuesta del cultivo de acelga (*Beta vulgaris* var. cicla L.) a la fertilización orgánica foliar. [Tesis de grado, Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/8647/1/Acosta%20Proa%C3%B1o%20Felix%20Enrique.pdf>
- Acosta, Y., Cayama, J., Gómez, E., Reyes, N., Rojas, D., y García, H. (2006). Respiración microbiana y prueba de fitotoxicidad en el proceso de compostaje de una mezcla de residuos orgánicos. *Multiciencias*, 6(3), 220-227.
- Acuña, O. (2005). *Abono orgánico Compost*. [https://www.kerwa.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/11171/compost\\_organico.pdf?sequence=6&isAllowed=y](https://www.kerwa.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/11171/compost_organico.pdf?sequence=6&isAllowed=y)
- Acevedo, I., Contreras, J. y García, I. (2012). Establecimiento y producción de un huerto orgánico, *UDO Agrícola*. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4690150>
- Ahumada, C. (2005). *Evaluación de los efectos de la pluviometría en pilas de Compostaje de Residuos Sólidos*. [http://repobib.ubiobio.cl/jspui/bitstream/123456789/2085/1/Ahumada\\_Mercardo\\_Carlos\\_Eduardo.pdf](http://repobib.ubiobio.cl/jspui/bitstream/123456789/2085/1/Ahumada_Mercardo_Carlos_Eduardo.pdf)
- Alvarado, R. (2006). *Elaboración de dos clases de biofertilizantes con técnicas de fermentación aeróbica en Saraguro* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Loja]. Re-Universidad Nacional de Loja. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/5852/1/Ca%C3%B1art%20Alvarado%20Rub%C3%A9n%20%26%20Alvarado%20Minga%20Ronald.pdf>
- AGROCALIDAD (Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro). (2013). *Instructivo de la normativa general para promover y regular la producción +orgánica-ecológica-biológica en el Ecuador*. <https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2020/05/by3.pdf>
- Alvarado, Y. (2015). Efecto de *Bacillus* spp sobre el crecimiento y rendimiento agrícola. *Biología Vegetal*, 15(2), 115 - 122. <https://revista.ibp.co.cu/index.php/BV/article/download/18/16>
- Anyanwu, Ch., Ngohayon, S., Idefonso, R. y Ngohayon, J. (2015). Application of Indigenous Microorganisms (IMO) for Bio-Conversion of Agricultural Waste. *International Journal of Science and Research*. Vol. 4(5).
- Aguilar, R. L., Bravo, S. P., García, A. T., Muñoz, J. M., y Téllez, O. F. (2016). Efecto de la materia orgánica y microorganismos eficientes en el comportamiento productivo de la acelga. *Revista ESPAMCIENCIA ISSN 1390-8103*, 7(2).

- Agroequipos. (2018). Los sustratos agrícolas y sus propiedades. *Agroequipos del Valle*. <https://www.agroequipos.com.mx/node/1687>
- Alonzo, E. (2019). *Análisis de viabilidad económica, técnica, social y ambiental en la implementación de huertos orgánicos-comuna Sancán* [Tesis de pre grado de ingeniería, Universidad Estatal del Sur de Manabí]. Re-Universidad Estatal del Sur de Manabí. <http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/2439/1/Erick%20Alonzo%20Rivera%20%20ultimo-convertido.pdf>
- Álvarez, M., y Iglesias, S. (2019). Calidad de compost obtenido a partir de estiércol de gallina, con aplicación de microorganismos benéficos. *Scientia Agropecuaria*, 10(3). 2077-2817. [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=s2077-99172019000300005&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=s2077-99172019000300005&script=sci_arttext)
- Azuay, C. (2019). Elaboración de abono orgánico compost. Conagopare. <https://conagopareazuay.gob.ec/w30/elaboracion-de-abono-organico-compost/>
- Andrade, D., y Avellán, A. (2020). Inoculación de un consorcio microbiano autóctono encapsulado con capacidad celulolítica para la producción de compost de calidad en Manabí-Ecuador [Ingeniería Agrícola, ESPAM MFL]. PDF. <https://repositorio.espam.edu.ec/xmlui/handle/42000/1326>
- Atacushi, D. (2015). Efecto de las distancias de siembra en tres variedades del cultivo de haba (Vicia faba), bajo un sistema de agricultura limpia. [Tesis de pre grado, Universidad Técnica de Ambato]. Re- Universidad Técnica de Ambato <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/20314/1/Tesis-124%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20388.pdf>
- Atlas, R., Bartha, R., Guerrero, R. (2002). Ecología microbiana y microbiología ambiental. Madrid. Pearson Educación
- Ávila, R. D. (2016). Evaluación del cultivo de achajcha (*Cyclanthera pedata* (L) con una combinación de sustratos bajo el sistema hidropónico [Tesis de pregrado, Universidad de Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/19619/1/%c3%81vila%20Carvajal%20Renee%20Adalberto.pdf>
- Barrena, R. (2006). *Compostaje de residuos sólidos orgánicos*. [Tesis en Ciencias Ambientales, Universidad Autónoma de Barcelona]. <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/5307/rbg1de1.pdf>
- Bazrafshan, E., Mohammad ali, Z., Javad Bazrafshan, J., & Anoushirvan Mohseni, B. (2006). Co-composting of Dewatered Sewage Sludge with Sawdust. <https://doi.org/10.3923/pjbs.2006.1580.1583>

- Bazrafshan E, Zazouli M, Bazrafshan J, Bandpei, A. (2016). Evaluation of microbiological and chemical parameters during wastewater Sludge and Sawdust Co-composting. *J Appl Sci Environ Manag.* Vol. 10(2). P 115-119.
- Bárbaro, L., Karlanian, M., Rizzo, P. y Riera, N. (2019). Caracterización de diferentes compost para su uso como componente de sustrato. *Chilean journal of agricultural & animal sciences*, 35 (2).126-136. <https://dx.doi.org/10.4067/S0719-38902019005000309>
- Bernal, M., Alburquerque, J., & Moral, R. (2009). Composting of animal manures and chemical criteria for compost maturity assessment. A review. *BioresourceTechnol*, 100(22), 5444-5453.
- Berger. (2021). *Prácticas culturales en el manejo de plagas y enfermedades en hortalizas*. <https://www.berger.ca/es/recursos-para-los-productores/tips-y-consejos-practicos/practicas-culturales-en-el-manejo-de-plagas-y-enfermedades-en-hortalizas/>
- Bohórquez, A., Puentes, Y., Menjivar, J. (2014). Evaluación de la calidad del compost producido a partir de subproductos agroindustriales de caña de azúcar. *Corpoica Cienc. Technol. Agropecu.* 15(1) 73-81
- Bolívar, M. (2013). El cultivo del culantro y el clima en el Ecuador. Estudios e Investigaciones Meteorológicas INAMHI-Ecuador. Recuperado de: [//www.inamhi.gob.ec/meteorologia/articulos/agrometeorología](http://www.inamhi.gob.ec/meteorologia/articulos/agrometeorología)
- Burgos, M. (2015). Nutrición orgánica a base de bioles y su efecto en el desarrollo de plantas de banano (musa spp.) clon valery [Tesis de grado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. Re-Universidad Técnica Estatal de Quevedo. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/<https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/86deb25f-95ba-48c8-b40f-5ab0188d68c8/content>
- Campo, M.; Acosta, S.; Morales, V.; Prado, F. (2014). Evaluación de microorganismos de Montaña (mm) en la producción de acelga en la meseta de Popayán-Colombia. *Rev. Bio. Agro.*12(1).
- Carrera, J. V. (2015). Respuesta agronómica del cultivo de rábano (*Raphanus sativus*) a la aplicación de abonos orgánicos [Tesis de grado, LA MANÁ / UTC / 2015]. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/3546>
- Cajahuanca, S. (2016). *Optimización del manejo de los residuos orgánicos por medio de la utilización de microorganismos eficientes (Saccharomyces cerevisiae, Aspergillus sp., Lactobacillus sp.) en el proceso de compostaje* [Tesis de pre grado Universidad de Huánuco]. Re-Universidad de Huánuco. [http://repositorio.udh.edu.pe/bitstream/handle/123456789/58/TESIS\\_SARA\\_CAJAHU ANCA\\_FIGUEROA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.udh.edu.pe/bitstream/handle/123456789/58/TESIS_SARA_CAJAHU ANCA_FIGUEROA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

- Castro, G y Daza, M. (2016). Evaluación de enmiendas en el proceso de compostaje de residuos de curtiembres. *Producción + Limpia*. 11(1). 53-59
- Cazares, M. (2017). *Compostadores. El compost, temperatura y humedad*. Barquisimeto, VE. <http://www.compostadores.com/descubre-el-compostaje/compostar-hacercompost/147-el-compost-temperatura-yhumedad.html#:~:text=El%20compostaje%20es%20un%20proceso,los%2065%2D70%C2%B0C>.
- Calero, A., Quintero, E., Viciedo, D., Pérez Díaz, Y., Lizazo, I., Jiménez, J., y López Dávila, E. (2018). *Respuesta de dos cultivares de frijol común a la aplicación foliar de microorganismos eficientes*. 39, 5-10.
- Candia, L. R., y Quiroga, M. (2018). Production of acelga (*Beta vulgaris*) in vertical system at different distances in a protected environment. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 5(2), 101-116.
- Castillo, W., y Quispe, B. (2019). Efecto de dos tipos de compost en el rendimiento de lechuga arropollada (*Lactuca sativa* L.) en el distrito de Marcabalito, provincia de Sánchez Carrión [Tesis de grado, Nacional de Trujillo] <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/13707>
- Cañar, Y., y J. (2021). Comportamiento agronómico del cultivo de acelga cultivar fordhook giant, con diferentes fertilizantes orgánicos en la granja experimental Santa Inés. [Tesis de grado, Técnica de Machala] <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/17465>
- Chuquín, M. M. (2011). Caracterización morfológica de la variabilidad genética de achogcha (*Cyclanthera pedata*) en el cantón Cotacachi (Bachelor's thesis). Recuperado de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/732>
- Chaparro, J. (2013). *Evaluación de la biodegradación de residuos sólidos ganaderos tratados mediante pilas de compostaje*. <file:///E:/compost%20Ma/Evaluación%20de%20la%20biodegradación%20de%20residuos%20sólidos.pdf>
- Chila, J. (2021). Evaluación del comportamiento agronómico del cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) Con la aplicación de tres compostajes orgánicos, Balzar- Guayas. [Tesis de grado, Agraria Ecuador] <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/CHILA%20ALCIVAR%20JACINTO%20GABRIEL.pdf>



- Cruz, J., Monge, J., y Coto, M. (2020). Comparación agronómica entre tipos de pepino (*Cucumis sativus*). *UNED Research Journal*, 12(1). 2842. <https://doi.org/10.22458/urj.v12i1.2842>
- Delgado, D y Castillo, P. (2017). *Pautas para la implantación de huertos orgánicos en área marginales*. *Pautas\_para\_la\_implantacion\_de\_huertos.pdf*
- De la Cruz, A. (2018). Determinación de dosificación de los Microorganismos Eficaces para compost a partir de la cáscara de *Teobroma Cacao* L. "cacao" Naranjos - Pardo Miguel [Tesis de grado, Nacional de San Martín]
- Emino, E., y Warman, P. (2004). Biological assay for compost quality. *Compost Science and Utilization* 12(4): 342-348.
- Escobar, F., Sánchez, J., y Azero, M. (2012). Evaluación del proceso de compostaje con diferentes tipos de mezclas basadas en la relación C/N y la adición de preparados biodinámicos en la Granja Modelo Pairumani. *Revista bolivariana*. 5 (3).390-410.
- Elcik, H., Zoungrana, A., y Bekaraki, N. (2016). Laboratory-scale investigation of aerobic compostability of municipal solid waste in İstanbul. *Sigma Journal of Engineering and Natural Sciences*, 34(2), 211.
- Elorza, M. (2019). *Control natural de plagas en el huerto orgánico*. [http://www.munistgo.info/medioambiente/wp-content/uploads/2016/10/Control\\_de\\_plagas.pdf](http://www.munistgo.info/medioambiente/wp-content/uploads/2016/10/Control_de_plagas.pdf)
- Farrel, M. y Jones. D. (2009). Critical evaluation of municipal solid waste composting and potential compost markets. *Bioresour Technol.* 100. 4301-4310. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960852409004167>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2013). *Manual de compostaje del agricultor*. <https://www.fao.org/3/i3388s/l3388S.pdf>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2014). *Una huerta para todos*. <https://www.fao.org/3/i3846s/i3846s.pdf>
- Feijoo, I. M. A. L., y Reinaldo, Ms. J. R. M. (2016). Microorganismos eficientes y sus beneficios para los agricultores. *Revista Científica Agroecosistemas*, 4(2), 31-41.
- Fagro, M. (2020). Insumos aptos para Cultivos Orgánicos. *El blog de fagro*. <https://blogdefagro.com/2020/02/06/insumos-aptos-para-cultivos-organicos/>
- Florida, N., Reategui, F., y Pocomucha, V. (2016). Caracterización del compost a base de plumas de pollos (*Gallus domesticus*) y otros insumos. *Investigación y Amazonía*. (2), 1-5. <https://bit.ly/34OiQS5>

- Flores, H. (2020). Evaluación de diferentes dosis de microorganismos eficientes nativos en el rendimiento de la caigua (*Cyclanthera pedata* L. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Ucayali.] <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/4742>
- García, J y López, P. (2017). *Huertos Urbanos*. <https://oa.upm.es/48583/1/Huertos%20urbanos.pdf>
- Garro, J. (2016). *El suelo y los abonos orgánicos*. <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F04-10872.pdf>
- Gordillo, F., Peralta, E., Chávez, E., Contreras, A., y Campuzano, O. (2011). Producción y evaluación del proceso de compostaje a partir de desechos agroindustriales de *Saccharum officinarum* (caña de azúcar) *Revista de investigaciones agropecuarias* 37(2): 140-149.
- González, L., Jiménez, M., y Castillo, D. (2018). Respuesta agronómica del pepino a la aplicación de QuitoMax en condiciones de organoponía. *Centro agrícola*, 45(3), 253-285. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0253-57852018000300027&lang=pt](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852018000300027&lang=pt)
- Gómez, B., Payares, J., Salazar, A. y Ariza, A. (2021). Características agronómicas del pimentón. *Working Papers ECAPMA*, 5(1). 17-26. <https://doi.org/10.22490/ECAPMA.4234>
- Gómez, F. (2021). *Evaluación de rendimiento de 4 variedades de rábano (Raphanus sativus L.) en el cantón Arenillas*. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/17473/1/TTUACA-2021-IA-DE00055.pdf>
- Gutiérrez, G. (2020). *Manual para el establecimiento de un huerto mixto orgánico, con enfoque en plantas medicinales* [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio-Universidad Nacional Agraria <https://repositorio.una.edu.ni/4275/1/tne20g984.pdf>
- Guzmán, A., Zambrano, D., Conforme, M. y Vera, B. (2020). Inóculo microbiano con capacidad celulolítica para la producción de compost en Manabí-Ecuador. *Ciencia Y Tecnología*, 13(2). 39–45. <https://doi.org/10.18779/cyt.v13i2.391>
- Graziano, J. (2016). *Diseño de huertas*. [https://inta.gob.ar/sites/default/files/disenos\\_de\\_huertas.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/disenos_de_huertas.pdf)
- Hassen, A., Belguith, K., Jedidi, N., Cherif, A., Cherif, M., y Boudabous, A. (2001). Microbial characterization during composting of municipal solid waste. *Bioresource Technology*, 80(3), 217–225. [https://doi:10.1016/s0960-8524\(01\)00065-7](https://doi:10.1016/s0960-8524(01)00065-7).

- Hang, S., Castán, G., Negro, A., Daghero, E., Buffa, A., Ringuet, P., y M.J. Mazzarino. (2015). Compostaje de estiércol de feedlot con aserrín/viruta: características del proceso y del producto final. *Agriscientia*. 32(1). 55-65.
- Haug, R. (2017). *The Practical Handbook of Compost Engineering*. <https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.1201/9780203736234/practical-handbook-compost-engineering-roger-haug>
- Hernández, A. (2004). Efecto de dos abonos orgánicos en la producción de cilantro (*Coriandrum sativum* L.) bajo condiciones de campo en Villaldama Nuevo León. [Tesis de grado, Universidad Autónoma Agraria «Antonio Narro»]. <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/6331/T14476%20HERNÁNDEZ%20DEL%20ANGEL%2C%20ARTURO%20%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Hernández, R. O., Hernández, T. A., Rivera, F. C., Arras, V. A., y Ojeda B. D. (2013). Calidad nutrimental de cuatro abonos orgánicos producidos a partir de residuos vegetales y pecuarios. *Terra Latinoamericana*, 31(1), 35-46. <https://bit.ly/3nLDDP5>
- Íñiguez, G., Parra, J., y Velasco, P. A. (2006). Utilización de subproductos de la industria tequilera. Parte 8. Evolución de algunos constituyentes de la mezcla de biosólidos-bagazo de agave durante el compostaje. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 22(2), 83-93.
- Isaza, G. C., Pérez, M. A., Laines, J. R., y Castañón, G. (2009). Comparación de dos técnicas de aireación en la degradación de la materia orgánica. *Universidad y ciencia*, 25(3), 233-243.
- Huertos Ocoxal. (2021). *Importancia del sustrato en establecimiento de un huerto orgánico*. <https://biohuertosocoxal.com.mx/f/importancia-del-sustrato-en-el-establecimiento-de-un-huerto-organ>
- Iglesias, E. (2016). *Aspectos físico-químico, bioquímicos y microbiológicos del proceso de compostaje-evaluación de la calidad*. <https://digital.csic.es/bitstream/10261/92881/1/3%20%20Unidad%20tematica%204.pdf>
- INDESOL (Instituto Nacional de Desarrollo Social). (2022). *Manual de huertos orgánicos. Prisma*. <http://indesol.gob.mx/cedoc/pdf/III.%20Desarrollo%20Social/Huertos%20Familiares%20y%20Comunitarios/Manual%20de%20Huertos%20Org%C3%A1nicos.pdf>
- Íñiguez, M. (1999). *Manejo y conservación de suelos y aguas*. Universidad Nacional de Loja. 181-207. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/5852/1/>

- INTAGRI (Instituto líder en capacitación agrícola). (2017). La Calidad de la Semilla en Cultivos Hortícolas. <https://www.intagri.com/articulos/horticultura-protegida/la-calidad-de-la-semilla-en-cultivos-horticolos>
- Intriago, J. y Plaza, I. (2020). *Obtención de bacterias endófitas del tomatillo (Lycopersicon pinpinelifolium L.) Como promotoras de crecimiento vegetal* [Tesis de pre grado, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí "Manuel Félix López"]. Re-Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí "Manuel Félix López". <https://repositorio.esпам.edu.ec/bitstream/42000/1322/1/TT03D.pdf>
- Krause, A., Nehls, T., George, E., & Kaupenjohann, M. (2016). Organic wastes from bioenergy and ecological sanitation as a soil fertility improver: a field experiment in a tropical Andosol, SOIL, 2, 147–162, <https://doi.org/10.5194/soil-2-147-2016>.
- Lafaux, M. y Bastidas, J. (2015). Efecto de la bovinaza en la composición nutricional del tubérculo de remolacha forrajera (*Beta vulgaris*) en el municipio de Pasto, departamento de Nariño. *Revista Ciencia Animal*, 1(9). <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1089&context=ca>
- Labrego, D. (2019). *La fertilización en una huerta orgánica*. [https://plantas.facilísimo.com/d/la-fertilizacion-en-una-huerta-organica\\_2382466.html](https://plantas.facilísimo.com/d/la-fertilizacion-en-una-huerta-organica_2382466.html)
- Legua, J. A., Caro, F., Nunja, J. V., y Cruz, D. D. (2021). "Efecto de compost elaborado con subproductos de la caña de azúcar, para obtener mayor rendimiento en el cultivo de lechuga" (*Lactuca sativa* L.). *Polo del Conocimiento: Revista científico - profesional*, 6(8), 1-14.
- López, P., Castro, R., y Colinas, T. (2012). Evaluación de características de interés agronómico de siete genotipos nativos de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mili) cultivados en hidroponía. *Chapingo*, 18(2). 127-152. <https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2011.02.013>
- López, G. J., y García, C. A. (2020). Evaluación de tres fertilizantes orgánicos en el crecimiento y rendimiento del cultivo de Rábano (*Raphanus sativus* L.) en el Centro Experimental Las Mercedes UNA, 2020 [Engineer, Universidad Nacional Agraria]. <https://repositorio.una.edu.ni/4213/>
- Márquez, B., Díaz, B., & Cabrera, F. (2008). *Factores que afectan al proceso de compostaje*. Ingeniería química. Universidad de Huelva. Sevilla <http://hdl.handle.net/10261/20837>
- Mantra. (2014). *Guía práctica para el manejo de los residuos orgánicos utilizando composteras rotatorias y lombricompost*. <http://www.mantra.com.ar/contecologia/residuossolidos.html>

- Marcillo, F. (2018). *Implementación de huertos orgánicos-comuna Sancán* [Tesis de pre grado, UNESUM]. Re-UNESUM <http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/2439/1/Erick%20Alonzo%20Rivera%20%20ultimo-convertido.pdf>
- Matute, C. (2013). Evaluación agronómica del frejol tierno en la Estación Experimental del Austro Bullcay. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5101/1/UPS-CT002697.pdf>
- Mesa, J., Canheque, J., Jumba, I., Álvarez, J. (2013). Efeito da aplicação de microrganismos eficientes na cultura do milho branco. I Simposio Científico. ASSESCAPLP. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad “José Eduardo Dos Santos”. Huambo. República de Angola.
- Medina, M. (2017). Generación de un inoculante acelerador del compostaje. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ram.2017.03.010>
- Medina, C. 2018. Efecto de la interceptación de luz, producto de la densidad de plantación y sistema de tutorado, sobre la producción de caigua (*Cyclanthera pedata* L. Schrad.) cultivada bajo sombreado. [Tesis de grado, Santiago de Chile] <https://repositorio.uchile.cl>
- Mendoza, M. V., Vigil-Sánchez, J. A., Tejada-Asencio, J. M., y Arriaza-Alfaro, C. M. (2018). Evaluación físico – química y microbiológica de cuatro niveles de lodos ordinarios en la elaboración de compost. *Revista Agrociencia*, 1(05), Article 05.
- Moreno, J. L., Jindo, K., Hernández, T. & García, C. (2007). Total and immobilized enzymatic activity of organic materials before and after composting. *Compost Science & Utilization* 15, 93-100.
- Moreno, J. y Moral, J. (2008). *Factores a considerar en la calidad del compost*. <https://www.redalyc.org/jatsRepo/5826/582661898009/html/index.html#:~:text=Debe%20considerarse%20las%20variables%20f%C3%ADsicas,et%20al.%2C%20>
- Moyano, E. (2014). Agricultura familiar y huertos orgánicos. *Ambienta*. <https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-56050/Ambienta%20n%C2%BA%20107%20Junio%202014.pdf>
- Morocho, M. y Mora, M. (2019). Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas. *Centro Agrícola*, 46 (2). 93-103. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0253-57852019000200093&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852019000200093&lng=es&tlng=es).
- Mullo, I. (2012). *Manejo y procesamiento de la Gallinaza*. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2114/1/17T1106.pdf>

- Naranjo E. (2013). *Aplicación de microorganismos para acelerar la transformación de desechos orgánicos en compost* [Tesis de pre grado, Universidad Técnica de Ambato]. Re-Universidad Técnica de Ambato. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/5310/1/Tesis-52%20%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20173.pdf>
- Norma Chilena de Compost [NCh 2880]. (2004). *Norma Chilena Oficial. Compost-Clasificación y requisitos. Instituto Nacional de Normalización (INN)*. [efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://miros.cl/wp-content/uploads/2020/01/NCh\\_2880\\_Compost\\_Clasificación.pdf](https://miros.cl/wp-content/uploads/2020/01/NCh_2880_Compost_Clasificación.pdf)
- Norma Técnica Colombiana 5167 [NTC]. (2004). Productos para la industria agrícola productos orgánicos usados como abonos o fertilizantes y enmiendas de suelo.
- Norma Mexicana [NMX] (2018). Métodos y procedimientos para el tratamiento aerobio de la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos.
- Núñez, D. B., Liriano, R., Pérez, Y., Placeres, I., y Sianeh, G. (2017). Respuesta de *Daucus carota* L. a la aplicación de microorganismos nativos en condiciones de organopónico. *Centro Agrícola*, 44(2), 29-35.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2015). *Manual de compostaje del agricultor*. <https://www.fao.org/family-farming/detail/es/c/339921/>
- Olguin, S. (2018). *¿Qué es una huerta orgánica?* <http://www.innatia.com/s/c-huerta-organica/a-que-es-huertaorganica.html>
- Oviedo, E., Marmolejo, L., Torres, P. (2014). Influencia de la frecuencia de volteo para el control de la humedad de los sustratos en el compostaje de biorresiduos de origen municipal. *Rev. Int. Contam. Ambie.*, 30 (1), 91 – 100. <http://www.scielo.org.mx/pdf/rica/v30n1/v30n1a8.pdf>
- Pampuro, N., Bisaglia, C., Romano, E., Brambilla, M., Foppa Pedretti, E., & Cavallo, E. (2017). Phytotoxicity and Chemical Characterization of Compost Derived from Pig Slurry Solid Fraction for Organic Pellet Production. *Agriculture*, 7(11), 94. DOI: 10.3390/agriculture7110094
- Petric, I., Helić, A., & Avdić, E. A. (2012). Evolution of process parameters and determination of kinetics for co-composting of organic fraction of municipal solid waste with poultry manure. *Bioresource Technology*, 117, 107-116. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2012.04.046>
- Peña, P. (2020). Aplicación de diferentes fuentes orgánicas de nutrientes para la producción de achojcha (*Cyclanthera pedata* L.), Recinto San Nicolas.

- Pumisacho, M. y Velásquez, J. (2009). *Manual del cultivo de papa para pequeños productores*. <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/840/4/iniapscm78.pdf>
- Quelal, W. (2016). *Implementación de buenas prácticas agrícolas en la producción de productos orgánicos*. <http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/2439/1/Erick%20Alonzo%20Rivera%20%20ultimo-convertido.pdf>
- Quinchía, A. M., y Carmona, D. M. (2004). Factibilidad de disposición de los biosólidos generados en una planta de tratamiento de aguas residuales combinada. *Revista EIA*, 1(2), Article 2.
- Quintana, M y Barreto, J. (2021). “Respuesta del cultivo de cebolla perla (*Allium cepa* L.) a la fertilización orgánica, cantón Cumandá, provincia de Chimborazo”, *OIDLES*, 15(30). <https://www.eumed.net/es/revistas/oidles/vol-15-no-30-junio-2021/cultivo-cebolla-perla>
- Rashad, F.M., Saleh, W.D. y Moselhy, M.A. (2010) Bioconversion of Rice Straw and Certain Agro-Industrial Wastes to Amendments for Organic Farming Systems: 1. Composting, Quality, Stability and Maturity Indices. *Bioresource Technology*, 101 (15), 5952-5960. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2010.02.103>
- Rawat, M., Ramanathan, A., & Kuriakose, T. (2013). Characterisation of Municipal Solid Waste Compost (MSWC) from Selected Indian Cities—A Case Study for Its Sustainable Utilisation. *Journal of Environmental Protection*, 4(2), Article 2. <https://doi.org/10.4236/jep.2013.42019>
- Reina, L., Julca, A., Canto, M. y Soplín, H. (2015). Zonificación del sistema agrosilvopastoril de la primera etapa del proyecto de riego Carrizal-Chone, provincia de Manabí, Ecuador. *La Técnica*, (14), 30 – 39. [https://revistas.utm.edu.ec/index.php/latecnica/14\\_pag\\_30-39](https://revistas.utm.edu.ec/index.php/latecnica/14_pag_30-39)
- Rendón, V. (2020). *Metodologías utilizadas en la elaboración de compost en el Ecuador* [Tesis de grado, Universidad Técnica de Babahoyo]. Re-Universidad Técnica de Babahoyo. <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/8509/E-UTB-FACIAGING%20AGROP-000106.pdf?sequence=1>
- Restrepo, J. (2007). El A, B, C de la agricultura orgánica y harina de rocas. *Printex*. [https://www.academia.edu/16385539/EI\\_ABC\\_de\\_la\\_agricultura\\_organica\\_y\\_harina\\_de\\_rocas\\_Jairo\\_Restrepo\\_1\\_](https://www.academia.edu/16385539/EI_ABC_de_la_agricultura_organica_y_harina_de_rocas_Jairo_Restrepo_1_)
- Rivas, N., y Silva, A. R. (2020). Calidad física y química de tres compost, elaborados con residuos de jardinería, pergamino de café y bora (*Eichhornia crassipes*). *Ciencia Unemi*, 13(32), 87-100. <https://bit.ly/372lvt1>

- Román, P., Martínez, M., y Pantoja, A. (2013). *Manual de compostaje del Agricultor*. [https://sswm.info/sites/default/files/reference\\_attachments/ROMAN%20et%20al%202013.%20Manual%20de%20compostaje%20del%20agricultor.pdf](https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/ROMAN%20et%20al%202013.%20Manual%20de%20compostaje%20del%20agricultor.pdf)
- Román, P., Martínez, M., y Pantoja, A. (2013). *Manual de compostaje del agricultor: experiencias en América Latina* FAO. <https://www.fao.org/3/i3388s/l3388S.pdf>
- Romero, C. (2021). *Comparación de tres variedades de lechuga*. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/PEREZ%20RONQUILLO%20JOSE%20MIGUEL.pdf>
- Rodríguez, E. O., y García, M. E. (2022). *Efecto de tres fertilizantes orgánicos y uno sintético sobre el crecimiento y rendimiento del rábano (*Raphanus sativus* L.), Finca Santa Cruz, Muelle de los Bueyes, RACCS, Nicaragua, 2021* [Engineer, Universidad Nacional Agraria]. <https://repositorio.una.edu.ni/4504/>
- Salgado, M., & Igarza, A. (2009). *Guía técnica para la producción del cultivo de la acelga* | ISBN 978-959-7210-00-9—Libro. <https://isbn.cloud/9789597210009/guia-tecnica-para-la-produccion-del-cultivo-de-la-acelga/>
- San Martín, A., Chui, G., Romero, A., Acebey, R., Blanco, E., Flores, Y. y Almanza, G. (2017). Luteolina en cáscaras de maní (*Arachis hypogaea*) en cultivares de Bolivia. *Revista Boliviana de Química*, 34(3), 79-88. [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0250-54602017000300003&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0250-54602017000300003&lng=es&tlng=es)
- Salgado, I., Hernández, G., Suárez, Y., Mancera, M. J., y Guerra, D. (2020). Eficacia de métodos de desinfección y los efectos sobre las propiedades nutraceuticas en cilantro y fresa. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 11(2), 327-337.
- Sailema, R. (2021). *Abono orgánico a base de cascarilla de cacao para la productividad del cultivo de pimiento (*Capsicum annum*)* [Tesis de grado, Agraria del Ecuador] <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/SAILEMA%20CASTRO%20RONNY%20IVAN.pdf>
- Sembratia. (2021). *Tipos de Sustratos para el Cultivo de Plantas*. <https://sembralia.com/blogs/blog/tipos-de-sustrato>
- SIAP (Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera). (2017). *El aporque: labor cultural para una buena cosecha*. <https://www.gob.mx/siap/articulos/el-aporque-labor-cultural-para-una-buena-cosecha?idiom=es>
- Silva, V. (2017). *El cultivo de las hortalizas. Impresiones Master*. [https://www.unodc.org/documents/bolivia/DIM\\_Manual\\_de\\_cultivo\\_de\\_hortalizas.pdf](https://www.unodc.org/documents/bolivia/DIM_Manual_de_cultivo_de_hortalizas.pdf)
- Sotelo, L., Jiménez, J., De Zan, A. y Cueto, M. (2012). Efecto de inoculación de microorganismos en crecimiento de rábano (*Raphanus sativus*). *Biotecnología en el*



*Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 10 (1). 21-31.  
[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1692-35612012000100004&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-35612012000100004&lng=en&tlng=es).

Solano, J. (2013). Incidencia de microorganismos eficientes más abonos orgánicos en el comportamiento agronómico del cultivo de cilantro (*Coriandrum sativum*) La Maná. [Tesis de grado, Técnica Estatal de Quevedo].  
<https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/540>

Soliva Torrentó, M. (2011). Materia orgánica, compostaje y agricultura ecológica. *AE. Revista Agroecológica de Divulgación*, 5, 42-45.

Sullivan, D., Bary, I., Miller, R., y Brewer, L. (2018). Interpreting compost analyses.

Suquilanda, M. (2019). Guía de huertos orgánicos.  
[https://www.nestle.com.ec/sites/g/files/pydnoa396/files/2020-04/Libro\\_Guia\\_de\\_Huertos\\_Organicos.pdf](https://www.nestle.com.ec/sites/g/files/pydnoa396/files/2020-04/Libro_Guia_de_Huertos_Organicos.pdf)

Telenchana, J. J. (2018). Evaluación de sustratos alternativos a base de cascarilla de arroz y compost en plántulas de pimiento (*Capsicum annum* L.). [Tesis de grado, Técnica de Ambato] <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/27192>

Tiquia, C., George, A., Clissiane, S.P., Alexsandra, N., Thiago, J.O.R. (2006). Marcelo, F. Produção de enzimas fúngicas por fermentação em estado sólido da palma doce (*Nopalea coccinellifera*). *Revista Estudos Ambientais*. Vol.14. Nº 3. p 23-30.

Torres, N. (2018). Influencia de dos fuentes de materia orgánica (gallinaza y vacaza) enriquecidos con microorganismos eficientes en la producción de pepino (*Cucumis sativa* L.) en Pucallpa-Ucayali-Perú. [Tesis de grado, Nacional de Ucayali] <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/3622>

Trattoria. (2021). *Medidas ideales para tus huertos*. <https://www.trattoria.cl/simplemente-gourmet/existe-medida-ideal-tamano-huerto>

Triadani, O. y Zampini, J. (2016). *El control de plagas en la huerta familiar*. [https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta\\_control\\_de\\_plagas\\_en\\_la\\_huerta.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_control_de_plagas_en_la_huerta.pdf)

Turan, M., Matías, P., y Arrigo, P. (2009). Influencia de la inoculación de microorganismos sobre la temperatura en el proceso de compostaje. *Ciencia del Suelo*, 14(1), 41-50.

USDA (Reglamentos Orgánicos Estadounidenses). (2013). *Hoja de datos: estiércol en sistemas de producción orgánica*. <https://www.ams.usda.gov/sites/default/files/media/FINAL%20Esti%C3%A9rcol%20en%20Sistemas%20de%20Produccion%20Organica.pdf>

- Valdivieso, M. (2019). *Guía de huertos orgánicos*.  
[https://www.nestle.com.ec/sites/g/files/pydnoa396/files/2020-04/Libro\\_Guia\\_de\\_Huertos\\_Organicos.pdf](https://www.nestle.com.ec/sites/g/files/pydnoa396/files/2020-04/Libro_Guia_de_Huertos_Organicos.pdf)
- Valverde, C. (s.f.). *Inoculantes microbianos*.  
<http://www.ugr.es/~cjl/inoculantes%20microbianos.pdf>
- Varnero, M.; Rojas, C.; Orellana, R. (2007). Índices de fitotoxicidad en residuos orgánicos durante el compostaje. *SciELO. R. C. Suelo Nutrición Vegetal* 7(1) 28-37.
- Vásquez, D. (2008). *Producción y evaluación de cuatro tipos de bioabonos como alternativa biotecnológica de uso de residuos orgánicos para fertilizante de pastos* [Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Re- Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.  
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1503/1/17T0873.pdf>
- Valerio, M. (2016). *Uso eficiente del personal en cultivo protegido*.  
<https://www.hortalizas.com/horticultura-protegida/uso-eficiente-del-personal-en-cultivo-protegido/>
- Van der Wurff, A., Fuchs, J. G., Raviv, M., & Termorshuizen, A. (2016). Handbook for composting and compost use in organic horticulture.
- Velez, H. (2018). *Compostadores: El pH en el compost. Barquisimeto, VE*.  
<http://www.compostadores.com/descubre-elcompostaje/la-cosecha-el-compost-casero/155-el-ph-en-elcompost.html#:~:text=Conviene%20que%20el%20compost%20sea,detendr%C3%ADa%20o%20se%20ralentizar%C3%ADa%20notablemente.>
- Viciedo, D., Leiva, L., Calero Hurtado, A., y Meléndrez, J. (2015). Empleo de microorganismos nativos multipropósitos (mnm) en el comportamiento agro-productivo de cultivos hortícolas. *Agrotecnia de Cuba*, 39, 34-42.
- Zambrano, J. (2021): Efecto del *Bacillus subtilis* usado como protectante en el control de enfermedades en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*), la Troncal, Cañar, [Engineer, Agraria Del Ecuador]  
<https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ZAMBRANO%20VALDIVIEZO%20LEONARDO%20JAVIER.pdf>
- Zambrano, D. E. (2021). Bioprospección de cepas de hongos y bacterias productoras de enzimas que aceleren la descomposición de residuos agropecuarios en el compostaje [MasterThesis]. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/11112>
- Zeng, M., Huang, L., Huang, L., Yuan, Z., Jiang, Q., Yu, M., Yan, H., Zhang, Ch., Wang, Y. y Liu L. (2009). Effect of inoculating white-rot fungus during different phases on the

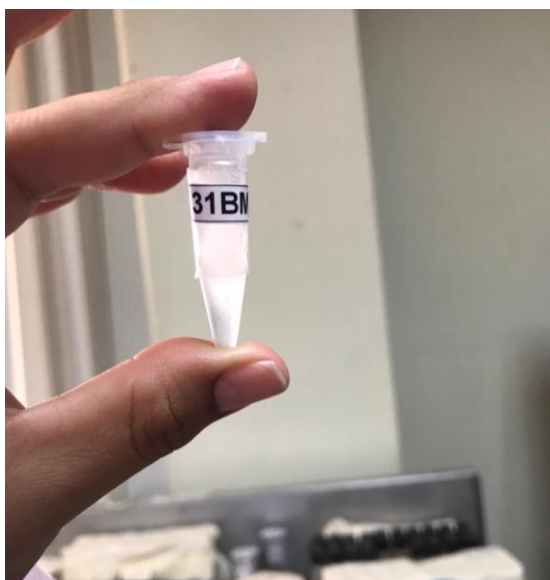
compost maturity of agricultural wastes. *Process Biochemistry*, 44(4), 396–400.  
<https://doi:10.1016/j.procbio.2008.11.012>.

Zucconi, F., Pera; M. Forte y M. de Bertoldi (1981). Evaluating toxicity of immature compost. *BioCycle*. 22(4), 54-57

## **ANEXOS**

## FASE 1. PRODUCCIÓN DE COMPOST

### ANEXO 1: Elaboración del Biopreparado (en laboratorio) para la inoculación de EM en las pilas



1-A: Cepas usadas



1-B: Preparación de medios de cultivo



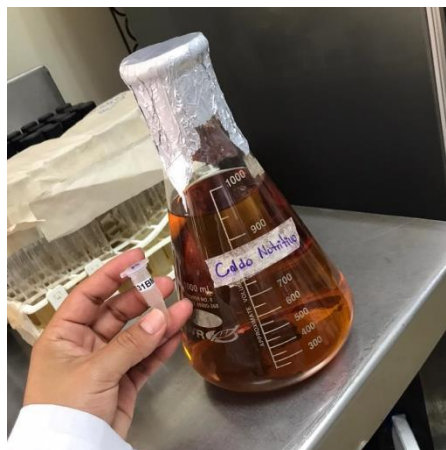
1-C: Reactivación de cepas



1-D: Multiplicación de cepas



**1-E: Crecimiento de cepas**



**1-F: Caldo nutritivo**



**1-G: Biopreparado**

## ANEXO 2: Preparación de residuos orgánicos compostados



**2-A: Recolección de los residuos**



**2-B: Mezcla de residuos orgánicos**



**2-C: Construcción de pilas**



**2-D: Inoculación de EM**



**2-E: Volteos en las pilas de compostaje**



### ANEXO 3: Medición de parámetros ambientales, físicos-químicos



**3-A: Temperatura**



**3-B: pH**

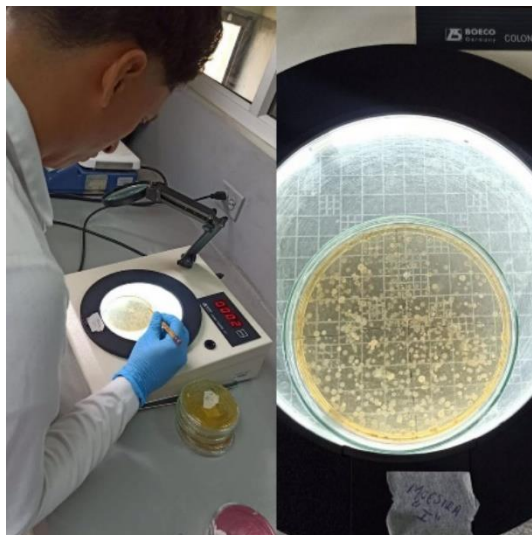


**3-C: Humedad**



**3-D: Conductividad eléctrica**

#### ANEXO 4: Aspecto microbiológico



4-A: Registro de unidades formadoras de colonias (UFC/mL)

#### ANEXO 5: Aspecto de fitotoxicidad



5-A: Caja Petri con sobrenadante y semillas de rábano



5-B: Prueba de fitotoxicidad a los 30 días



**5-C: T1 Y T2 prueba de fitotoxicidad a los 60 días**



**5-D: T1 Prueba de fitotoxicidad a los 120 días**



**5-E: T2 prueba de fitotoxicidad a los 120 días**



**5-F: Medición de raíz y tallo para la prueba de fitotoxicidad**

## ANEXO 6: COMPOST TERMINADO



**6-A: Cosecha de compost**



**6-B: Almacenamiento de compost en sacos**

## FASE 2: ESTABLECIMIENTO DEL HUERTO

### Anexo 7



**7-A: Selección de terreno**



**7-B: Elaboración de plantablandas**



**7-C: Incorporación del compost en las plantabandas**



**7-D: Siembra Indirecta**



**7-E: Siembra Directa**



**7-F: Transplante al area de producción**



**7-G: Riego con manguera**



**7-H: Fertilización al T1**



**7-I: Manejo ecológico de plagas (trampas cromáticas)**

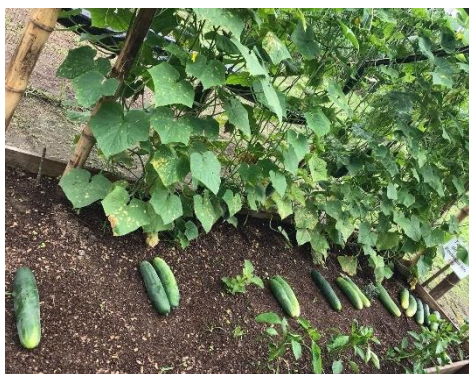


**7-J: Tutorado**



**7-K: Control de maleza**

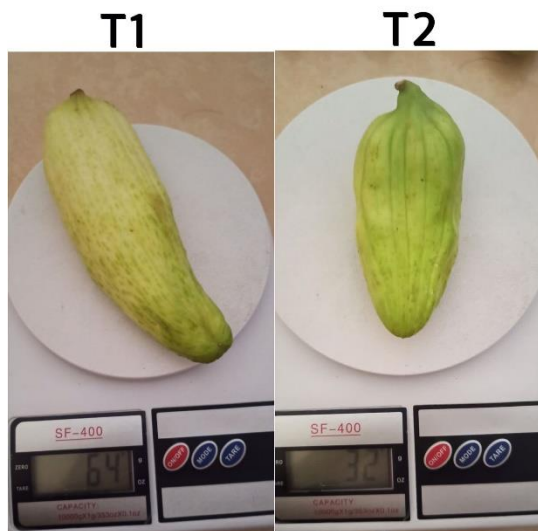


**ANEXO 8: COSECHA****8-A: Rábano****8-B: Cilantro****8-C: Lechuga****8-D: Acelga****8-E: Pimiento****8-F: Pepino**



**8-G: Achojcha**

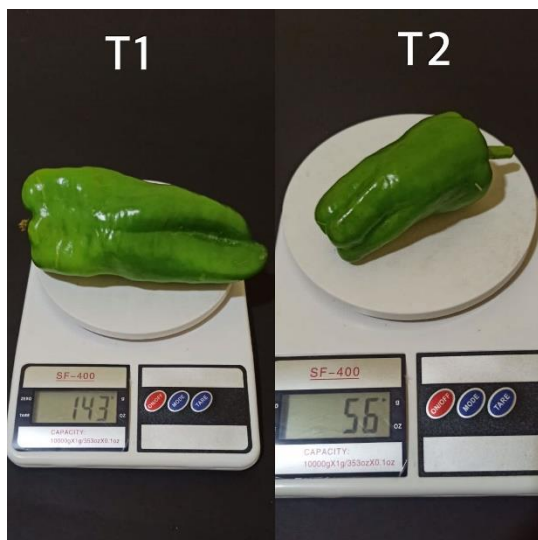
## ANEXO 9: VARIABLES EVALUADAS (PESO DE FRUTO)



9-A: Achojcha



9-B: Rábano

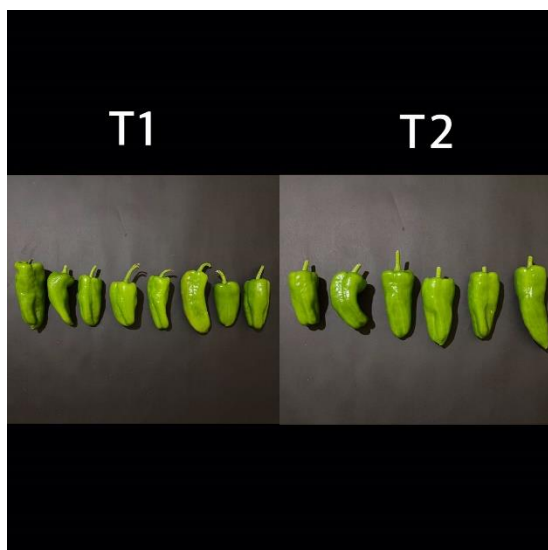
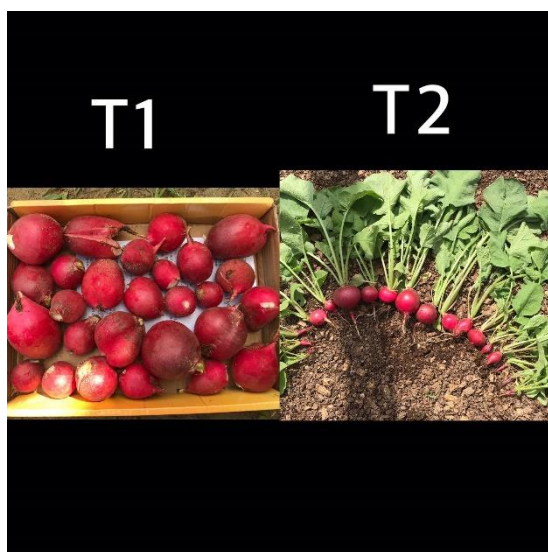
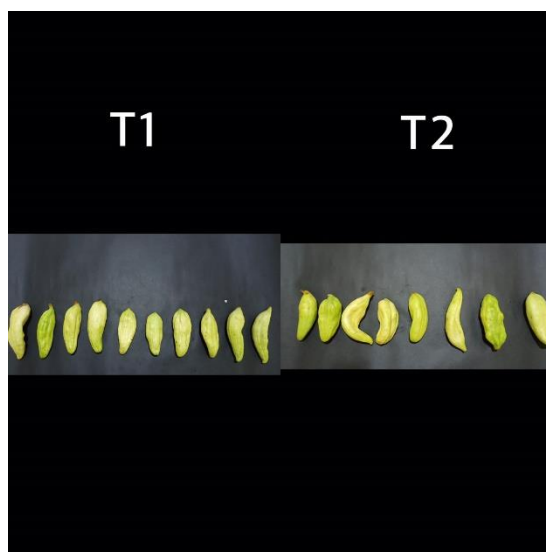


9-C: Pimiento



9-D: Pepino

**ANEXO 10: DIÁMETRO DE FRUTO****T1****T2****10-A: Pimiento****T1****T2****10-B: Achojcha****10-C: Pepino T1****10-D: Rábano T1**

**ANEXO 11: NÚMERO DE FRUTOS****11-A: Pimiento****11-B: Pepino****11-C: Rábano****11-D: Achojcha**

## ANEXO 12: VARIABLES EVALUADAS EN RAÍZ



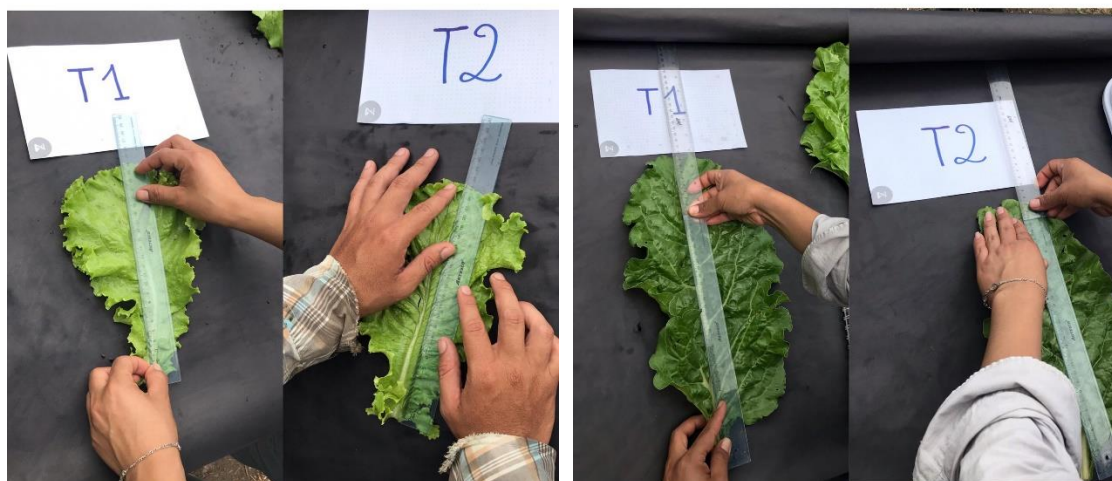
12-A: Diámetro de tallo



12-B: Longitud de raíz



12-C: 10 Plantas usadas por cada tratamiento

**ANEXO 13: PESO DE HOJA****13-A: Lechuga****13-B: Acelga****ANEXO 14: ALTURA DE HOJA****14-A: Lechuga****14-B: Acelga**

## ANEXO 15: ALTURA DE PLANTA



15-A: Registro de medida de 10 plantas por hilera



## ANEXO 16: CAPACITACIÓN A LA COMUNIDAD Balsa EN MEDIO DEL CANTÓN BOLÍVAR



**16-A: Lugar de capacitación Hato porcino de la ESPAM**



**16-B: Autoridades de Vinculación y la comunidad Balsa en Medio**

## ANEXO 17: CAPACITACIÓN A LA COMUNIDAD AV. SAN LORENZO DE CALCETA



**17-A: Lugar de capacitación**



**17-B: Explicación sobre huertos familiares**



**17-C: Presencia de docentes, estudiantes, autoridades de vinculación, dueños del predio y vecinos**