

# UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI

## POSGRADO



## MAESTRÍA EN AGRONOMÍA CON MENCIÓN EN PRODUCCIÓN AGRÍCOLA SUSTENTABLE

**“Sustratos, Bioinsumos y Nutrición para la Producción de Orégano (*Origanum vulgare*) bajo Invernadero en Carchi - Ecuador”**

Trabajo de titulación previa la obtención del  
Título de Magister en Agronomía con Mención en Producción Agrícola Sustentable.

Autor: Dplm. Lic. Diego Rodríguez Arciniegas

Tutor: PhD. Segundo Ramiro Mora Quilismal

Tulcán, 2024

## CERTIFICADO DEL TUTOR

Certifico que el maestrante Diego Fernando Rodríguez Arciniegas con el número de cédula 1001747094 ha elaborado el trabajo de titulación: “Sustratos, bioinsumos y nutrición para la producción de orégano (*Origanum vulgare*) bajo invernadero en Carchi - Ecuador”

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuestas en la Codificación del reglamento de Régimen Académico y de estudiantes de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi con RESOLUCIÓN N° 171-CSUP- 2023, por lo tanto, autorizo su presentación para la sustentación respectiva.



Firmado electrónicamente por:  
SEGUNDO RAMIRO MORA  
QUILISMAL

f.....

PhD. Segundo Ramiro Mora Quilismal

**TUTOR**

Tulcán, noviembre de 2024

## AUTORÍA DE TRABAJO

El presente trabajo de titulación constituye un requisito previo para la obtención del título de Magister en Agronomía con Mención en Producción Agrícola Sustentable.

Yo, Diego Fernando Rodríguez Arciniegas con cédula de identidad número 1001747094 declaro: que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.

f.....

Diego Fernando Rodríguez Arciniegas

**AUTOR**

Tulcán, noviembre de 2024

## ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Diego Fernando Rodríguez Arciniegas declaro ser autor/a de los criterios emitidos en el trabajo de titulación: “Sustratos, bioinsumos y nutrición para la producción de orégano (*Origanum vulgare*) bajo invernadero en Carchi - Ecuador” y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

f.....

Diego Fernando Rodríguez Arciniegas

**AUTOR**

Tulcán, noviembre de 2024

## **AGRADECIMIENTO**

Mi principal agradecimiento a mis padres, quienes me enseñaron el valor de la superación constante y por ello sigo en este proceso de aprendizaje.

Especial mención a mi familia que ha sabido apoyar a los esfuerzos que son necesarios para llegar a culminar una meta muy importante en mi vida.

A mi tutor, que ha tenido la paciencia y sabiduría para guiarme en este proceso continuo de enseñanza aprendizaje.

## **DEDICATORIA**

A mi esposa Gissela por todo el apoyo que me ha dado en este proyecto educativo.

A mis Padres, que se lo orgullosos que están por que haya obtenido una gran meta profesional.

A mis Hijos Delanya, Dieguito, Daniel y David para que tengan el ejemplo y sigan superándose en su vida profesional.

Y a todos los agricultores del mundo para que se decidan a investigar nuevas formas de cultivar y que estas sean amigables con el ambiente, salud humana y animal y sobre todo más económicas, para que tengan mejores rendimientos en su trabajo tan digno que alimenta a toda la humanidad.

## ÍNDICE

RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
CAPÍTULO I.....	15
PROBLEMA.....	15
1.1. Planteamiento del problema .....	15
1.2. Preguntas de investigación o hipótesis.....	16
1.3. Objetivos de investigación.....	17
1.3.1. Objetivo General.....	17
1.3.2. Objetivos Especificos .....	17
1.4. Justificación .....	17
CAPÍTULO II .....	20
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....	20
2.1. Antecedentes de investigación.....	20
2.2. Marco teórico.....	22
2.2.1. Cultivo del Orégano .....	23
2.2.1.1. Características Generales del Orégano.....	24
2.2.1.2. Clasificación taxonómica del orégano .....	24
2.2.1.3. Características Morfológicas.....	24
2.2.1.4. Etapas fenológicas del cultivo de orégano .....	26
2.2.1.5. Requerimientos bioclimáticos .....	27
2.2.1.6. Requerimientos nutricionales del orégano .....	28
2.2.1.6.1. Macronutrientes.....	29
2.2.1.6.2. Micronutrientes.....	30
2.2.1.6.3. Otros Nutrientes.....	27
2.2.1.7. Propagación.....	31

2.2.1.8. Manejo del cultivo de orégano .....	338
2.2.1.8.1. Siembra .....	35
2.2.1.8.2. Riego. ....	2836
2.2.1.8.3. Establecimiento de la plantación.....	37
2.2.1.8.4. Fertilización.....	41
2.2.1.9. Plagas y Enfermedades .....	41
2.2.1.10. Importancia del cultivo de Orégano en el Ecuador .....	41
2.2.1.11. Composición Nutricional del orégano.....	41
2.2.1.12. Manejo del Cultivo de orégano.....	41
2.2.2. Sustratos.....	41
2.2.3. Bioinsumos.....	35
2.2.3.1. Vermicompost o Humus de Lombriz.....	36
2.2.3.1.1. Características del vermicompost .....	41
2.2.3.1.2. Elaboración del vermicompost .....	41
2.2.3.2. Bokashi .....	418
2.2.4. Enmiendas Minerales .....	40
2.2.4.1. Zeolita .....	41
2.2.4.2. CRoca Fosfórica.....	42
2.2.4.3. Calcio (Ca) .....	43
2.2.4.4. Enmienda Mineral Delanya .....	41
2.3. Marco legal .....	47
2.2.3.1. Marco legal y normativa nacional de producción orgánica .....	41
2.2.3.2. Objetivos de Desarrollo Sostenible .....	41
2.2.3.1. ODS 2: Hambre Cero .....	41
2.2.3.2. ODS 3: Salud y Bienestar.....	41
2.2.3.3. ODS 6: Agua limpia y saneamiento .....	41
2.2.3.4. ODS 12: Producción y consumo responsable.....	41

2.2.3.5. ODS 13: Acción por el clima .....	41
2.2.3.6. ODS 15: Vida de ecosistemas terrestres .....	41
2.2.3.7. ODS 18: Trabajo decente y crecimiento económico .....	41
CAPÍTULO III .....	50
METODOLOGÍA .....	50
3.1. Descripción del área de estudio/grupo de estudio .....	50
3.2. Enfoque y tipo de investigación.....	50
3.2.1. Enfoque.....	54
3.2.2 Tipo de investigación .....	50
3.2.2.1. Campo .....	50
3.2.2.2. Experimental.....	50
3.2.2.3. Bibliográfica.....	50
3.2.2.1. Campo .....	50
3.2.3. HIPÓTESIS .....	50
3.2.1.1. Hipótesis alternativa .....	50
3.2.1.2. Hipótesis nula .....	50
3.3. Definición y operacionalización de las variables .....	52
3.4. Procedimientos .....	54
3.4.1. Diseño Experimental.....	54
3.4.2. Características del ensayo.....	55
3.4.3. Población y muestra .....	55
3.4.3.1. Población.....	554
3.4.3.2. Muestra.....	555
3.4.4. Elaboración de los bioinsumos .....	555
3.4.5. Trasplante del orégano.....	555
3.4.6. Aplicación de Bioinsumos y sustratos.....	556
3.4.7. Aplicación de nutrientes Delanya .....	57

3.4.8. Variables .....	57
3.4.8.1. Altura de planta .....	57
3.4.8.2. Área foliar .....	57
3.4.8.3. Peso fresco .....	57
3.4.9. Análisis económico .....	57
3.5. Consideraciones bioéticas .....	587
3.5.1. Trato Humano a las plantas .....	57
3.5.2. Uso responsable de recursos.....	57
3.5.3. Consideraciones genéticas.....	57
3.5.4. Divulgación y transparencia.....	57
3.5.5. Respeto por la diversidad .....	57
3.6. Análisis estadístico .....	59
CAPÍTULO IV .....	61
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	61
4.1. RESULTADOS.....	61
4.1.1 Altura de planta.....	61
4.1.2 Área foliar.....	64
4.1.3 Peso Fresco .....	67
4.1.4 Peso Seco .....	77
4.1.5 Relación Costo Beneficio .....	84
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	88
Conclusiones.....	90
Recomendaciones.....	90
REFERENCIAS .....	92
ANEXOS .....	102

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Clasificación Taxonómica del orégano.....	25
<b>Tabla 2.</b> Fenología del orégano.....	26
<b>Tabla 3.</b> Composición nutricional del orégano.....	33
<b>Tabla 4.</b> Definición y Operacionalización de las variables.....	53
<b>Tabla 5.</b> Tratamientos del ensayo experimental .....	55
<b>Tabla 6.</b> Características del ensayo .....	55
<b>Tabla 7.</b> ANOVA, altura de planta en (cm) a los 30 y 60 ddt.....	63
<b>Tabla 8.</b> Prueba de Tukey al 5% para altura de planta en (cm) a los 30 ddt en factor sustratos.....	64
<b>Tabla 9.</b> ANOVA, área foliar en (cm) a los 30 y 60 ddt.....	66
<b>Tabla 10.</b> Prueba de Tukey al 5% para sustratos en área foliar en (cm) a los 30 ddt...	67
<b>Tabla 11.</b> ANOVA, peso fresco en (g) a los 30 y 60 ddt.....	69
<b>Tabla 12.</b> Prueba de Tukey al 5% para sustratos en peso fresco en (g) a los 30 ddt...	72
<b>Tabla 13.</b> Prueba de Tukey al 5% para Enmiendas Minerales en peso fresco en (g) a los 30 ddt.....	74
<b>Tabla 14.</b> Prueba de Tukey al 5% para interacción de Sustratos con Enmiendas Minerales en peso fresco en (g) a los 30 ddt.....	75
<b>Tabla 15.</b> Prueba de Tukey al 5% para sustratos en peso fresco en (g) a los 60 ddt...	76
<b>Tabla 16.</b> Prueba de Tukey al 5% para interacción de Sustratos con Enmiendas Minerales en peso fresco en (g) a los 60 ddt.....	77
<b>Tabla 17.</b> ANOVA, peso seco en (g) a los 30 y 60 ddt.....	79
<b>Tabla 18.</b> Prueba de Tukey al 5% para sustratos en peso seco en (g) a los 30 ddt...	80
<b>Tabla 19.</b> Prueba de Tukey al 5% para Enmiendas Minerales en peso seco en (g) a los 30 ddt.....	81
<b>Tabla 20.</b> Prueba de Tukey al 5% para interacción en peso seco en (g) a los 30 ddt.....	82
<b>Tabla 21.</b> Prueba de Tukey al 5% para sustratos en peso seco en (g) a los 60 ddt...	83
<b>Tabla 22.</b> Prueba de Tukey al 5% para Enmiendas Minerales en peso seco en (g) a los 60 ddt.....	84
<b>Tabla 23.</b> Prueba de Tukey al 5% para interacción de Sustratos con Enmiendas Minerales en peso seco en (g) a los 60 ddt.....	84

<b>Tabla 24.</b> Relación costo - beneficio con un precio de venta de 20 USD Kg <sup>-1</sup> de peso seco de orégano.....	88
--	----

### **ÍNDICE DE FIGURAS**

<b>Figura 1.</b> Orégano en sus primeros días de haber sido trasplantado.....	23
<b>Figura 2.</b> Información nutricional del orégano.....	34
<b>Figura 3.</b> Vermicompost utilizado en el ensayo.....	38
<b>Figura 4.</b> Elaboración del Bocashi.....	41
<b>Figura 5.</b> Mina de silicio.....	42
<b>Figura 6.</b> Zeolita triturada.....	44
<b>Figura 7.</b> Calcio en malla 200.....	45
<b>Figura 8.</b> Saco del producto DELANYA con sus componentes.....	47
<b>Figura 9.</b> Producto DELANYA granulado.....	48
<b>Figura 10.</b> Ubicación del experimento.....	51
<b>Figura 11.</b> Distribución tratamientos del ensayo .....	56
<b>Figura 12.</b> Muestra del ensayo experimenta.....	57
<b>Figura 13.</b> Foto del ensayo experimental, en sus primeros días de crecimiento.....	58

### **ÍNDICE DE ANEXOS**

<b>Anexo 1.</b> Acta de la predefensa .....	103
<b>Anexo 2.</b> Certificado de abstract por parte de idiomas.....	104
<b>Anexo 3.</b> Matriz de Costo de Producción .....	105
<b>Anexo 4.</b> Foto evidencia del ensayo.....	107
<b>Anexo 5.</b> Foto enmienda Mineral, Ficha Técnica y propiedades Físico-Químicas..	108

**Tema:** Sustratos, Bioinsumos y Nutrición para la Producción de Orégano (*Origanum vulgare*) bajo Invernadero en Carchi - Ecuador

## RESUMEN

La investigación se llevó a cabo en el Centro Experimental San Francisco de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, situado en el cantón Huaca, provincia de Carchi, con el propósito de evaluar sustratos, bioinsumos y nutrición para la producción de orégano (*Origanum vulgare*) bajo invernadero. El experimento fue implantado en arreglo factorial en un diseño completamente al azar con 2 factores (AxB) con doce tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos compuestos por cuatro sustratos (arena, tierra negra, vermicompost y bocashi) y tres dosis (10, 20 y 30 g de enmiendas minerales). Las variables evaluadas incluyeron, altura de planta (cm), Área foliar (cm), peso fresco (g) peso seco (g) y un análisis económico. Para el análisis estadístico se utilizó el programa InfoStat 2020e, se aplicó ANOVA y la prueba de Tukey al 5%. Los resultados indicaron que, los tratamientos evaluados para la producción de orégano bajo invernadero mostraron un impacto positivo significativo, el tratamiento 3, T3 S1 (50% Vermicompost + 50% arena) + EM3 (20g planta-1), alcanzaron los mejores resultados en altura de planta, área foliar, peso fresco y seco, presentó la mayor relación costo-beneficio en el segundo año, el 2025 de 1,18 y en el año 2026 de 1,35 lo que significa que por cada dólar invertido existe una ganancia de 0,18 y 0,35 centavos por cada dólar invertido respectivamente, lo que lo convierte en una opción viable para una agricultura sostenible.

Palabras clave: Enmiendas minerales, bocashi, vermicompost, agricultura sostenible.

**Theme:** Substrates, Bioinputs and Nutrition for the Production of Oregano (*Origanum vulgare*) under Greenhouse in Carchi - Ecuador

### ABSTRACT

The research was conducted at the San Francisco Experimental Centre of the State Polytechnic University of Carchi, located in the Huaca canton, Carchi province, with the aim of evaluating substrates, bio-inputs, and nutrition strategies for the production of oregano (*Origanum vulgare*) under greenhouse conditions. The experiment was carried out using a completely randomized factorial design, with two factors (A and B), twelve treatments, and four replications. The treatments consisted of four types of substrates (sand, black soil, vermicompost, and bocashi) and three doses of mineral amendments (10, 20, and 30 g). The variables evaluated included plant height (cm), leaf area (cm<sup>2</sup>), fresh weight (g), dry weight (g), and an economic analysis. For the statistical analysis, the InfoStat 2020e program was used, applying an ANOVA and Tukey's test at 5%. The results showed that the treatments for oregano production in the greenhouse had a significant positive impact. In particular, treatment T3, which consisted of a mixture of 50% vermicompost and 50% sand (S1) plus 20 g of mineral amendments (EM3) per plant, achieved the best results in plant height, leaf area, fresh weight, and dry weight. This treatment also showed the highest cost-benefit ratio, with a value of 1.18 in 2025 and 1.35 in 2026. This implies that for every dollar invested, a profit of 0.18 and 0.35 cents is obtained respectively, making this treatment a viable option for sustainable agriculture.

**Keywords:** Mineral amendments, bocashi, vermicompost, sustainable agriculture.

## **CAPÍTULO I**

### **PROBLEMA**

#### **1.1. Planteamiento del problema**

La descripción del problema en estudio radica en la agricultura convencional, basada en el uso de fertilizantes químicos solubles a nivel mundial, para aumentar el rendimiento de los cultivos. Sin embargo, el uso excesivo causa eutrofización, toxicidad y contaminación de aguas subterráneas, contaminación del aire, degradación del suelo y ecosistemas, desequilibrios biológicos y pérdida de biodiversidad, (Velázquez et al., 2022).

El exceso de dosificaciones de fertilizantes químicos ha originado graves consecuencias ambientales, entre ellas está el proceso de deterioro de la calidad del agua (García et al., 2018). En el suelo, los impactos incluyen variación del pH, deterioro de la estructura y de la microfauna provocando la degradación, acidificación, salinización y alteración de la actividad microbiana (Ticona, 2022), (Rodríguez, 2019), la contaminación del aire por la emisión directa e indirecta de gases de efecto invernadero (González et al., 2017).

El suelo aporta un 95% en la producción mundial de alimentos, se estima que la tercera parte de la superficie terrestre está dedicada a la producción agrícola, para esta actividad el suelo debe poseer un estado sano, sin limitaciones físicas, químicas o biológicas, cumpliendo una actividad agrícola sostenible; consideraciones que deben tomarse en cuenta al momento de fertilizar a fin de no afectar las características del suelo, Burbano (2016)

En Ecuador se potencia el debate sobre los vínculos entre la actividad agrícola, comercio y ambiente; Un ejemplo de esta relación lo podemos encontrar en la parroquia El Anegado del cantón Jipijapa. La actividad agrícola es el principal eje de desarrollo económico, pero también fue el principal elemento contaminador. Los recursos naturales utilizados para el cultivo del maíz están afectados por el uso

indiscriminado de agroquímicos para su producción, la deficiente concientización y la continua utilización de estos productos en cada época de siembra (Yáñez, 2019). Hasta el momento no existen acciones claras para que evitar el impacto negativo sobre el ambiente.

En Carchi, la mayoría de los agricultores manejan criterios tradicionales en cuanto a los insumos químicos, los cuales generan altos costos de producción (Basantes et al., 2020). Además, existe un desconocimiento y la exclusión de nuevas alternativas de producción con sustratos, bioinsumos, minerales y una nutrición óptima que pueden convertirse en una opción favorable para la agricultura.

En la provincia de Carchi el monocultivo se refleja en la dependencia de cultivos específicos como papas, cebollas, maíz y brócoli, lo que restringe la diversificación agrícola y la sostenibilidad de los sistemas productivos. Esta práctica implica desafíos como la explotación a los agricultores, precios bajos, acceso limitado a recursos como tierra y capital de trabajo y una cadena de intermediación que perpetúa la pobreza. También afecta la salud del suelo, provoca pérdida de biodiversidad y genera conflictos sociales, especialmente en torno al control y acceso al agua. (Quishpi, 2023); (Agrocalidad, 2023).

Muchos agricultores desconocen las prácticas agrícolas orgánicas, la producción de orégano implica costos elevados que se fundamentan en la conservación del suelo, el uso de fertilizantes naturales y el control biológico de plagas y enfermedades. Esta falta de conocimiento puede llevarlos a depender excesivamente de agroquímicos y métodos convencionales, lo que resulta en altos costos de producción y daños ambientales (Cherlinka, 2022).

## **1.2. Preguntas de investigación o hipótesis**

- ¿Cuáles son los tratamientos en estudio más adecuados para cultivar orégano bajo invernadero?
- ¿Cuál es el mejor tratamiento para aplicar en el cultivo de orégano bajo invernadero?

- ¿Cuál de los tratamientos en estudio es el más rentable para el cultivo de orégano bajo invernadero?

### **1.3. Objetivos de investigación**

#### 1.3.1. Objetivo General

Evaluar sustratos, bioinsumos y nutrición para la producción sostenible de orégano (*Origanum vulgare*) bajo invernadero.

#### 1.3.2. Objetivos Específicos

- Evaluar sustratos, bioinsumos y enmiendas minerales para el desarrollo del cultivo de orégano bajo invernadero.
- Determinar el mejor sustrato, bioinsumo y optimizar la fórmula de enmiendas minerales para maximizar el rendimiento del cultivo de orégano bajo invernadero.
- Realizar un análisis económico de los tratamientos en estudio.

### **1.4. Justificación**

Los biofertilizantes son esenciales para el desarrollo de las plantas, ya que los nutrientes que se suministran mejoran la calidad del suelo, creando un entorno microbiológico óptimo. Además, la agricultura orgánica se está volviendo más popular en el campo debido a sus grandes beneficios, utilizando recursos naturales y reutilizables disponibles en la finca del agricultor (Acosta et al., 2023). Para probar esta teoría se aplica los sustratos en el cultivo de orégano que en producción extensiva sería una nueva oportunidad o alternativa aumentando sus rendimientos, adaptándose a nuevos suelos y climas en esta zona.

La producción de orégano será necesaria para la agroindustria, obteniendo aceites esenciales con propiedades antioxidantes y antimicrobianas, y la posibilidad de ser utilizado en la industria alimentaria, farmacéutica y cosmética. Además, el cultivo de

orégano puede proteger tradiciones culturales, promover el desarrollo territorial y puede mejorar las condiciones económicas de los agricultores de la provincia del Carchi y del Ecuador.

Al desarrollar esta investigación sobre el uso de sustratos, bioinsumos y enmiendas minerales que se encuentran disponibles en el Ecuador y usarlas adecuadamente en una fórmula completa, los agricultores en general van a reducir la cantidad de insumos convencionales y con esto se reducen los costos de producción, mejora los rendimientos y se disminuye la erosión.

Las enmiendas minerales utilizadas se encuentran y se producen en Ecuador para que los costos de importación, transporte, aduana, trámites y almacenamiento se reduzcan notablemente y así sean sustentables.

Las principales aplicaciones de zeolitas son: Control ambiental: gestión de desechos radiactivos; tratamiento de afluentes de aguas residuales; tratamiento de aguas residuales agrícolas; Agricultura: fertilización y remediación de suelos; absorción de pesticidas, fungicidas y herbicidas; absorción de metales pesados de los suelos. (Morante, 2004)

Otro de los minerales que conforman la propuesta es la roca fosfórica, que también se la puede encontrar en minas ecuatorianas. La aplicación directa de la roca fosfórica en forma apropiada y racional puede contribuir significativamente a la intensificación agrícola sostenible utilizando los recursos naturales como nutrientes para las plantas (Zapata et al., 2007)

Por otra parte, los bioinsumos como el vermicompost y bokashi, se caracterizan por enriquecer el suelo y sustratos con microorganismos benéficos que cumplen varias funciones, entre ellas, la de movilizar los nutrientes del suelo para que puedan ser absorbidos por las raíces de las plantas (Sarmiento et al., 2019), mejorando el crecimiento vegetativo y brindando mayor resistencia a la planta en condiciones desfavorables, lo que hace que estas alternativas tomen valor dentro de los sistemas agrícolas (Chicaiza, 2022).

El empleo de nuevas alternativas orgánicas para la nutrición de los cultivos contribuye a la disminución de la demanda indiscriminada de fertilizantes químicos, debido a que estimulan la actividad microbiana del suelo capaces de disponer nutrientes importantes para el desarrollo de las plantas. Además, al suprimir la aplicación de abonos químicos, existe una reducción en los costos de producción para el agricultor, ya que los biofertilizantes están compuestos por materias primas naturales y menos costosas (Cisneros et al., 2017).

Los sustratos y bioinsumos proponen una agricultura más consciente dentro de los sistemas de producción, al salvaguardar el medio ambiente y la salud humana, conservar la fertilidad de los suelos, mantener la biodiversidad, favorecer el rendimiento de los cultivos y mejorar la calidad del producto. Todo esto gracias al acercamiento del hombre a los procesos naturales que la misma naturaleza ofrece, por lo que es fundamental que los agricultores vean más allá de lo habitual y conozcan nuevos métodos para cubrir las necesidades de sus cultivos (Chura, 2019).

Para abordar el desconocimiento de los agricultores sobre la producción orgánica, es crucial implementar programas y proyectos que promuevan esta práctica, apoyando a sus organizaciones en áreas como la comercialización, la difusión de tecnologías orgánicas y la creación de sistemas de control interno para asegurar el cumplimiento de las normas orgánicas. Estos esfuerzos son esenciales para mejorar el rendimiento de los cultivos de forma sostenible, fomentando la salud del suelo, la biodiversidad y la resiliencia de los agroecosistemas ante los desafíos ambientales y climáticos. (Pazos, 2018)

Por tal razón, la presente investigación está basada en evaluar sustratos y alternativas de bioinsumos a base de, vermicompost, bokashi y la nutrición con minerales aceptados por la agricultura orgánica en el cultivo de orégano (*Origanum vulgare*) bajo invernadero.

## CAPÍTULO II

### FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

#### 2.1. Antecedentes de investigación

En la investigación realizada en la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Cantón Rumiñahui, Provincia de Pichincha, se evaluó la eficacia de los biofertilizantes bokashi y espirulina en pimiento (*Capsicum annuum*) variedad híbrido Cida R. Utilizando un Diseño de Bloques Completos al Azar con un factor de estudio (variedad de pimiento Cida R) y tres tratamientos (testigo, biofertilizante bokashi y biofertilizante espirulina), cada uno con cuatro repeticiones. (Gaibor, 2023). Los datos se analizaron con Rstudio, empleando análisis de varianza y la prueba de medias de Tukey al 95% de confiabilidad. Los resultados mostraron diferencias significativas en el crecimiento de la planta con la aplicación del biofertilizante espirulina en términos de altura, diámetro, número de flores y frutos cuajados, en comparación con el bokashi y el testigo, donde no hubo diferencias significativas. Sin embargo, durante la cosecha, no se observaron diferencias significativas en el número de frutos, peso, diámetro, longitud y rendimiento entre los tratamientos con biofertilizantes y el testigo.

En la investigación realizada en la Universidad Agraria del Ecuador, ubicada en el cantón Mocache, provincia de Los Ríos, se analizó el impacto del bokashi en la productividad del cultivo de pitahaya (*Hylocereus* spp.). Se emplearon distintas dosis de bokashi: 90.9, 113.6 y 159 kg por parcela, y un testigo sin fertilización (Eduardo, 2022). Utilizando el software Infostat y aplicando la prueba de Tukey con un 5% de significancia, se concluyó que el tratamiento más eficaz fue el T2 (113.6 kg/parcela), con un peso promedio de 292.96 gramos. Además, el análisis costo-beneficio indicó que T2 era el más rentable, seguido por bokashi 90 kg y el control. La investigación demostró la eficacia del bokashi en este cultivo y su rentabilidad potencial en otros cultivos.

En la Universidad Nacional Agraria, en su investigación evaluó el desarrollo vegetativo del orégano (*Plecthranthus amboinicus*) utilizando tres tipos de sustratos: 100% suelo, una mezcla de 35% suelo, 30% arena, 30% bokashi y 5% cal, y una combinación de

35% suelo, 35% cascarilla de arroz y 30% arena. Se calcularon los porcentajes de biomasa verde y seca para evaluar el contenido de humedad de la planta (Molina, 2019). Los resultados indicaron que el sustrato con bokashi produjo mejores resultados en términos de materia orgánica y nitrógeno. El desarrollo de la planta fue superior con el sustrato de bokashi, alcanzando un 73% de prendimiento de tallos, 41 hojas, 6.07 cm de longitud y 5.32 cm de ancho de las hojas, y 32.46 cm de longitud del tallo.

En la Universidad Técnica de Babahoyo, se realizó la investigación, Rendimiento agronómico del cultivo de orégano (*Origanum vulgare* L.), mediante la fertilización orgánica con tres tipos de bioles, en el cantón Montúfar, provincia de Carchi. Se determinó la eficiencia que tienen los bioles y dosis en porcentaje de prendimiento, altura de planta, diámetro de tallo, rendimiento de materia verde y seca de orégano, y un análisis económico de cada uno de los tratamientos, la comprobación de medias de los tratamientos se realizó mediante la prueba de rango múltiple de Duncan al 5 % de probabilidad. (Carlosama, 2017)

Los resultados que se obtuvieron presentaron que el cultivo de orégano respondió favorablemente a la aplicación de bioles y dosis generando el mayor porcentaje de prendimiento, altura de planta, diámetro de tallo, rendimiento de materia verde y seca, el cual obtuvo el mejor beneficio neto, en comparación al testigo sin aplicación. Dicha investigación despejó dudas con relación al biol más adecuado y la dosis que mejor rendimiento, calidad y beneficio neto genere al agricultor, concluyendo que el cultivo sin aplicación no genera comparación alguna estadísticamente.

El objetivo de esta investigación es seleccionar un sustrato y solución nutritiva para la producción de plántulas de orégano (*Lippia graveolens* Kunth) y plantas para vivero (Gómez, 2015) ésta investigación se realizó en tres etapas; 1) caracterización de las semillas de orégano mexicano, 2) selección de sustratos en la producción de plántulas de orégano mexicano y 3) fertilización orgánica y mineral en la producción de orégano mexicano en invernadero. Dentro de los resultados sobresalientes se obtuvo que analizando las semillas, se confirmó que la especie con la se realizó la investigación fue *Lippia graveolens* Kunth cuya viabilidad promedio fue de 75%, sin importar el color de la semilla; de los sustratos evaluados en la producción de almácigos el que produjo

una buena germinación y un mejor desarrollo de la especie fue el *peat moss*, debido a las buenas propiedades fisicoquímicas que presentó; en la etapa de invernadero se observó que la etapa de semillero es muy importante para que las plantas en invernadero presentaran un mejor crecimiento y que la fertilización mineral, obteniendo mejores resultados, sin embargo en la producción de aceites esenciales la fertilización orgánica favoreció la cantidad de estos.

## 2.2. Marco teórico

### 2.2.1. Cultivo de orégano

El orégano es una planta originaria de Europa, específicamente de las zonas mediterráneas, su nombre científico es *Origanum vulgare*. Desde tiempos antiguos, el orégano ha sido valorado tanto con fines culinarios como medicinales. Tanto los griegos como los romanos lo apreciaban y lo usaban en la preparación de alimentos, en remedios naturales, también era conocido por sus propiedades antisépticas y se aplicaba para tratar diversas dolencias. (Quishpe, 2023)



**Figura 1.** Orégano en sus primeros días de haber sido trasplantado.

**Fuente:** Fotografía del autor

Existen más de dos docenas de diferentes especies de plantas de orégano, con flores y hojas que presentan un olor característico a “especioso”, las cuales son utilizadas

con fines culinarios, siendo las más comunes el *Origanum vulgare*, nativo de Europa, y el *Lippia graveolens*, originario de México. El género *Origanum* pertenece a la familia Lamiaceae, mientras que el *Lippia graveolens*, a la familia Verbenaceae, (Cristina et al., 2004)

#### 2.2.1.1. Características generales del orégano

Está dentro de las hierbas aromáticas y medicinales de gran interés en cuanto a su aprovechamiento en la industria farmacéutica, cosmética, perfumera y alimentaria, y son una alternativa a los cultivos tradicionales, con especies de gran demanda en el mercado actual a nivel mundial. El mismo autor comenta que el orégano es una de las riquezas florísticas se conoce su utilización desde tiempos ancestrales como planta medicinal y como condimento, (CICYTEX, 2020).

Se dice que el orégano es una fuente rica de vitamina K (importante en la sangre y la salud de los huesos) y manganeso (mineral traza importante en los huesos, la sangre y la salud hormonal). Es una buena fuente de fibra para la cantidad utilizada, y está cargado con antioxidantes, contiene fitonutrientes como el ácido rosmarínico y timol.

Estos son potentes antioxidantes que protegen las células del estrés oxidativo, por eso, el orégano se ha demostrado que tiene actividad antioxidante 42 veces más potente que las manzanas y hasta 4 veces más potente que los arándanos, además tiene propiedades antibacterianas.

Los aceites de orégano como timol y carvacrol inhiben el crecimiento de bacterias, incluyendo el *Staphylococcus aureus* (Renter, 2013).

Brasil y Estados Unidos son los principales importadores de este cultivo, el Ecuador produce esta planta, pero su exportación no es significativa, sin embargo, se prevé el crecimiento de este dentro de algunos años gracias a la importancia que tiene el orégano en sus diversas aplicaciones (Goya et al., 2006).

### 2.2.1.2 Clasificación taxonómica.

**Tabla 1.** Clasificación Taxonómica del orégano

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Lamiales
Familia	Lamiaceae
Género	Origanum
Especie	Origanum Vulgare
Nombre común	Orégano

Fuente (Menéndez, 2007)

### 2.2.1.3. Características morfológicas

El orégano (*Origanum vulgare*) es una planta herbácea perenne que pertenece a la familia *Lamiaceae*. Tiene una morfología distintiva que incluye las siguientes características:






**Tallos:** Los tallos del orégano son delgados y leñosos, pudiendo alcanzar alturas de entre 30 y 60 centímetros. Son típicamente cuadrangulares y pueden ramificarse desde la base.

**Hojas:** Son pequeñas, ovaladas y de un color verde intenso. Crecen en pares opuestos a lo largo de los tallos, con márgenes enteros y miden aproximadamente de 1 a 4 centímetros de largo.

### 2.2.1.4. Etapas fenológicas del cultivo de orégano

El orégano es una planta perenne de una vida útil de 5 a 8 años, su desarrollo fenológico se basa principalmente en la brotación, crecimiento vegetativo, desarrollo del botón floral, floración y maduración (Puca, 2021), los cuales se describen en la tabla 2.

**Tabla 2.** Fenología del orégano

<b>Estado fenológico</b>	<b>Descripción general</b>	<b>Imagen referencial</b>
Brotación	Las plantas comienzan a desarrollar los primeros brotes vegetativos después de haber sido sembrado o propagado mediante esquejes o división de plantas.	
Crecimiento vegetativo	Durante el crecimiento vegetativo, las plantas continúan su crecimiento produciendo abundantes hojas y nuevas ramillas. Este crecimiento puede ser erecto o rastrero.	
Botón floral	Durante esta etapa fenológica, la planta comienza a desarrollar los primeros botones florales.	
Floración	Luego de haber formado los botones florales, comienza la etapa de floración en la cual aparecen las primeras flores.	
Maduración	Esta fase es muy importante porque es donde se determina el momento de cosecha.	
	Esta etapa ocurre después de la floración durante esta etapa las hojas basales toman una coloración clorótica (amarillenta) y comienzan a caerse.	
	La planta no tiene mucho valor comercial durante esta etapa fenológica.	

Fuente: (Puca, 2021)

Flores: Son pequeñas y se agrupan en inflorescencias globulares llamadas cabezuelas o espigas. Estas inflorescencias se desarrollan en la punta de los tallos y pueden ser blancas, rosadas o púrpuras, según la variedad.

Raíces: Posee un sistema radicular poco profundo y fibroso, lo que le permite desarrollarse bien en diversos tipos de suelo.

Aroma y sabor: Una característica distintiva del orégano es su intenso aroma y sabor. Las hojas contienen aceites esenciales que le confieren su sabor característico, esencial en su uso culinario.

Hábitat: Originario de Europa y Asia occidental, el orégano también se ha naturalizado en otras partes del mundo. Prefiere crecer en suelos bien drenados y en condiciones de clima templado. (Vidal, 2021)

#### 2.2.1.5. Requerimientos bioclimáticos

El orégano prospera en suelos bien drenados y ricos en nutrientes. Prefiere suelos ligeramente alcalinos a neutros, con un pH entre 6,0 y 7,0. Es esencial evitar el exceso de humedad, ya que puede causar enfermedades y pudrición de las raíces. Aunque puede crecer en diferentes tipos de suelo, como arenosos, francos o arcillosos, se desempeña mejor en suelos de textura media. (García, 2018)

El orégano se originó en las regiones mediterráneas y, por lo tanto, prefiere un clima similar, cálido y soleado. Aunque puede soportar temperaturas más frescas, es sensible a las heladas y prefiere temperaturas moderadas a cálidas. La temperatura ideal para el crecimiento del orégano es entre 15°C y 30°C (59°F y 86°F). Esta planta perenne puede sobrevivir durante el invierno en climas más fríos, siempre que las temperaturas no sean extremadamente bajas y se le proporcionen condiciones de protección adecuadas.

En cuanto a la humedad, el orégano prefiere un ambiente relativamente seco. Puede soportar períodos cortos de sequía una vez establecido, pero durante las etapas de

crecimiento activo, es beneficioso un riego adecuado para mantener la salud y vitalidad de la planta (Ciancaglioni, 2020).

El cultivo de orégano requiere del siguiente manejo para su producción:

**Suelos:** el orégano crece y se desarrolla en diversidad de suelos, de secos a bastante húmedos. Se desarrolla muy bien en suelos: sueltos, arcillosos, francos, permeables y ricos en materia orgánica. La planta de orégano prefiere suelos Franco - Arenosos, que puede vivir y producir buen orégano hasta los 14 años. En cambio, en suelos arcillosos se reduce su vida a 5 años. (Bastidas, 2017)

**Altitud:** puede desarrollarse desde 50 a 3400 msnm, es decir casi desde el nivel del mar hasta la zona de las altas montañas. El mayor porcentaje de aceites esenciales se logran en zonas de temperatura frías.

**Temperatura:** Es resistente al frío; sin embargo, las temperaturas menores a 5 grados centígrados afectan al cultivo de orégano retrasando el crecimiento y quemando los bordes de las hojas.

**Recursos hídricos:** En el cultivo de orégano inicialmente deben ser continuos, posteriormente dos veces por semana, después del primer mes se regará semanalmente.

**Propagación:** puede ser por semilla, acodo, división de matas, e hijuelos.

#### 2.2.1.6. Requerimientos nutricionales del orégano

El orégano (*Origanum vulgare*) tiene ciertos requerimientos nutricionales que deben ser satisfechos para un óptimo crecimiento y desarrollo. Aunque es una planta relativamente resistente y puede crecer en suelos no muy fértiles, algunos nutrientes son esenciales para su salud y producción adecuada. A continuación, se describen los principales requerimientos nutricionales del orégano:

#### 2.2.1.6.1. Macronutrientes:

Nitrógeno (N): Es crucial para el crecimiento vegetativo y la formación de proteínas. Ayuda a mantener el color verde oscuro de las hojas y promueve un crecimiento vigoroso.

Fósforo (P): Participa en la fotosíntesis, el metabolismo energético y la formación de raíces. Es esencial para el desarrollo radicular y la producción de flores y semillas.

Potasio (K): Regula el equilibrio hídrico, mejora la resistencia al estrés y favorece la calidad de los frutos. Contribuye a la salud general de la planta y la resistencia a enfermedades.

#### 2.2.1.6.2. Micronutrientes:

Calcio (Ca): importante para la estructura celular y la división celular. Ayuda a prevenir enfermedades como el tip burn y mejora la estructura del suelo.

Magnesio (Mg): componente esencial de la clorofila, necesaria para la fotosíntesis. Promueve el crecimiento y la calidad de las hojas.

Hierro (Fe): esencial para la formación de clorofila y la actividad enzimática. Previene la clorosis (amarillamiento de las hojas) y mejora la salud general de la planta.

#### 2.2.1.6.3. Otros Nutrientes:

Azufre (S): componente de aminoácidos y proteínas esenciales para el crecimiento. Ayuda en la síntesis de proteínas y enzimas.

Oligoelementos (Zinc, Cobre, Manganeso, Boro, Molibdeno): participan en diversas funciones metabólicas y enzimáticas. Aunque necesarios en pequeñas cantidades, son esenciales para el crecimiento saludable del orégano. (Rosete et al., 2019).

#### 2.2.1.7 Propagación

Según Fretes (2010), explica que el orégano presenta los tipos de reproducción para su cultivo:

Sexual: con este tipo de propagación se observa el inconveniente de que no se obtienen plantas exactamente iguales a la planta madre, ya que es el resultado de la combinación de genes del padre y de la madre. Quizás la descendencia no conserve las buenas características que interesan de la madre.

Asexual: se obtienen individuos genéticamente idénticos a la planta madre (son clones) y mantienen sus mismas características.

Semillas: lo normal en la multiplicación por semillas es realizar la siembra en recipientes como bandejas o macetas, pero también se puede realizar directamente en el suelo. Si la siembra se hace en el suelo, éste debe estar muy bien preparado, mullido, suelto y enriquecido con mantillo o turba y arena.

Estacas o Esquejes: generalmente, las estacas o esquejes se plantan en recipientes a cubierto, aunque también esta operación se puede hacer al aire libre, directamente en el suelo. Como sustrato se usa arena con turba a partes iguales.

#### 2.2.1.8 Manejo del cultivo de orégano.

De acuerdo a Semarnat (2009) aduce que para el desarrollo del cultivo de orégano es necesario el siguiente manejo:

2.2.1.8.1 Siembra: Para sembrar manualmente, es esencial que el personal esté bien capacitado para evitar la pérdida de material vegetal. La semilla debe enterrarse a una profundidad de uno o dos veces su diámetro. Esto se logra colocando la semilla en la superficie del sustrato húmedo y cubriéndola con una fina capa de sustrato adicional, humedeciéndola nuevamente para consolidar

2.2.1.8.2. Riego: debe comenzar desde el primer día de siembra por la mañana y, si es posible, realizar otro riego ligero por la tarde. Debe hacerse con rocío para evitar desplazar el sustrato y perder semillas. Una vez germinadas, se continúa el riego diario durante tres a cinco semanas antes de trasladar las plantas al campo, para inducir un estrés hídrico que les ayude a sobrevivir.

2.2.1.8.3. Establecimiento de la plantación: una vez que se preparó el terreno se procede a hacer el surcado (133 surcos por hectárea) y en ese mismo momento puede plantarse el orégano. La disposición de la planta se recomienda a tres bolillos a una distancia de 130 centímetros entre planta y planta. Esto significa que en una hectárea habría 76 plantas por surco que, multiplicado por 133 surcos por hectárea, arroja una densidad de 10,108 plantas de orégano por hectárea.

2.2.1.8.4. Fertilización: siendo el orégano una planta silvestre en proceso de domesticación, habría que realizar varios trabajos sobre el uso y requerimientos de nutrientes por la planta ya que, como es sabido, su valor comercial está en las hojas, por lo que tendrá más demanda de nitrógeno; pero como también tiene otros usos además del alimenticio, habría que evaluar sus requerimientos nutricionales como cualquier otro cultivo.

2.2.1.8.5. Cortes o cosecha: se inicia en la parte de la parcela que presenta mejores condiciones para su aprovechamiento, donde prevalezca la población vigorosa con abundante follaje. Los cortes se pueden hacer de diferentes formas, pero de tal manera que el aprovechamiento sea sustentable antes de la presencia de flores.

#### 2.2.1.9. Plagas y enfermedades

En la actualidad se utilizan técnicas de manejo integrado de plagas, como el uso de controles biológicos, como depredadores y parasitoides, y la aplicación de pesticidas orgánicos. (Bastidas, 2017)

Entre las plagas más comunes se encuentran los trips, la mosca blanca, la araña roja, pulgón y gusano medidor que se presentan en el orégano son estacionales y no se consideran exclusivas de este cultivo, ya que son consecuencia de la cercanía de otras plantas y/o cultivos que hospedan a estas plagas. No generan mayor problema en el cultivo, pero pueden serlo si no se consideran labores mínimas de control y cuidado con plantas hospederas cercanas al cultivo.

Entre las enfermedades que se presentan cuando existen condiciones favorables como, alta humedad, incidencia solar, y desbalance nutricional (exceso de nitrógeno, por ejemplo), lo que provoca un pH ácido, condicionando un ambiente propicio para el desarrollo de hongos y bacterias.

Hongos del Suelo: se ha encontrado un complejo de hongos perteneciente a los géneros *Fusarium*, *Rhizoctnia*, y a la familia de la *Phythiaceas*, *Phytophthora cryptogea*, provocan necrosis a nivel del cuello y de las raíces.

El marchitamiento del pie de las plantas afectadas se caracteriza por la presencia de ramas secas y de hojas con manchas amarillas, pardas y negras.

Hongos foliares: *Oidium* spp., produce micelio de color blanquecino en la superficie de las hojas, a manera de “polvillo”. Al igual que la Roya, el *Oidium* se hace visible cuando la planta está madurando.

#### 2.2.1.10. Importancia del cultivo de orégano en Ecuador

Según datos del Banco Central del Ecuador y el Ministerio de Agricultura y Ganadería, en años anteriores, las exportaciones de orégano ecuatoriano han generado ingresos significativos para el país. Por ejemplo, en 2019, las exportaciones de orégano alcanzaron alrededor de 20 millones de dólares. (Jiménez, 2021)

El cultivo de orégano implica la participación de numerosos trabajadores en actividades como siembra, cuidado de cultivos, cosecha y procesamiento. Según estimaciones previas del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), el sector agrícola, que incluye cultivos como el orégano, ha sido una fuente importante de empleo en áreas rurales, proporcionando trabajo a miles de personas.

La industria de procesamiento de orégano en Ecuador ha experimentado un crecimiento considerable, con la producción de aceites esenciales, condimentos y otros productos derivados del orégano. Estos productos agregan valor a la producción primaria y amplían las oportunidades de mercado. (Bastidas, 2017)

En Ecuador el consumo interno del orégano va en aumento, ya que cada vez hay más interés en productos naturales y saludables, lo que probablemente se traduce en un aumento en la demanda de orégano fresco y procesado para uso culinario y medicinal.

#### 2.2.1.11. Composición nutricional del orégano.

El orégano contiene vitaminas A, B6, B9, C, E y K, además de fibra y minerales como hierro, magnesio, manganeso, zinc, cobre y potasio. La planta del orégano posee además flavonoides, taninos, ácidos fenólicos, aceites esenciales (carvacrol, timol y

origaneno) y ácido rosmarínico que le aportan cualidades antioxidantes y antimicrobianas. De hecho, es una de las plantas que contiene más antioxidantes, (Martinengo, 2022), se describe en la Tabla 3.

**Tabla 3.** Composición nutricional del orégano

<b>Componentes</b>	<b>Por cada 100 gr</b>
Kcalorías	308 gr
Carbohidratos	21.63 gr
Proteínas	11 gr
Fibra	42.8 gr
Grasas	10.25 gr
Sodio	15 mg
Calcio	1576 mg
Hierro	44 mg
Magnesio	0 mg
Fósforo	200 mg
Potasio	1669 mg
Vitamina A	0.69 mg
Vitamina B1	0.34 mg
Vitamina B2	0.32 mg
Vitamina B3	6.22 mg
Vitamina B12	0 mg
Vitamina C	50 mg

**Fuente:** (Martinengo, 2022)



Figura 2. Información nutricional del orégano.

Fuente: <https://www.herbazest.com/es/hierbas/oregano>

Su capacidad antimicrobiana se ha demostrado contra las bacterias de la salmonella, *Escherichia coli* o *staphylococcus aureus*, entre otros.

#### 2.2.1.12. Manejo del cultivo de orégano

Según Sánchez (2023), el cultivo de orégano requiere cuidados específicos para asegurar un buen rendimiento y calidad del producto. Hay varios puntos importantes que se debe de considerar al momento de llevar a cabo la producción de orégano.

##### Preparación del terreno:

Selección del Sitio: elija un sitio bien drenado y soleado para el cultivo de orégano. Asegúrese de que el suelo tenga un buen contenido de materia orgánica y un pH entre 6.0 y 8.0, que es óptimo para el crecimiento del orégano.

Preparación del suelo: antes de la siembra, prepare el suelo eliminando malezas y agregando compost o abono orgánico para mejorar la estructura y la fertilidad del suelo.

##### Siembra y espaciado:

Época de siembra: siembre el orégano en primavera u otoño, dependiendo de la región.

**Siembra:** el orégano se puede propagar a partir de semillas o mediante esquejes. Si se utilizan semillas, se deben sembrar en un lecho de siembra bien preparado y mantener húmedo hasta que germinen. Si se usan esquejes, estos se pueden plantar directamente en el suelo o en macetas y luego trasplantar al campo cuando tengan raíces desarrolladas.

**Espaciado:** plante las plántulas de orégano a una distancia de 20 a 30 centímetros entre plantas para permitir un buen desarrollo y ventilación. (Salgado, 2017)

**Riego y fertilización:**

**Riego:** mantenga el suelo ligeramente húmedo, pero no saturado. El orégano es resistente a la sequía, pero necesita agua durante períodos secos para un crecimiento óptimo.

**Fertilización:** aplique abono orgánico como compost o estiércol al suelo antes de la siembra. Durante la temporada de crecimiento, puede aplicar un fertilizante equilibrado de forma moderada para promover un crecimiento saludable.

**Control de malezas y plagas:**

**Control de malezas:** mantenga el cultivo libre de malezas mediante la eliminación manual o el uso de técnicas de acolchado con materia orgánica.

**Control de plagas y enfermedades:** inspeccione regularmente las plantas para detectar signos de plagas y enfermedades. Utilice métodos de control integrado de plagas, como el uso de insecticidas naturales y el manejo cultural para minimizar el uso de pesticidas químicos.

**Poda y mantenimiento:**

**Poda:** realice podas ligeras para promover un crecimiento compacto y estimular la producción de nuevas hojas. Elimine las flores marchitas para prolongar la temporada de cosecha.

Mantenimiento: mantenga el cultivo de orégano limpio y ordenado. Asegúrese de proporcionar suficiente espacio entre las plantas para una buena circulación de aire.

Cosecha:

Cosecha regular: coseche las hojas de orégano cuando las plantas tengan al menos 10 a 15 centímetros de altura. Corte las hojas con tijeras o cuchillas afiladas y deje que las plantas se recuperen antes de la próxima cosecha.

Secado y almacenamiento: Seque las hojas de orégano en un lugar oscuro y bien ventilado hasta que estén crujientes. Almacene las hojas secas en recipientes herméticos en un lugar fresco y seco para conservar su aroma y sabor. (Ecohortum, 2019)

### 2.2.2. Sustratos

Un sustrato es cualquier medio que se utilice para cultivar plantas en contenedores, entendiendo por contenedores cualquier recipiente que tenga una altura limitada, en el caso de nuestra investigación se realizaron en fundas plásticas de una capacidad de 4 kilogramos (Burés, 2005).

Los sustratos utilizados en cultivos de invernadero pueden ser orgánicos o inorgánicos, siendo esenciales para el crecimiento de las plantas. Algunos sustratos retienen agua en sus superficies, otros en sus estructuras internas, y algunos como la perlita retienen muy poca agua, lo que complica la elección de la mezcla ideal para los productores debido a la variedad de fórmulas disponibles. (López, 2022)

La producción de plantas de alta calidad depende de la combinación adecuada de componentes con diversas características. Es crucial considerar las propiedades físicas, químicas y biológicas de estos sustratos para obtener resultados óptimos. (Sembralia, 2021)

Según Napier (1985) el sustrato debe cumplir con características físicas y químicas tales como: ser liviano en peso; homogéneo, barato y fácilmente disponible; tener una alta capacidad de intercambio de cationes; tener un pH de 4.5 a 6; estar relativamente

libre de insectos, enfermedades y semillas de malezas; retener suficiente humedad y obtener la cohesión necesaria para formar un pilón que no se deshaga al quitar el envase.

Una alternativa razonable para trabajar con los sustratos es realizar mezclas en diferentes proporciones, en este estudio se realizaron tres sustratos S1 (50% vermicompost + 50% arena), S2 (50% tierra negra + 50% arena) y el S3 (50% bokashi + 50% arena) son excelentes mezcladores para garantizar la distribución de la humedad, pero sus proporciones y elementos dependen del análisis de las características de cada componente en particular.

### 2.2.3. Bioinsumos.

El fertilizante orgánico está definido como producto cuya función principal es aportar nutrientes para las plantas, los cuales proceden de materiales carbonados de origen animal y vegetal. (AEFA, 2013).

El mismo autor menciona que la materia orgánica forma complejas interrelaciones con los minerales de los suelos que tienen la capacidad de retener nutrientes y ponerlos a disposición de los cultivos, disminuyendo lixiviaciones y bloqueos, lo que favorece la asimilación de los nutrientes minerales.

Es decir, la materia orgánica es sinónimo de fertilidad de los suelos. Con materia orgánica además se mejoran las características físicas como porosidad, retención de agua, permeabilidad, etc. Y se estimula la flora microbiana que a su vez facilita la transformación de los compuestos del suelo en nutrientes disponibles para los cultivos. En definitiva, con el uso intensivo de fertilizantes minerales se obtienen elevados rendimientos, pero se salinizan paulatinamente los suelos, lo que lleva a un “cansancio” de los mismos con merma de las cosechas.

Así mismo explica que el aporte de materia orgánica favorece la asimilación de los nutrientes minerales y por tanto la eficiencia de la fertilización mineral puesto que la materia orgánica del suelo disminuye por las extracciones y la mineralización, es necesario reponerla mediante la incorporación de fertilizantes orgánicos.

### 2.2.3.1. Vermicompost o Humus de lombriz

El “vermicompost” o “humus de lombriz” es un tipo de abono orgánico generado por las lombrices al procesar materia orgánica animal y vegetal. Especialmente las lombrices del género *Eisenia*, como la lombriz roja californiana (*Eisenia foétida*), son reconocidas por su habilidad para transformar desechos orgánicos en un producto altamente mejorado para el suelo y las plantas. (Acosta, 2023).



**Figura 3.** Vermicompost utilizado en el ensayo.

**Fuente:** Fotografía del autor

#### 2.2.3.1.1. Características del Vermicompost

El humus de lombriz es considerado el mejor abono orgánico disponible. Una tonelada de humus de lombriz puede reemplazar 12 toneladas de estiércol bovino o 4 toneladas de compost. Es adecuado para cualquier tipo de cultivo y puede utilizarse en agricultura ecológica.

Este abono no es tóxico ni tiene mal olor. Durante el proceso de vermicompostaje, se eliminan los patógenos y restos de semillas, resultando en un producto estabilizado que puede estar en contacto directo con las raíces y tiene un aroma a tierra húmeda.

Cada gramo de humus de lombriz contiene una cantidad enorme de microorganismos, mucho más que el compost tradicional. Esta carga microbiana es la que le confiere sus características únicas.

El humus de lombriz es compatible con otros fertilizantes, tanto químicos como orgánicos, y puede aumentar su eficacia. La flora microbiana presente en el humus ayuda a la solubilización y asimilación de nutrientes por parte de las plantas, mejorando el aprovechamiento de otros fertilizantes y reduciendo la pérdida de nutrientes. Esto disminuye la necesidad de insumos químicos en la agricultura.

Protege los cultivos, ya que estudios demuestran que la actividad microbiana del humus ayuda a controlar, reducir y/o suprimir patógenos vegetales y hongos. Además, al mejorar el estado general de la planta, aumenta su resistencia sistémica frente a agresiones externas como heladas o sequías.

La presencia de macro y micronutrientes en el vermicompost influye positivamente en los cultivos, incrementando la germinación, el crecimiento, la productividad y la calidad de flores y frutos.

El humus de lombriz suministra nutrientes de forma gradual, proporcionando efectos prolongados en el tiempo, por lo que se recomienda su aplicación en terrenos cada 3-4 años.

Finalmente, mejora la estructura física del suelo, formando agregados, reduciendo la erosión y mejorando la capacidad de retención de agua y aireación. (Aguirre, 2021)

#### 2.2.3.2. Elaboración del Vermicompost

Paso 1. Utilizando una cinta métrica y estacas, marque en el suelo un rectángulo de 1 metro de ancho y de 1 a 20 metros de largo. La altura puede ser de 40 cm y el espacio entre las camas debe ser de 50 a 60 cm.

Paso 2. Prepare las camas añadiendo una capa de sustrato precompostado de 10 a 15 cm de espesor, con una humedad del 70 al 80% y un pH de 6 a 8.

Paso 3. Verifique la calidad del sustrato y siembre las lombrices, distribuyendo 2,500 lombrices por metro cuadrado en pequeños montículos. Cúbralas ligeramente para protegerlas, permitiéndoles bajar gradualmente a las capas inferiores.

Paso 4. Riegue las camas para mantener una humedad del 80%, ajustando la frecuencia según la temporada. En invierno, riegue con menor frecuencia, mientras que en verano aumente la frecuencia. Utilice la prueba del puño para controlar la humedad: al apretar un puño de sustrato, deberían escurrir alrededor de tres gotas de agua.

Paso 5. Durante el primer mes, las lombrices se reproducen en el sustrato inicial. Después, agregue una capa de alimento de 5 a 8 cm de espesor cada dos semanas durante 4 a 12 meses, hasta que se consuma una tonelada de residuos orgánicos. Las lombrices digieren este alimento de abajo hacia arriba, produciendo humus.

Paso 6. Para la cosecha de humus, deje de alimentar a las lombrices por una semana. Luego, traslade las lombrices a una nueva cama. Para esto, retire la capa superior donde se encuentran las lombrices con una pala y colóquelas en recipientes para llevarlas a la nueva cama. Otra opción es colocar una malla en la parte superior de la cama con alimento, permitiendo que las lombrices suban a través de la malla. Después de 5 a 7 días, retire la malla con las lombrices y colóquelas en la nueva cama.

Poscosecha: Deje de regar la cama de donde se retiraron las lombrices. Remueva el humus con un azadón y trasládelo al área de cosecha para realizar el cernido, embolsado y almacenamiento. Mantenga la humedad al 30% para conservar la calidad del producto y beneficiar a la flora microbiana. (Camacho, 2023)

#### 2.2.3.2. Bokashi

Los autores (López et ál., 2015), indican que el bokashi es un abono orgánico utilizado por los antiguos agricultores japoneses, de donde se originó la palabra Bokashi, la

Cual significa “materia orgánica fermentada”. Este abono se deja descomponer en un proceso aeróbico de materiales de origen animal o vegetal.



**Figura 4.** Elaboración del Bokashi

**Fuente:** Foto en finca de Sr. Francisco Gangotena

Su uso activa y aumenta la cantidad de microorganismos en el suelo, así como mejora sus características físicas y suple a las plantas con nutrientes. Se puede elaborar con materiales locales, por lo que se pueden hacer variaciones de acuerdo con la materia prima disponible en la región.

El uso en las plantas es muy importante, ya que aportan muchos nutrientes, también a disminuir la contaminación del medio ambiente. El bokashi aporta diferentes nutrientes como nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y silicio mejorando el crecimiento y desarrollo de las plantas.

Entre las Ventajas del abono orgánico bokashi, se encuentra que eliminan factores de riesgo para la salud de los trabajadores y consumidores. Protegen el medio ambiente, la fauna, la flora y la biodiversidad. Mejoran gradualmente la fertilidad de los suelos asociada a su macro y microbiología.

Estimulan el ciclo vegetativo de las plantas (en hortalizas se observan ciclos vegetativos menores).

Mayor rendimiento de número de plantas por hectárea.

Son una fuente constante de materia orgánica.

Los suelos conservan la humedad y amortiguan los cambios de temperatura.

Reducen el escurrimiento superficial del agua.

Reduce el costo de producción.

Mejoran la permeabilidad de los suelos. (Restrepo, 2010)

#### 2.2.4. Enmiendas Minerales.

En Ecuador, hay pocos avances de la aplicación de Enmiendas Minerales (EM), como ejemplo Delanya, abono mineral para el mejoramiento de las propiedades físicas y químicas del suelo; las investigaciones se han enfocado a la utilización de Zeolita, Silicio, Calcio y Roca Fosfórica en forma independiente (Soca et al., 2015).

Por lo que a continuación vamos a describir los estudios realizados acerca de los beneficios de estos minerales para la agricultura.

Silicio (Si), aproximadamente el 98% de la corteza terrestre está constituida por ocho elementos, de los cuales solo oxígeno y silicio constituyen cerca del 75% según (Cruz et al, 2011) es el segundo elemento más abundante de la litósfera, en la corteza terrestre ocupa el 28%, seguido por el oxígeno 47%, el (Si) se considera elemento esencial para algunas especies (Varas et al., 2021).



**Figura 5.** Mina de silicio **Fuente:** org/wiki/Archivo:Mina\_de\_Sílice.jpg

Existe una afinidad entre el silicio con el oxígeno, produciendo varias formas de SiO<sub>2</sub> vidrio de sílica, sílica amorfa, cristobalita, cuarzo y otros silicatos, los cuales están combinados con varios metales como aluminio, hierro, magnesio entre otros. El silicio es un elemento muy importante en el siglo XXI, ya que es fundamental debido a su alta composición en el suelo, como elemento es renovable y sostenible (Álvarez et al., 2014)

Cuando las plantas toman el (Si) se benefician en diferentes aspectos morfológicos y fisiológicos, transformándose en ácido silícico el cual se polimeriza como gel de sílice en la superficie de las hojas y tallos; aunque su función fisiológica no es evidente, sus efectos benéficos son percibidos en plantas acumuladoras de este elemento en condiciones de estrés. (Espinoza, 2019)

Tierra de Diatomeas.- Es clasificada por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos como asegura (Martínez et al., 2013), los acúmulos de frústulos silicios de diatomeas que se han ido depositando a lo largo de millones de años, constituyen el material fosilizado conocido como tierra diatomeas o diatomita, éstas son un material poroso y ligero formado de sedimentos acumulados de restos fosilizados de algas acuáticas unicelulares (*Bacillariophyta*), el componente principal de las tierras diatomeas es sílice amorfo (SiO<sub>2</sub>) y pequeñas cantidades de minerales como aluminio, óxido de hierro, hidróxido de calcio, magnesio y sodio (Saravia et al., 2017).

El estudio de los polvos inertes se ha realizado por más de dos décadas, resultando en registros y uso comercial de varias formulaciones de estos materiales, existen muchas clases de polvos inertes: limo, sal común, arena, caolín, ceniza de cáscara de arroz, ceniza de madera, arcilla, tierra de diatomea (90% SiO<sub>2</sub>) (Viera et al., 2020).

2.2.4.1. Zeolita. - Son enmiendas que mejoran las propiedades químicas de los suelos y son efectivas para incrementar la capacidad de intercambio catiónico (CIC) en la zona de las raíces y disminuir las aplicaciones de fertilizantes, reduciendo las pérdidas por volatilización y lixiviación de los mismos (Rojas et al., 2021).

Una propiedad importante de las zeolitas es que son aluminosilicatos cristalinos y porosos que les permite el intercambio iónico sin cambiar su estructura atómica

según (Villavicencio, 2009). Estudio de la adsorción de aniones sobre zeolitas sintéticas modificadas con surfactantes. Revista de la Facultad de Ingeniería Universidad Central de Venezuela, 24(3), 95-107. (Barea, 2022), esto permite desbloquear ciertos nutrientes que se encuentran encapsulados en la tierra y facilita la absorción por parte de las plantas.



**Figura 6.** Zeolita triturada **Fuente:** Fotografía tomada por el autor

Otros beneficios de su aplicación han sido reportados como: mejorar la capacidad de retención de humedad de la capa arable, facilitar el movimiento del agua en el perfil y reducir la densidad aparente del suelo, lográndose un incremento de producción en la cosecha de los cultivos, reduciendo el impacto ecológico (Soca et al., 2016).

En Ecuador se comenzó a producir zeolitas a partir del año 1998; desde esta fecha se ve el incremento significativo, teniendo un pequeño decremento durante el 2001 debido a la baja en la producción agrícola sobre todo banano y acuícola, camarones (Morante et al., 2004)

2.2.4.2. Roca Fosfórica. - El componente principal de la roca fosfórica es el fósforo, el mismo que es muy abundante en el suelo, y se puede encontrar en la mayoría de las rocas en cantidades pequeñas, pero en un tipo particular de rocas fosfáticas conocidas como fosforitas que son fosfatos marinos sedimentarios, el contenido de  $P_2O_5$  suele ser superior al 18%. Se presenta en forma de costras, esferulitas y

nódulos en capas sedimentarias, formando grandes masas de rocas fosfáticas o la parte mineral de huesos y dientes de vertebrados (Piña, 2013).

El fósforo es uno de los elementos vitales para la agricultura y para la vida en general ya que compone todas las cadenas alimenticias, pasando de un organismo a otro (Castro, 2018). El fósforo (P) interviene en casi todas las reacciones químicas, ya sea en compuestos minerales como en combinaciones orgánicas lecitina, fitinas, proteínas. En las plantas entra dentro de la composición de fosfolípidos y del ácido nucleico. La falta de fósforo reduce la producción de granos y semillas y su deficiencia disminuye el valor alimenticio de estos.

La principal fuente de fósforo para el ser humano son las plantas de alimentación. Por medio de un proceso industrial se logra convertir a las rocas fosfóricas para que sean más aprovechables por las plantas. Debido a esto, los componentes minerales o materias primas son estratégicos para la industria de fertilizantes.

2.2.4.3. Calcio (Ca), cumple un papel esencial en los procesos que preservan la integridad estructural y funcional de las membranas vegetales, estabilizan las estructuras de la pared celular, regulan el transporte de iones, así también, regulan las actividades enzimáticas. Los mecanismos del calcio mejoran los daños por salinidad a nivel celular, los cuales no se comprenden totalmente. El calcio estabiliza las membranas celulares mediante la reducción de fosfato y grupos carboxilato de fosfolípidos y proteínas, preferiblemente en las superficies de membrana (Valdivia, 2022).



**Figura 7.** Calcio en malla 200 **Fuente:** Fotografía tomada por el autor

Estudios realizados indican que con la disminución de la concentración de calcio habría un aumento en la susceptibilidad de la fruta al ataque fungoso en postcosecha (Cardona, 2023).

A diferencia de otros elementos, el calcio no tiene gran importancia como activador enzimático. Además, es un elemento de muy baja movilidad interna. Las principales funciones del calcio dentro de la planta según (Kass, 2006) son:

Forma parte del pectato de calcio que confiere rigidez y resistencia a las paredes celulares.

Promueve la turgencia del plasma coloidal en forma similar al potasio.

Activa los meristemos de la raíz para su crecimiento radicular.

Contribuye a la formación de nódulos de leguminosas.

Contribuye a la germinación de los granos de polen y para que se desarrolle el tubo polínico.

Es importante para la división y elongación celular.

La planta puede mostrar la falta de éste elemento en follaje y tejidos jóvenes. El crecimiento se inhibe y las plantas presentan la apariencia de un arbusto. Las hojas más jóvenes se observan más pequeñas y deformes, con la presencia de clorosis en el margen de estas. En ocasiones se detectan las nervaduras de color café y el follaje puede llegar a necrosarse. Puede haber una partidura de las hojas y el crecimiento de la raíz se detiene en plantas deficientes de calcio (Domínguez, 2019).

Los beneficios de estos minerales en la agricultura están demostrados y se han usado en forma independiente, El motivo de este trabajo es encontrar la fórmula de estas enmiendas minerales, los porcentajes de la mezcla física como complemento a la fertilización tradicional para disminuir el empleo de fertilizantes a base de nitrógeno, fósforo y potasio.

#### 2.2.4.4. Enmienda Mineral Delanya

Esta enmienda mineral es la que se encuentra propuesta como parte de este estudio para realizar los respectivos tratamientos, la misma que es la unión de los minerales anteriormente descritos en proporciones que han sido definidos y probados previamente en diferentes cultivos y en todos los pisos climáticos del Ecuador.

La enmienda mineral Delanya tiene el registro de Agrocalidad 1289-F-AGR-G desde el año 2022, en donde se compone de zeolita, silicio, calcio, roca fosfórica y tierra de diatomeas.



**Figura 8.** Saco del producto DELANYA con sus componentes

**Fuente:** Fotografía tomada por el autor

Para llegar a la comercialización de este producto se pasa por la trituradora las rocas extraídas de las diferentes minas en las proporciones que la marca sugiere a fin de que se mezclen en una forma homogénea, finalmente se tiene un producto en polvo malla 200.

La enmienda mineral Delanya tiene el registro de Agrocalidad 1289-F-AGR-G desde el año 2022, en donde se compone de zeolita, silicio, calcio, roca fosfórica y tierra de diatomeas, de acuerdo con la siguiente carga mineral, las propiedades fisicoquímicas de la muestra se encuentran detalladas en el (Anexo 5) junto a la Ficha Técnica del producto Delanya.

Este producto en polvo resultado de las mezclas anteriormente descritas llega a tener las características de la figura anterior. Para algunas aplicaciones se usa directamente en polvo, pero para otras se requiere que el producto sea granulado, esta transformación física del producto no implica cambio de propiedades químicas, únicamente cambio en propiedades físicas.

El proceso de granulación que comprende en las etapas de preparación del material, (partiendo de una base de polvo malla 200) humectación (consiste en humedecer con aspersores a la materia prima), aglomeración (mediante la fuerza centrífuga se van uniendo estas partículas poco a poco hasta llegar a tener el diámetro deseado) y finalmente el secado (que no es más que un proceso de calentamiento mediante una cámara por donde pasan los granos para que pierdan el grado de humedad hasta llegar a estar a un 2%).

La forma de final para su distribución se encuentra en la **Figura 9**.



**Figura 9.** Producto DELANYA granulado. **Fuente:** Fotografía tomada por el autor

### **2.3. Marco legal**

En Ecuador, la producción de orégano debe ajustarse a las normativas de AGROCALIDAD, que abarcan aspectos como la sanidad vegetal, el uso de agroquímicos y la certificación del producto. Los productores deben implementar prácticas agrícolas sostenibles y cumplir con los estándares de seguridad alimentaria

para poder exportar. Además, el orégano debe seguir los requisitos de etiquetado y trazabilidad exigidos por esta entidad.

**Ley Orgánica de Sanidad Agropecuaria:** Esta ley regula las actividades relacionadas con la sanidad agropecuaria, incluyendo la sanidad vegetal. Establece las normas para la prevención, control y erradicación de plagas y enfermedades que afectan a las plantas.

**Reglamento a la Ley Orgánica de Sanidad Agropecuaria:** Complementa la Ley Orgánica de Sanidad Agropecuaria y detalla los procedimientos y requisitos para la implementación de medidas fitosanitarias.

### 2.3.1. Marco legal Normativa Nacional de Producción Orgánica

Esta normativa tiene como objetivo fundamental incorporar disposiciones técnicas y administrativas complementarias para la aplicación de la Normativa General para Promover y Regular la Producción Orgánica-Ecológica- Biológica en el Ecuador, publicada en Registro Oficial N° 34 del 11 de julio de 2013, con el objeto de:

- a) Asegurar que todas las fases, desde la producción hasta el consumidor final, estén sujetas al sistema de control establecido en el presente Instructivo;
- b) Normar el funcionamiento de las agencias certificadoras que operan en el país en el ámbito de la certificación de productos orgánicos; y
- c) Encauzar las actividades a ser realizadas por las autoridades de control pertinentes. (AGROCALIDAD, 2023).

### 2.3.2. Objetivos de Desarrollo Sostenible

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) están profundamente relacionados con la agricultura ecológica, ya que este tipo de agricultura busca armonizar la producción alimentaria con la protección del medio ambiente, la equidad social y la salud humana. A continuación, algunos de los ODS más relevantes para la agricultura ecológica:

#### 2.3.2.1. ODS 2: Hambre cero

La agricultura ecológica promueve prácticas sostenibles que como beneficios

aumentan la productividad y mejoran la seguridad alimentaria, especialmente en comunidades rurales. Además, fomenta una alimentación más saludable y diversa.

#### 2.3.2.2. ODS 3: Salud y bienestar

- Al evitar el uso de pesticidas y fertilizantes químicos, la agricultura ecológica reduce la exposición de los agricultores y consumidores a sustancias nocivas, mejorando la salud de las personas y el bienestar general.

#### 2.3.2.3. \*ODS 6: Agua limpia y saneamiento

- Las prácticas ecológicas utilizan menos recursos hídricos y reducen la contaminación de las fuentes de agua, ya que evitan el uso de agroquímicos que contaminan ríos y acuíferos.

#### 2.3.2.4. ODS 12: Producción y consumo responsables

- La agricultura ecológica fomenta un modelo de producción más responsable, basado en el uso eficiente de los recursos naturales, la reducción de desechos y el respeto por el medio ambiente.

#### 2.3.2.5. ODS 13: Acción por el clima

- La agricultura ecológica ayuda a mitigar el cambio climático al reducir la emisión de gases de efecto invernadero y aumentar la captura de carbono en los suelos a través de prácticas regenerativas como el compostaje y la agroforestería.

#### 2.3.2.6. ODS 15: Vida de ecosistemas terrestres

- Esta forma de agricultura protege la biodiversidad, conserva los ecosistemas y fomenta prácticas que restauran suelos degradados, asegurando la sostenibilidad de los recursos naturales.

#### 2.3.2.7. ODS 8: Trabajo decente y crecimiento económico

- Promueve el empleo en áreas rurales, fomentando prácticas agrícolas sostenibles que generan oportunidades de trabajo dignas y fortalecen las economías locales.

En resumen, la agricultura ecológica contribuye directamente al logro de los ODS al establecer un modelo de producción agrícola más sostenible, respetuoso con el medio ambiente y socialmente inclusivo.

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA

#### 3.1. Descripción del área de estudio/grupo de estudio

La investigación se llevó a cabo en el Centro Experimental "San Francisco" (CESF), perteneciente a la UPEC, localizado en el norte del Valle Interandino del Ecuador, específicamente en la Calera, cantón Huaca, provincia del Carchi. Situado a 2834 metros sobre el nivel del mar, con coordenadas geográficas de 00-38'-29" latitud Norte y 77-43'-35' longitud Oeste. La temperatura oscila entre 3°C y 18°C, con un promedio de 12°C, y una precipitación anual media de 1200 mm, acompañada de un 80% de humedad relativa. (Peña et al., 2019).



**Figura 10.** Ubicación del experimento **Fuente:** Captura google earth.

#### 3.2. Enfoque y tipo de investigación

3.2.1. Enfoque. Es cuantitativo ya que se realizó una recolección de datos basados en medición numérica (altura, diámetro de planta, peso fresco, peso seco y análisis

económico) y la aplicación de un análisis estadístico para obtener los resultados de la investigación.

### 3.2.2. Tipo de investigación:

#### 3.2.2.1. Campo

La investigación se implantó en un invernadero en el Centro Experimental “San Francisco” perteneciente a la UPEC, ubicado en el cantón San Pedro de Huaca, provincia del Carchi.

#### 3.2.2.2. Experimental

Se empleó un ensayo con Arreglo factorial (4X3) en un Diseño Completamente al Azar (DCA) con doce tratamientos y cuatro repeticiones para la obtención de resultados de los diferentes tratamientos.

#### 3.2.2.3. Bibliográfica

Se tomaron referencias de diferentes documentos como: artículos científicos, libros, tesis, páginas web, revistas, etc., para reforzar el conocimiento de las variables planteadas.

### 3.2.3. HIPÓTESIS

#### 3.2.3.1. Hipótesis alternativa

La aplicación de Sustratos, bioinsumos y nutrición para la producción de orégano (*Origanum vulgare*) tienen efecto positivo en el rendimiento del cultivo de orégano bajo invernadero en Carchi - Ecuador

#### 3.2.3.2. Hipótesis nula

La aplicación de Sustratos, bioinsumos y nutrición para la producción de orégano (*Origanum vulgare*) no tienen efecto positivo en el rendimiento del cultivo de orégano bajo invernadero en Carchi – Ecuador

### 3.3. Definición y operacionalización de las variables

**Tabla 4.** Definición y Operacionalización de las variables

Variable definición	Dimensión	Indicadores	Técnica	Instrumento
<b>Independiente: aplicación de sustratos, bioinsumos y nutrición mineral.</b>	Vermicompost	Se aplicó 2 kg por maceta como sustrato en el trasplante		
	bokashi	Se aplicó 2 kg por maceta como sustrato en el trasplante		
	Arena	Se aplicó 2 kg por maceta como sustrato en el trasplante	manual	Balanza digital
	Tierra	Se aplicó 2 kg por maceta como sustrato y 4 kg por maceta en el trasplante		
	Abono mineral Delanya granulado planta <sup>-1</sup>	Se aplicaron en dosis de 10, 15, y 20 g por planta en el trasplante.		

<b>Dependiente: desarrollo del cultivo de orégano</b>	Altura de planta (cm)	A los 30 y 60 días después del trasplante, se midió la altura de la planta con un flexómetro en centímetros, desde la base del tallo hasta la yema terminal estas se señalaron con una piola verde.	Observación, medición manual y registro.	Flexómetro y cuaderno de apuntes
	Área foliar (cm)	A los 30 y 60 días antes del corte, se midió el diámetro foliar con un flexómetro en centímetros		
	Peso fresco (g)	A los 30 y 60 días, se podó a 3 centímetros del suelo toda la masa verde por tratamiento y se pesó en gramos	Pesaje digital	Balanza digital
	Peso seco (g)	A los 30 y 60 días, se secó en estufa toda la masa verde y se pesó en gramos el orégano disecado por tratamiento		
	Análisis económico (USD)	Al finalizar el ensayo se procedió a realizar un análisis financiero	C/B	Fórmula

Fuente: (Rodríguez, 2024)

### 3.4. Procedimientos

#### 3.4.1. Diseño Experimental

Arreglo factorial (4X3) en un Diseño Completamente al Azar

#### FACTOR A

Sustratos:

S1 (50% vermicompost + 50% arena)

S2 (50% tierra negra + 50% arena)

S3 (50% bokashi + 50% arena)

S4 (100% tierra negra)

#### FACTOR B

Enmienda Mineral:

EM1 (10g planta<sup>-1</sup>)

EM2 (15g planta<sup>-1</sup>)

EM3 (20g planta<sup>-1</sup>)

**Tabla 6.** Tratamientos del ensayo experimental

TRATAMIENTOS SUSTRATOS		ENMIENDA MINERAL
T1	S1 (50% Vermicompost + 50% arena)	+ EM1 (10g planta <sup>-1</sup> )
T2	S1 (50% Vermicompost + 50% arena)	+ EM2 (15g planta <sup>-1</sup> )
T3	S1 (50% Vermicompost + 50% arena)	+ EM3 (20g planta <sup>-1</sup> )
T4	S2 (50% tierra negra + 50% arena )	+ EM1 (10g planta <sup>-1</sup> )
T5	S2 (50% tierra negra + 50% arena)	+ EM2 (15g planta <sup>-1</sup> )
T6	S2 (50% tierra negra + 50% arena)	+ EM3 (20g planta <sup>-1</sup> )
T7	S3 (50% bokashi + 50% arena)	+ EM1 (10g planta <sup>-1</sup> )
T8	S3 (50% bokashi + 50% arena)	+ EM2 (15g planta <sup>-1</sup> )
T9	S3 (50% bokashi + 50% arena)	+ EM3 (20g planta <sup>-1</sup> )
T10	S4 (100% tierra negra)	+ EM1 (10g planta <sup>-1</sup> )
T11	S4 (100% tierra negra)	+ EM2 (15g planta <sup>-1</sup> )
T12	S4 (100% tierra negra)	+ EM3 (20g planta <sup>-1</sup> )

T10 R1	T4 R1	T8 R1	T2 R1	T6 R1	T1 R1	T3 R1	T11 R1	T9 R1	T5 R1	T12 R1	T7 R1
T7 R3	T12 R3	T5 R3	T9 R3	T10 R3	T3 R3	T1 R3	T6 R3	T2 R3	T8 R3	T4 R3	T1 R3
T3 R2	T1 R2	T9 R2	T5 R2	T12 R2	T7 R2	T10 R2	T4 R2	T8 R2	T11 R2	T2 R2	T6 R2
T6 R4	T11 R4	T7 R4	T2 R4	T8 R4	T1 R4	T4 R4	T9 R4	T5 R4	T12 R4	T3 R4	T10 R2

**Figura 12.** Distribución tratamientos del ensayo

### 3.4.2 Características del ensayo

**Tabla 5.** Características del ensayo

Área total del ensayo (m <sup>2</sup> )	140
Número de tratamientos	12
Número de repeticiones	4
Número de unidades experimentales	48
Distancia entre tratamientos (m)	0,5
Total, plantas por unidad	10
Total, plantas ensayo	480

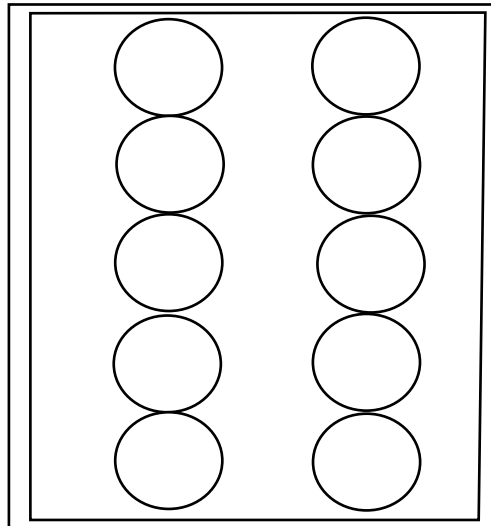
### 3.4.3. Población y muestra

#### 3.4.3.1. Población

La población del ensayo experimental estuvo compuesta por 480 plantas divididas en 48 unidades en un área de 142 m<sup>2</sup>. (figura 1).

### 3.4.3.2. Muestra

Cada parcela consta de 10 plantas en macetas de 4 kg donde se tomó la muestra de todas las plantas.



**Figura 11.** Muestra del ensayo experimental

### 3.4.4. Elaboración de los Bioinsumos

Se incorporaron vermicompost y bokashi de producción local que se compraron en distribuidoras de insumos orgánicos, se mezclaron con arena y tierra negra de suelos andisoles del lugar de investigación como sustratos.

### 3.4.5. Trasplante del orégano

Cada plántula de orégano se sembró en macetas de fundas plásticas de capacidad de 4 kg, cada unidad experimental constará de 10 macetas en total se utilizará 480 plántulas de orégano.



**Figura 13.** Foto del ensayo experimental, en sus primeros días de crecimiento

**Fuente.** Autor

#### 3.4.6. Aplicación del bioinsumos y sustratos

Se aplicaron mezclando, 2 kg de los diferentes bioinsumos vermicompost o bokashi más 2 Kg de arena o tierra negra como sustratos por maceta, en el trasplante.

#### 3.4.7. Aplicación de nutrientes Delanya

Se aplicaron en dosis de 10, 15 y 20 g de abono granulado por planta en el trasplante.

#### 3.4.8. Variables

##### 3.4.8.1. Altura de planta

A los 30 y 60 días después del trasplante (ddt), se midió la altura de la planta con un flexómetro en centímetros, desde la base del tallo hasta la yema terminal, estas se señalaron con una piola verde.

#### 3.4.8.2. Área foliar.

A los 30 y 60 días antes del corte, se medirá el diámetro foliar con un flexómetro en centímetros.

#### 3.4.8.3. Peso fresco.

A los 30 y 60 días ddt, se podó a 3 centímetros del suelo toda la masa verde de las plantas de cada uno de los tratamientos y se pesó en gramos en una balanza gramera.

#### 3.4.8.4. Peso seco.

A los 30 y 60 días, se secó en estufa toda la masa verde que fue pesada en una balanza gramera y se pesó el orégano disecado por tratamiento.

#### 3.4.9. Análisis económico.

Después de la cosecha, se realizó el análisis económico de cada tratamiento, determinando el costo de producción por hectárea Anexo 3, la producción en kilogramos por hectárea, el precio de venta (USD Ha<sup>-1</sup>), el Costo/Beneficio, utilizando la fórmula del índice C/B, la cual consiste en dividir la utilidad neta sobre el costo de producción.

### **3.5. Consideraciones bioéticas**

Cuando se lleva a cabo una investigación en cualquier contexto, incluyendo el cultivo de plantas como el orégano en macetas bajo invernadero, es importante considerar las implicaciones éticas y morales relacionadas con el tratamiento de los seres vivos y el impacto en el medio ambiente. Aquí hay algunas consideraciones bioéticas específicas que se tomaron para la investigación:

3.5.1. Trato humano a las plantas: Aunque las plantas pueden no experimentar dolor o sufrimiento de la misma manera que los animales, se la trató con respeto y consideración. Esto incluyó proporcionar condiciones óptimas de crecimiento, se evitó daños innecesarios y minimizó el estrés durante el proceso de investigación.

3.5.2. Uso responsable de recursos: En este cultivo de plantas de orégano en el invernadero se necesitó recursos naturales como agua, suelo y energía. Los cuales

fueron utilizados de manera responsable y se minimizó cualquier impacto negativo en el ambiente. Por ello se practicó metodología de riego eficiente, la elección de sustratos sostenibles.

3.5.3. Consideraciones genéticas: Esta investigación no involucró modificaciones genéticas o manipulación de la composición genética de las plantas de orégano, es crucial considerar las implicaciones éticas de estas prácticas. Por lo tanto no se requiere incluir la evaluación de posibles riesgos para la salud humana y el medio ambiente, así como el respeto por la diversidad genética de la especie.

3.5.4. Divulgación y transparencia: Es importante comunicar claramente los objetivos, métodos y resultados de la investigación a todas las partes interesadas, incluidos los participantes, los financiadores y el público en general. La transparencia promueve la confianza y la responsabilidad en la comunidad científica y asegura que las decisiones éticas se tomen de manera informada.

3.5.5. Respeto por la biodiversidad: El cultivo de plantas en un entorno controlado como un invernadero no presentó riesgo de un impacto en la biodiversidad local, debido a que no se liberaron especies invasoras o se utilizaron productos químicos que pudieran contaminar el suelo o el agua. Para esto se minimizó estos riesgos y tomar medidas para proteger y preservar la biodiversidad en el área circundante (De la Torre, 2022).

Al considerar éstas cuestiones bioéticas y tomar medidas para abordarlas de manera adecuada, pudimos llevar a cabo el estudio de cultivo de plantas en macetas bajo invernadero de manera ética y responsable, maximizando los beneficios para la ciencia y la sociedad mientras se minimiza cualquier impacto negativo en el medio ambiente y en los seres vivos involucrados.

### **3.6. Análisis estadístico**

Se implementó un Diseño Completamente al Azar con un arreglo factorial (4x3), donde el factor A corresponde a los Sustratos y el factor B a las Enmiendas Orgánicas. Para el análisis estadístico de las variables evaluadas, se utilizó el programa InfoStat

versión 2020. Se verificaron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas mediante las pruebas de Shapiro-Wilk y Bartlett, respectivamente. Con las variables que cumplieron estos supuestos, se realizó un ANOVA y una prueba de comparación de medias utilizando la prueba de Tukey al 5% de significancia. En caso de que no se cumplieran los supuestos, se procedió a la transformación de datos y, se empleó estadística no paramétrica con la prueba de Kruskal-Wallis.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. RESULTADOS

##### 4.1.1 Altura de planta

Se procedió a realizar el Análisis de la Varianza ANOVA , que la ciencia estadística utiliza para determinar si existen diferencias significativas del comparativo entre la media de tres o más grupos de datos. En este caso para determinar las diferencias en el crecimiento de la planta debido al tipo de sustrato que se utiliza o a la combinación de sustrato – enmiendas minerales y si esta diferencia es significativa o no. Para altura de planta que se detalla en la Tabla 7, se puede observar a los 30 días después del tratamiento, ddt, que el factor sustratos presenta diferencia altamente significativa ( $p$ -valor menor 0,01), debido a las circunstancias del desarrollo de las raíces en el primer trasplante ya que para este estudio se utilizó primeramente plantas en fundas de 1 kilogramo y luego se las pasó a fundas con capacidad de 4 kilogramos, esto permitió que las plantas que tenían más suelto el sustrato permitieron mayor crecimiento de las raíces y pudieron adaptarse rápidamente a la nueva funda, las otras no se desarrollaron adecuadamente por esas condiciones. No así a los 60 días que no hay diferencias significativas, en cuanto al factor enmiendas minerales como en la interacción Sustratos por Enmiendas a los 30 y 60 ddt no presentan diferencias significativas ( $P$ -valor mayor 0.05) con un Coeficiente de Variación de 18,27% Un **CV alto** (mayor al 15%) sugiere mayor dispersión o alta variabilidad de datos , debido al estrés que sufrieron las plantas en el trasplante a los 30 ddt y 10,44% a los 60 ddt se produce un porcentaje menor al 15% donde se estabilizan las condiciones y se puede tener una menor variabilidad de los datos.

La razón de que presentan diferencias altamente significativas, es que en el momento del trasplante en los sustratos que tienen arena, las raíces se encuentran más desarrolladas y alcanzan un mejor crecimiento, y desde los 30 días las raíces logran expandirse hasta alcanzar su límite creado por la capacidad de volumen de la funda. Al llegar a los 60 días el desarrollo de las raíces se iguala con los otros sustratos y la

tierra negra ya que el hecho de estar dentro de las fundas les limita el espacio de crecimiento de las raíces para todos por igual.

En Chile la maceta más utilizada para la reproducción de plantas son las bolsas plásticas. Uno de los principales problemas es el espiralamiento del sistema radicular, esto limita el crecimiento de las plantas y puede causar el estancamiento del crecimiento cuando ya llegan a copar el volumen limitado de la funda plástica. (Paz et al., 1992)

Esto implica que a medida que se limita el espacio de crecimiento de las raíces también se limita el crecimiento del tallo y ramas, produciéndose la técnica bonsái, es decir la limitación del crecimiento de raíces provoca la limitación en el crecimiento de los tallos.

A los 60 días después del trasplante la combinación de los elementos sustratos más enmiendas minerales dan un mejor resultado en el crecimiento debido a la acción de los nutrientes, tales como regulación del pH, y de la consistencia en la estructura de la planta.

**Tabla 7.** ANOVA, altura de planta (cm) a los 30 y 60 días después del trasplante ddt

F.V.	GL	30 ddt	SE	60 ddt	Significancia estadística
		p-valor		p-valor	
<b>Sustratos</b>	3	0,0004	**	0,4570	ns
<b>Enmiendas Minerales</b>	2	0,1991	ns	0,4021	ns
<b>Sustratos * Enmiendas</b>	6	0,1049	ns	0,7185	ns
<b>Error</b>	36				
<b>total</b>	47				
<b>C.V</b>		18.27 %		10,44%	

**Leyenda:** F.V.= Fuentes de variación; GL= Grados de libertad; p-valor= Grado de significancia; ns= No significancia; \*=Significativo; \*\*=Altamente significativo. Ddt= días después del trasplante

En la Tabla 8, aplicando la prueba de Tukey al 5% para altura de planta en (cm) a los 30 ddt, se observa que no existe diferencia significativa entre el Sustrato 1, S1(50% vermicompost + 50% arena) y en Sustrato 2, S2(50% tierra negra + 50% arena), presentando los mejores promedios con 9,54 cm y 9.49 cm de altura de planta respectivamente.

**Tabla 8.** Prueba de Tukey al 5% para altura de planta (cm) a los 30 ddt para el factor sustratos

SUSTRATOS	MEDIAS	RANGOS
S1 (50% Vermicompost + 50% arena)	9,54	A
S2 (50% tierra negra + 50% arena)	9,49	A
S3 (50% bocashi + 50% arena)	7,69	B
S4 (100% tierra negra)	7,08	B

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

La prueba de Tukey a los 30 días muestra que los sustratos S1 (50% vermicompost + 50% arena) y S2 (50% tierra negra + 50% arena) presentan los mayores valores de altura de planta (9,54 cm y 9,49 cm respectivamente) y no son significativamente diferentes entre sí. Mientras que los sustratos S3 (50% bokashi + 50% arena) y S4 (100% tierra negra) presentan valores más bajos y son significativamente diferentes de S1 y S2.

Los resultados de tierra negra al 100% se ven afectados ya que como es una investigación en la que se aplican condiciones iguales para cada una de las plantas y tratamientos, se llegó a determinar que la humedad produce un pudrimiento en las raíces lo que afecta al crecimiento de las plantas.

Se determina que la sustrato tierra negra y arena logra un mejor drenaje del agua de riego y esto facilita el aprovechamiento de agua en las cantidades necesarias y el exceso se desecha por los huecos de las fundas.

Los resultados obtenidos en la variable altura de planta, para el factor sustrato, se observa que al utilizar la mezcla de arena más vermicompost (S1) y arena más tierra de la zona (S2) alcanzaron los mayores valores de altura. Esto concuerda con lo

reportado por (Luna et al., 2016), quienes analizaron el efecto de abonos orgánicos en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), destacando que los humatos presentes en estos abonos juegan un papel clave en la regulación y el estímulo del crecimiento vegetal. De manera similar, (Guamba, 2021) evaluó abonos orgánicos en el cultivo de haba (*Vicia faba* L.) y encontró que el tratamiento con vermicompost produjo los mayores incrementos en la altura de la planta, lo que se atribuye a su composición rica en carbono, oxígeno, nitrógeno, hidrógeno y fitohormonas que promueven el crecimiento y desarrollo de las hojas, también el promedio de longitud máximo alcanzado por las ramas de orégano fue de 24 cm y se obtuvo en las plantas del T1 vermicompost.

#### 4.1.2 Área foliar

Se procedió a realizar el Análisis de la Varianza, ANOVA, para el área foliar que se detalla en la Tabla 9, se puede observar a los 30 ddt, que en el factor sustratos con el p-valor 0,0001 presenta diferencia significativa alta, no así a los 60 días que no hay diferencias significativas, en cuanto al factor Enmiendas Minerales como en la interacción Sustratos por Enmiendas a los 30 y 60 ddt no presentan diferencias significativas con un coeficiente de Variación de 10,69% y 6,29% respectivamente, lo que nos indica que la investigación es aceptable. Un CV bajo (menor al 15%) indica que la variación en los datos es pequeña en comparación con el valor promedio, lo que sugiere que las mediciones son precisas y consistentes. Es decir que los datos obtenidos están agrupados estrechamente alrededor de la media, lo que refleja una alta precisión experimental.

Para explicar por qué el factor "sustratos" no presenta diferencias significativas a los 60 días ( $p = 0,2868$ ), se puede considerar una serie de posibles hipótesis basadas en el desarrollo de las plantas y la dinámica de los sustratos.

Primero se puede considerar que en el tiempo de 60 días se estabilizaron los efectos de los sustratos, en los primeros 30 días, los diferentes sustratos influyeron en el desarrollo de la planta, reflejándose en diferencias significativas en el área foliar.

**Tabla 9.** ANOVA, área foliar en (cm) a los 30 y 60 ddt

		<b>30 ddt</b>	<b>Signfici</b>	<b>60 ddt</b>	<b>Signfcia</b>
<b>F.V.</b>	<b>GL</b>	<b>p-valor</b>		<b>p-valor</b>	
<b>Sustratos</b>	3	<0,0001	**	0,2868	ns
<b>Enmiendas Minerales</b>	2	0,7402	Ns	0,1685	ns
<b>Sustratos * Enmiendas</b>	6	0,7749	Ns	0,9051	ns
<b>Error</b>	36				
<b>total</b>	47				
<b>C.V</b>		10,69%		6,29%	

**Leyenda:** F.V.= Fuentes de variación; GL= Grados de libertad; p-valor= Grado de significancia; ns= No significancia; \*=Significativo; \*\*=Altamente significativo.

Esto básicamente se debe a factores como: La disponibilidad de nutrientes, debido a que se hicieron aplicaciones con diferentes cantidades de enmiendas minerales; La retención de agua debido a que tiene mayor retención cuando es tierra negra a que cuando esta combinado con arena; y la estructura física del sustrato, que impactan inicialmente en la tasa de crecimiento ya que cuando esta más suelta la composición permite mejor desarrollo de las raíces.

Sin embargo, al cabo de 60 días, los efectos diferenciadores de los sustratos se estabilizan. La planta se adaptó en lo que se refiere al sistema radicular y su capacidad de absorber nutrientes en función del sustrato, llevando a una nivelación de las tasas de crecimiento. En esta fase, los nutrientes esenciales podrían haberse igualado, o las plantas podrían haber desarrollado mecanismos compensatorios, minimizando las diferencias observadas entre los diferentes sustratos.

Otro aspecto a tratar para explicar la baja variabilidad a los 60 días es el Umbral de Crecimiento, en este período de tiempo alcanzan el umbral de crecimiento al día 60 debido a que en ésta especie se realizan 4 cortes al año. Esto significa que, independientemente del sustrato, las plantas estaban a punto de llegar en su ciclo de crecimiento en la cual su área foliar se estabiliza o llega a un punto máximo, más allá del cual las diferencias en los efectos de los sustratos son mínimas. A medida que las plantas alcanzan esta fase de madurez, el crecimiento foliar adicional puede ralentizarse, lo que hace que las variaciones entre sustratos ya no sean significativas,

o que se necesita una segunda aplicación de las enmiendas minerales para notar diferencias.

**Tabla 10.** Prueba de Tukey al 5% para sustratos en área foliar en (cm) a los 30 ddt

SUSTRATOS	MEDIAS	n	E. E.	RANGOS
S1 (50% Vermicompost + 50% arena)	23,75	12	0,62	A
S2 (50% tierra negra + 50% arena)	21,48	12	0,62	A
S3 (50% bocashi + 50% arena)	18,19	12	0,62	B
S4 (100% tierra negra)	16,87	12	0,62	B

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

En la Tabla 10, aplicando la prueba de Tukey al 5% para área foliar en (cm) a los 30 ddt, se observa que no existe diferencia significativa entre el Sustrato 1, S1(50% vermicompost + 50% arena) y el Sustrato 2, S2(50% tierra negra + 50% arena) pero difieren del Sustrato 3, S3(50% bokashi + 50% arena) y el sustrato 4, S4(100% tierra negra) y entre ellos no existe diferencia significativa, presentando el promedio más elevado el S1 (50% vermicompost + 50% arena) con 23,75 cm de área foliar lo que discrepa con (Alvarado, 2021) donde se presentaron los valores más bajos en el sustrato con vermicompost en *G. angustifolia* de dos especies de caña del género *Guadua*.

La discrepancia entre los resultados obtenidos en este experimento y los reportados por Alvarado (2021), donde se observaron valores más bajos de área foliar en sustratos con vermicompost en *Guadua angustifolia*, merece una discusión detallada para identificar las posibles razones detrás de esta diferencia. Existen varios factores que podrían haber influido en los resultados de ambos estudios, los cuales deben ser analizados para entender las posibles causas de la variación.

El primero es las especies de las plantas en estudio, aunque ambos estudios trabajan con plantas, existen diferencias en las especies o en las características específicas de crecimiento de las plantas utilizadas. En el estudio de Alvarado (2021), se utilizó *Guadua angustifolia*, una especie de bambú con características particulares en su desarrollo. En el presente estudio se trabajó con una especie (*Origanum vulgare*) por lo que las respuestas fisiológicas al sustrato y al vermicompost varían considerablemente. Es sabido que son diferentes especies de plantas y responden de

manera distinta a los fertilizantes y enmiendas minerales u orgánicas como el vermicompost.

Además las condiciones experimentales, ambientales son diferentes en este estudio, el uno es a campo abierto y el nuestro es en invernadero y esto cambia las condiciones climáticas, como la temperatura, la luz, la humedad o la cantidad de agua disponible, difieren entre ambos estudios, es posible que las plantas respondan de manera distinta al vermicompost.

Otra importante consideración es la dosis de vermicompost utilizada, cuando las dosis son excesivas o muy bajas pueden tener efectos opuestos en las plantas. Por ejemplo, un exceso de vermicompost puede provocar una saturación de nutrientes o alterar la estructura física del sustrato, lo que podría inhibir el crecimiento de las raíces y afectar el desarrollo foliar. En el presente estudio se usaron dosis diferentes a las empleadas por Alvarado (2021), esto podría explicar la discrepancia observada en los resultados.

#### 4.1.3 Peso Fresco

Se procedió a realizar el Análisis de la Varianza, ANOVA, para Peso Fresco que se detalla en la Tabla 11, se puede observar que a los 30 y 60 ddt, existe un valor "altamente significativo" (generalmente se refiere a un valor  $p < 0.01$  o  $< 0.001$ , dependiendo de los criterios establecidos).en el factor sustratos y la interacción de los factores con el p-valor 0,0001 mientras que en las enmiendas Minerales presenta diferencia significativa a los 30 ddt y no presenta diferencia significativa a los 60 ddt. también se puede observar que a los 30 ddt un Coeficiente de Variación de 13,99%, a los 60 ddt un coeficiente de Variación de 11,14% lo que nos indica que la investigación es aceptable. "La investigación muestra una alta consistencia en los resultados, evidenciada por un coeficiente de variación (CV) menor al 15%, lo que sugiere una baja dispersión de los datos y, por tanto, una alta precisión en las mediciones realizadas."

El uso del coeficiente de variación, CV, no solo indica que la "investigación es aceptable". Es más preciso describir cómo un CV bajo refleja la consistencia y precisión de los datos experimentales. En lugar de usar el término "aceptable", explica lo siguiente:

- Un CV bajo (<15%) indica que la variabilidad entre las réplicas es pequeña en relación con la media, lo que significa que los resultados son consistentes y que hay confianza en las mediciones realizadas.
- Un CV alto (>15%) indicaría mayor dispersión, lo cual podría sugerir variabilidad en los resultados o posibles inconsistencias en la toma de datos.

**Tabla 11.** ANOVA, peso fresco en (g) a los 30 y 60 ddt

		<b>30 ddt</b>	<b>GS</b>	<b>60 ddt</b>	<b>GS</b>
<b>F.V.</b>	<b>GL</b>	<b>p-valor</b>		<b>p-valor</b>	
<b>Sustratos</b>	3	<0,0001	**	<0,0001	**
<b>Enmiendas minerales</b>	2	0,0123	*	0,0611	ns
<b>Sustratos * Enmiendas</b>	6	<0,0001	**	<0,0001	**
<b>Error</b>	36				
<b>total</b>	47				
<b>C.V</b>		13,99%		11,14%	

**Leyenda:** F.V.= Fuentes de variación; GL= Grados de libertad; p-valor= Grado de significancia= GS; ns= No significancia; \*=Significativo; \*\*=Altamente significativo.

- \* $p < 0.05$  (significativo), \*\* $p < 0.01$  (muy significativo), \*\*\* $p < 0.001$  (altamente significativo).

Es importante discutir sobre la alta significancia de los sustratos ( $p < 0,0001$ ) que se encuentra en la Tabla 11. El impacto significativo de los sustratos en el peso fresco de las plantas está relacionado con varias propiedades críticas de los sustratos empleados.

**Composición de nutrientes:** Los sustratos con **vermicompost (S1)** tienen altos niveles de nutrientes disponibles de forma inmediata, como nitrógeno, fósforo y potasio, lo que favorece un crecimiento rápido y saludable de las plantas, aumentando su peso fresco. El vermicompost no solo aporta nutrientes, sino que también mejora la actividad microbiana en el suelo, lo que puede aumentar la eficiencia en la absorción de nutrientes.

**Estructura del suelo y capacidad de retención de agua:** El vermicompost y la mezcla de tierra negra y arena (S2) difieren en su estructura física, lo que influye en

la aireación y retención de agua. El vermicompost, por su naturaleza orgánica, tiende a retener más agua y mejorar la estructura del suelo, permitiendo un crecimiento más continuo de las raíces.

La mezcla de tierra negra y arena (S2), por su parte, ofrece un mejor drenaje, lo que es favorable para evitar el encharcamiento y la asfixia radicular.

En este sentido, la hipótesis es que el sustrato (S1), debido a su capacidad de retención de nutrientes y agua, promueve un desarrollo más robusto de las plantas, aumentando el peso fresco, mientras que el sustrato (S2) ofrece un balance favorable entre drenaje y retención de nutrientes.

Discusión sobre la interacción entre sustratos y enmiendas

La interacción altamente significativa entre sustratos y enmiendas sugiere una sinergia que potencia el efecto de ambos factores. Esta sinergia puede explicarse por la manera en que los sustratos proporcionan las condiciones físicas y químicas ideales para que las enmiendas sean más efectivas:

- Liberación y retención de nutrientes: El vermicompost y la tierra negra aportan nutrientes orgánicos, mientras que las enmiendas mejoran la disponibilidad de otros nutrientes o ajustan el pH, favoreciendo una absorción más eficiente por parte de la planta. La combinación adecuada de sustrato y enmienda puede maximizar la absorción de nutrientes, lo que se traduce en un mayor peso fresco de las plantas.
- Mejora de la estructura del suelo: Las enmiendas pueden trabajar en conjunto con los sustratos para mejorar la estructura del suelo, lo que aumenta la capacidad de retención de agua y la circulación de aire, optimizando las condiciones para el crecimiento radicular y, por lo tanto, el desarrollo de la biomasa.

**Impacto inmediato de las enmiendas minerales a los 30 días**, suelen tener un efecto rápido en las primeras etapas de crecimiento de las plantas debido a la disponibilidad inmediata de nutrientes esenciales, como el silicio, calcio, fósforo y potasio, que son rápidamente absorbidos por las raíces durante el período inicial de desarrollo. En las primeras semanas, las plantas tienen una alta demanda de nutrientes para establecer su sistema radicular y generar biomasa foliar.

Este efecto inicial es especialmente notable cuando las enmiendas se disuelven rápidamente, proporcionando nutrientes directamente disponibles para la absorción.

A los 30 días, las plantas responden a este impulso de nutrientes, lo que explica el efecto significativo observado ( $p = 0,0123$ ) en esta etapa.

**Pérdida de significancia a los 60 días**, medida que las plantas continúan creciendo, otros factores comienzan a jugar un papel más importante, lo que podría diluir el efecto de las enmiendas minerales a los 60 días. Algunos posibles factores incluyen:

- Reducción en la disponibilidad de nutrientes: Las enmiendas minerales, al ser de rápida liberación, pueden agotarse o disminuir su disponibilidad a medida que el tiempo avanza. Si la mayoría de los nutrientes disponibles ya fueron absorbidos por la planta en las primeras etapas, esto podría explicar por qué a los 60 días la planta no muestra una respuesta significativa a las enmiendas minerales. Lo que nos conduce a pensar que se debe hacer una segunda aplicación.
- Capacidad del sustrato para retener nutrientes: La retención de nutrientes por parte del sustrato cobra mayor relevancia en etapas más avanzadas del crecimiento. Sustratos con buena capacidad de retención de nutrientes, como el vermicompost, podrían suplir de manera más constante las necesidades de la planta a lo largo del tiempo, minimizando el impacto de las enmiendas iniciales.
- Cambio en las demandas fisiológicas de la planta: A medida que la planta madura, sus necesidades nutricionales cambian. Puede que las plantas desarrollen raíces más profundas y un sistema de absorción más eficiente, lo que les permite obtener nutrientes de fuentes más lentas de liberación, como los componentes orgánicos del sustrato. En este punto, las enmiendas minerales, que pueden haber sido críticas al principio, pierden relevancia frente a la disponibilidad natural de nutrientes en el suelo.

Efecto latente de las enmiendas en el p-valor a los 60 días ( $p = 0,0611$ ) no alcanza el umbral de significancia, su proximidad sugiere que las enmiendas aún pueden estar ejerciendo un efecto residual en el desarrollo de la planta. Es posible que existan efectos acumulativos o latentes que no se manifiestan de manera clara en este punto, pero que podrían seguir influyendo en el rendimiento de las plantas más adelante. Este resultado sugiere la importancia de evaluar el efecto de las enmiendas en períodos más largos o en etapas posteriores del ciclo de cultivo.

La pérdida de significancia a los 60 días puede deberse a que las enmiendas minerales tienen un impacto más pronunciado en las primeras etapas de crecimiento,

cuando la planta necesita una mayor cantidad de nutrientes disponibles rápidamente. A medida que la planta madura, otros factores, como la capacidad del sustrato para retener y liberar nutrientes de manera más sostenida, toman un papel más importante en el desarrollo de la planta. Esta discusión ofrece una visión más profunda del comportamiento de las enmiendas minerales a lo largo del ciclo de crecimiento de la planta y la necesidad de realizar aplicaciones más seguidas.

A los 30 días, las enmiendas minerales muestran significancia ( $p = 0,0123$ ), pero a los 60 días no se observa este efecto ( $p = 0,0611$ ). Aunque no es significativo a los 60 días, este p-valor se aproxima al umbral de significancia ( $p = 0,05$ ), lo que sugiere que puede haber un efecto latente de las enmiendas que no se detecta con claridad.

En la Tabla 12, aplicando la prueba de Tukey al 5% para peso fresco en (g) a los 30 ddt, se observa que existe alta diferencia significativa entre los Sustratos siendo el mejor el Sustrato 1, S1(50% vermicompost + 50% arena), presentando el mejor promedio con 214,75 (g) de peso fresco.

**Tabla 12.** Prueba de Tukey al 5% para sustratos en peso fresco en (g) a los 30 ddt

SUSTRATOS	MEDIAS	n	E. E.	RANGOS
S1 (50% Vermicompost + 50% arena)	214,17	12	11,88	A
S2 (50% tierra negra + 50% arena)	169,17	12	11,88	B
S3 (50% bokashi + 50% arena)	117,5	12	11,88	C
S4 (100% tierra negra)	90	12	11,88	D

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

Es importante profundizar en el análisis de los resultados de la prueba de Tukey y explicar las razones detrás de la mejor actuación de **S1 (50% vermicompost + 50% arena)** en comparación con los otros sustratos, como el **bokashi** y la **tierra negra**.

#### **Discusión sobre los resultados del vermicompost (S1)**

El vermicompost ha demostrado ser un sustrato altamente eficiente debido a su capacidad para mejorar varias propiedades del suelo que son críticas para el crecimiento del orégano:

- **Retención de agua:** El vermicompost es reconocido por su capacidad de retener agua, lo que asegura que las plantas tengan un suministro constante de humedad, un factor esencial para el crecimiento de la biomasa.
- **Provisión de nutrientes:** El vermicompost contiene altos niveles de **nitrógeno (N)**, **fósforo (P)** y **potasio (K)**, nutrientes esenciales para el crecimiento vegetal. Estos nutrientes están en formas fácilmente accesibles para la planta, lo que optimiza la absorción y el crecimiento.
- **Actividad microbiana:** Además, el vermicompost fomenta una alta actividad microbiana en el suelo, que contribuye a la descomposición orgánica y a la liberación gradual de nutrientes.

Estas características pueden explicar por qué el sustrato S1, que contiene un 50% de vermicompost, resultó en el mayor **peso fresco (214,17 g)** en la producción de orégano, ya que proporciona un entorno óptimo para el crecimiento continuo de la planta.

## 2. Comparación con otros sustratos

Para mejorar el análisis, es fundamental discutir por qué los otros sustratos no fueron tan efectivos como S1:

- **S2 (50% tierra negra + 50% arena):** Aunque la tierra negra es rica en materia orgánica, su capacidad para retener nutrientes y agua puede ser inferior a la del vermicompost. La mezcla con arena mejora el drenaje, pero posiblemente reduce la **capacidad de retención de agua y nutrientes** en comparación con S1. Este factor puede limitar el crecimiento de las plantas, lo que se refleja en un **peso fresco inferior** al de S1.
- **S3 (50% bocashi + 50% arena):** El bokashi es un abono fermentado que aporta nutrientes, pero su descomposición es más lenta que la del vermicompost, lo que podría haber reducido su eficacia en proporcionar nutrientes de manera inmediata a la planta. Además, la mezcla con arena puede haber limitado la retención de agua y la capacidad de liberar nutrientes de forma constante.
- **S4 (100% tierra negra):** Aunque la tierra negra tiene una buena cantidad de materia orgánica, su uso sin una mezcla que mejore el drenaje (como la arena) puede haber provocado problemas de aireación o de **exceso de agua** en el sustrato. Esto podría haber afectado negativamente al crecimiento radicular, limitando la absorción de nutrientes y, por ende, reduciendo el peso fresco.

En la Tabla 13, aplicando la prueba de Tukey al 5% para peso fresco en (g) a los 30 ddt, entre las Enmiendas Minerales se observa que no existe diferencia significativa entre EM3 (20g planta<sup>-1</sup>) y EM2 (15g planta<sup>-1</sup>) pero si difieren de la EM1 (10g planta<sup>-1</sup>) siendo la mejor Enmienda Mineral la EM3 (20g planta<sup>-1</sup>), presentando el mejor promedio con 157,5 (g) de peso fresco.

**Tabla 13.** Prueba de Tukey al 5% para Enmiendas Minerales en peso fresco en (g) a los 30 ddt

<b>ENMIENDAS MINERALES</b>	<b>MEDIAS</b>	<b>n</b>	<b>E. E.</b>	<b>RANGOS</b>
EM3 (20g planta <sup>-1</sup> )	157,5	16	5,17	A
EM2 (15g planta <sup>-1</sup> )	150,63	16	5,17	AB
EM1 (10g planta <sup>-1</sup> )	135	16	5,17	B

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

Es necesario tomar en cuenta el impacto de las dosis de enmiendas minerales en el peso fresco, especialmente en lo que respecta a **EM3 (20 g planta<sup>-1</sup>)**:

Primero analizamos el Impacto de las Dosis de Enmiendas Minerales, en donde la relación **Dosis y Peso Fresco**, mostró un promedio de peso fresco de **157,5 g**, siendo significativamente superior a **EM1 (10 g planta<sup>-1</sup>)**. Esto indica que una mayor dosis de enmiendas minerales puede proporcionar más nutrientes esenciales, como calcio, silicio, fósforo, necesarios para el crecimiento de la planta.

Además debemos tomar en cuenta la Posible Saturación de Nutrientes cuando las dosis, en donde los beneficios pueden verse neutralizados.

En la Tabla 14, aplicando la prueba de Tukey al 5% para peso fresco en (g) a los 30 ddt, en la interacción de Sustratos y Enmiendas Minerales se observa que no existe diferencia significativa entre los tratamientos T3 S1 ((50% Vermicompost + 50% arena) + EM3 (20g planta<sup>-1</sup>), T2 S1 ((50% Vermicompost + 50% arena) + EM2 (15g planta<sup>-1</sup>), T1 S1 (50% Vermicompost + 50% arena) + EM1 (10g planta<sup>-1</sup>), T5 S2 (50% tierra negra + 50% arena) + EM2 (15g planta<sup>-1</sup>) y T9 S3 (50% bocashi + 50% arena) + EM3

(20g planta<sup>-1</sup>) pero sí difieren de los demás tratamientos siendo el mejor tratamiento el T3 S1 ((50% Vermicompost + 50% arena) + EM3 (20g planta<sup>-1</sup>), presentando el mejor promedio con 217,50 (g) de peso fresco.

**Tabla 14.** Prueba de Tukey al 5% para interacción de Sustratos con Enmiendas Minerales en peso fresco en (g) a los 30 ddt

TRATAMIENTO	SUSTRATOS + ENMIENDA	MEDIAS	n	E. E.	RANGOS
<b>T3</b>	S1 (50% Vermicompost + 50% arena) + EM3 (20g planta <sup>-1</sup> )	217,50	4	10,33	A
<b>T2</b>	S1 (50% Vermicompost + 50% arena) + EM2 (15g planta <sup>-1</sup> )	215,00	4	10,33	A
<b>T1</b>	S1 (50% Vermicompost + 50% arena) + EM1 (10g planta <sup>-1</sup> )	210,00	4	10,33	A
<b>T5</b>	S2 (50% tierra negra + 50% arena) + EM2 (15g planta <sup>-1</sup> )	195,00	4	10,33	AB
<b>T9</b>	S3 (50% bocashi + 50% arena) + EM3 (20g planta <sup>-1</sup> )	170,00	4	10,33	AB
<b>T4</b>	S2 (50% tierra negra + 50% arena) + EM1 (10g planta <sup>-1</sup> )	157,50	4	10,33	B
<b>T6</b>	S2 (50% tierra negra + 50% arena) + EM3 (20g planta <sup>-1</sup> )	155,00	4	10,33	BC
<b>T8</b>	S3 (50% bocashi + 50% arena) + EM2 (15g planta <sup>-1</sup> )	105,00	4	10,33	CD
<b>T11</b>	S4 (100% tierra negra) + EM2 (15g planta <sup>-1</sup> )	92,50	4	10,33	D
<b>T12</b>	S4 (100% tierra negra) + EM3 (20g planta <sup>-1</sup> )	90,00	4	10,33	D
<b>T10</b>	S4 (100% tierra negra) + EM1 (10g planta <sup>-1</sup> )	87,50	4	10,33	D
<b>T7</b>	S3 (50% bocashi + 50% arena) + EM1 (10g planta <sup>-1</sup> )	77,50	4	10,33	D

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

Es esencial profundizar en la interacción entre el sustrato **S1** (vermicompost) y la enmienda **EM3** y explorar por qué esta combinación produce resultados óptimos.

La interacción entre **S1** y **EM3** resultó en un peso fresco promedio de **217,50 g**, lo que indica que esta combinación es particularmente efectiva. Es importante destacar que,

aunque algunos tratamientos no muestran diferencias significativas entre sí, el rendimiento superior de S1 y EM3 sugiere que ciertos factores pueden estar influyendo positivamente en esta interacción.

Análisis de la Sinergia entre Nutrientes, del vermicompost y de las enmiendas minerales. El vermicompost (S1) es rico en nutrientes esenciales como **nitrógeno**, **fósforo**, y **potasio**, así como en microorganismos beneficiosos. Cuando se combina con la enmienda **EM3**, que también aporta nutrientes adicionales, es posible que se produzca un efecto sinérgico debido a la complementariedad en la disponibilidad de nutrientes. Por ejemplo:

- **Nitrógeno:** Si el vermicompost ya proporciona nitrógeno, la enmienda EM3 podría complementar este suministro o, incluso, mejorar su absorción por parte de las raíces.
- **Fósforo:** La presencia de fósforo en ambas fuentes podría potenciar el desarrollo radicular, lo que a su vez permite una mayor absorción de agua y nutrientes.
- **Microorganismos:** La actividad microbiana en el vermicompost podría facilitar la mineralización de los nutrientes en EM3, haciéndolos más disponibles para la planta.

En la Tabla 15, aplicando la prueba de Tukey al 5% para peso fresco en (g) a los 60 ddt, se observa que no existe diferencia significativa entre el Sustrato 1, S1(50% vermicompost + 50% arena) y el Sustrato 2, S2(50% tierra negra + 50% arena) pero difieren del Sustrato 3, S3(50% bokashi + 50% arena) y el sustrato 4, S4(100% tierra negra), presentando el mejor promedio el S1 (50% vermicompost + 50% arena) con 340,42 (g) de peso fresco.

**Tabla 15.** Prueba de Tukey al 5% para sustratos en peso fresco en (g) a los 60 ddt

SUSTRATOS	MEDIAS	n	E. E.	RANGOS
S1 (50% Vermicompost + 50% arena)	340,42	12	9,43	A
S2 (50% tierra negra + 50% arena)	313,33	12	9,43	AB
S3 (50% bokashi + 50% arena)	291,25	12	9,43	B
S4 (100% tierra negra)	227,92	12	9,43	C

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

En la Tabla 16, aplicando la prueba de Tukey al 5% para peso fresco en (g) a los 60 ddt, en la interacción de Sustratos y Enmiendas Minerales se observa que no existe diferencia significativa entre los tratamientos T3 S1 ((50% Vermicompost + 50% arena) + EM3 (20g planta<sup>-1</sup>), T2 S1 ((50% Vermicompost + 50% arena) + EM2 (15g planta<sup>-1</sup>), T9 S3 (50% bokashi + 50% arena) + EM3 (20g planta<sup>-1</sup>) y T6 S2 (50% tierra negra + 50% arena) + EM3 (20g planta<sup>-1</sup>) pero sí difieren de los demás tratamientos.

**Tabla 16.** Prueba de Tukey al 5% para interacción de Sustratos con Enmiendas Minerales en peso fresco en (g) a los 60 ddt

TRATAMIENTO	SUSTRATOS + ENMIENDAS	MEDIAS	n	E. E.	RANGOS
T3	S1 (50% Vermicompost + 50% arena) + EM3 (20g planta <sup>-1</sup> )	400,00	4	16,33	A
T2	S1 (50% Vermicompost + 50% arena) + EM2 (15g planta <sup>-1</sup> )	348,75	4	16,33	AB
T9	S3 (50% bocashi + 50% arena) + EM3 (20g planta <sup>-1</sup> )	328,75	4	16,33	ABC
T6	S2 (50% tierra negra + 50% arena) + EM3 (20g planta <sup>-1</sup> )	322,50	4	16,33	ABC
T4	S2 (50% tierra negra + 50% arena) + EM1 (10g planta <sup>-1</sup> )	310,00	4	16,33	BC
T5	S2 (50% tierra negra + 50% arena) + EM2 (15g planta <sup>-1</sup> )	307,50	4	16,33	BC
T10	S4 (100% tierra negra) + EM1 (10g planta <sup>-1</sup> )	301,25	4	16,33	BC
T8	S3 (50% bocashi + 50% arena) + EM2 (15g planta <sup>-1</sup> )	277,50	4	16,33	BC
T1	S1 (50% Vermicompost + 50% arena) + EM1 (10g planta <sup>-1</sup> )	272,50	4	16,33	BCD
T7	S3 (50% bocashi + 50% arena) + EM1 (10g planta <sup>-1</sup> )	267,50	4	16,33	CDE
T11	S4 (100% tierra negra) + EM2 (15g planta <sup>-1</sup> )	195,00	4	16,33	DE
T12	S4 (100% tierra negra) + EM3 (20g planta <sup>-1</sup> )	187,50	4	16,33	E

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

Siendo el mejor tratamiento el T3 S1 (50% Vermicompost + 50% arena) + EM3 (20g planta<sup>-1</sup>) presentando el mejor promedio con 400,00 (g) de peso fresco, lo que corrobora con Ramos, (2019) ya que la biomasa húmeda cosechada da un rendimiento máximo de T1 sustrato con lombricomposta, 426 (g) m<sup>-2</sup>.

Es importante analizar la interacción a largo plazo entre los sustratos y las enmiendas, y cómo esto afecta el crecimiento de las plantas en las etapas posteriores.

**Resultados a los 60 Días**, el tratamiento **T3 (S1 + EM3)** continúa siendo el más efectivo a los 60 días, con un peso fresco de **400 g**. Aunque no todos los tratamientos son significativamente diferentes entre sí, la tendencia hacia mayores pesos con la combinación de **S1** y dosis más altas de enmiendas indica que esta combinación es beneficiosa a largo plazo.

Lo cual verifica la característica de la interacción a largo plazo, debido a varios factores como la liberación de nutrientes de manera diferente a medida que la planta crece. Inicialmente, puede haber un fuerte impacto en el crecimiento vegetativo, pero con el tiempo, los requerimientos nutricionales pueden cambiar dependiendo de las etapas fenológicas de la planta.

**Interacción con el Sustrato:** El vermicompost (S1) no solo proporciona nutrientes, sino que también mejora la estructura del suelo y la capacidad de retención de agua. Esto significa que incluso si la enmienda comienza a tener un efecto menos pronunciado, el sustrato puede seguir beneficiando a la planta.

Capacidad de Retención de Nutrientes del Vermicompost, ofrece beneficios Continuos: La capacidad del vermicompost para retener nutrientes es un factor clave en su rendimiento continuo. Esto permite que el sustrato mantenga una reserva de nutrientes que puede ser liberada lentamente, beneficiando el crecimiento de la planta a lo largo del tiempo.

#### 4.1.4 Peso Seco

Se procedió a realizar el ANOVA para Peso Seco que se detalla en la Tabla 17, se puede observar que a los 30 y 60 ddt existe diferencia altamente significativa en el factor Sustratos y la interacción de los factores con el p-valor 0,0001 mientras que en las Enmiendas Minerales presenta diferencia significativa a los 30 ddt y presenta diferencia altamente significativa a los 60 ddt. también se puede observar que a los

30 ddt un Coeficiente de Variación de 3,61% y a los 60 ddt un Coeficiente de Variación de 2,16% lo que nos indica que la investigación es muy aceptable.

Los análisis realizados muestran diferencias altamente significativas entre los tratamientos, como se indica por los valores de  $p (< 0,01)$  y  $p (< 0,05)$ . Además, el coeficiente de variación (CV) bajo sugiere que los datos presentan una menor variabilidad, lo que implica un mayor nivel de precisión en las mediciones realizadas. Este resultado respalda la fiabilidad de los datos obtenidos en la investigación

**Tabla 17.** ANOVA, peso seco en (g) a los 30 y 60 ddt

		<b>30 ddt</b>	<b>60 ddt</b>
<b>F.V.</b>	<b>GL</b>	<b>p-valor</b>	<b>p-valor</b>
<b>Sustratos</b>	3	<0,0001**	<0,0001**
<b>Enmiendas Minerales</b>	2	0,0197*	<0,0001**
<b>Sustratos * Enmiendas</b>	6	<0,0001**	<0,0001**
<b>Error</b>	36		
<b>total</b>	47		
<b>C.V</b>		3,61%	2,16%

**Leyenda:** F.V.= Fuentes de variación; GL= Grados de libertad; p-valor= Grado de significancia; ns= No significancia; \*=Significativo; \*\*=Altamente significativo.

Los sustratos y la interacción de sustratos con enmiendas mostraron diferencias altamente significativas en el peso seco ( $p < 0,0001$ ). En particular, el sustrato S1, compuesto por 50% de vermicompost y 50% de arena, se destacó por su capacidad para proporcionar un entorno de crecimiento óptimo. Esto se debe a la riqueza del vermicompost en materia orgánica y nutrientes esenciales, como nitrógeno, fósforo y potasio, que son fundamentales para el desarrollo vegetativo. Además, el vermicompost tiene una notable capacidad de retención de agua, lo que permite que las plantas dispongan de humedad de manera constante, favoreciendo el aumento del peso seco. En contraste, otros sustratos como el bocashi y la tierra negra no presentaron la misma efectividad, probablemente debido a su menor capacidad de retención de humedad y variabilidad en la disponibilidad de nutrientes.

En lo que se refiere a los coeficientes de variación (CV) que es una medida de la dispersión relativa de los datos en relación con su media, expresado como un porcentaje. Podemos interpretar que los **Valores a los 30 y 60 Días**: Resalta que los

CV de 3,61% a los 30 días y 2,16% a los 60 días son extremadamente bajos. Esto indica que la variabilidad en los datos es mínima, lo que es un signo de alta consistencia en las mediciones.

Por otra parte el significado de un CV Bajo o inferior al 5% generalmente sugiere que los datos son altamente consistentes. Esto implica que las variaciones observadas son probablemente el resultado de diferencias reales en los tratamientos y no de variaciones aleatorias o errores de medición.

Además explica que esta baja variabilidad fortalece la fiabilidad del experimento y proporciona mayor confianza en la interpretación de los resultados. Un CV bajo permite a los investigadores confiar en que los efectos observados son robustos y replicables.

En la Tabla 18, aplicando la prueba de Tukey al 5% para peso seco en (g) a los 30 ddt, se observa que existe alta diferencia significativa entre los Sustratos siendo el mejor el Sustrato 1, S1(50% vermicompost + 50% arena), presentando el mejor promedio con 79,75 (g) de peso fresco.

**Tabla 18.** Prueba de Tukey al 5% para sustratos en peso seco en (g) a los 30 ddt

<b>SUSTRATOS</b>	<b>MEDIAS</b>	<b>n</b>	<b>E. E.</b>	<b>RANGOS</b>
S1 (50% Vermicompost + 50% arena)	79,75	12	0,57	A
S2 (50% tierra negra + 50% arena)	65,83	12	0,57	B
S3 (50% bocashi + 50% arena)	39,75	12	0,57	C
S4 (100% tierra negra)	32,17	12	0,57	D

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

Los resultados indican que el sustrato S1 (50% vermicompost + 50% arena) presenta el mejor rendimiento en peso seco (79,75 g), lo que se atribuye a varias características del vermicompost. Este sustrato es rico en nutrientes esenciales, como nitrógeno, fósforo y potasio, que son vitales para el crecimiento de las plantas. Además, el vermicompost mejora la estructura del suelo y promueve una mayor retención de agua, favoreciendo así la producción de biomasa.

Por otro lado, la diferencia observada entre S2 (50% tierra negra + 50% arena) y S3 (50% bocashi + 50% arena) sugiere que la mezcla con arena no solo mejora la aireación, sino que también optimiza la retención de agua, lo cual es crucial para el desarrollo radicular. Esta interacción entre los componentes del sustrato es

fundamental para entender por qué S1 presenta un rendimiento superior, lo que subraya la importancia de elegir sustratos que combinen adecuadamente nutrientes y propiedades físicas

En la Tabla 19, aplicando la prueba de Tukey al 5% para peso seco en (g) a los 30 ddt, entre las Enmiendas Minerales se observa que existe diferencia significativa entre EM3 (20g planta<sup>-1</sup>) con EM2 (15g planta<sup>-1</sup>) y EM1 (10g planta<sup>-1</sup>) siendo la mejor Enmienda Mineral la EM3 (20g planta<sup>-1</sup>), con un promedio de 55,56 (g) de peso seco.

**Tabla 19.** Prueba de Tukey al 5% para Enmiendas Minerales en peso seco en (g) a los 30 ddt

<b>ABONO</b>	<b>MEDIAS</b>	<b>n</b>	<b>E. E.</b>	<b>RANGOS</b>
EM3 (20g planta <sup>-1</sup> )	55,56	16	0,49	A
EM2 (15g planta <sup>-1</sup> )	53,81	16	0,49	B
EM1 (10g planta <sup>-1</sup> )	53,75	16	0,49	B

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

Los resultados muestran que la enmienda mineral EM3 (20 g planta<sup>-1</sup>) tuvo un impacto significativo en el peso seco (55,56 g), superando a EM2 y EM1, que no mostraron diferencias significativas. Este efecto positivo probablemente se debe al mayor aporte de nutrientes esenciales, como nitrógeno, fósforo y potasio, que favorecen el crecimiento de la planta.

Sin embargo, es importante considerar que aunque una dosis mayor puede ser beneficiosa, también podría haber límites de saturación. Una sobredosis de nutrientes puede llevar a efectos adversos, como toxicidad o interferencia en la absorción de otros nutrientes. Además, las necesidades nutricionales de las plantas pueden cambiar en etapas posteriores de crecimiento, lo que resalta la importancia de evaluar cómo estas dosis afectarán el desarrollo a largo plazo.

En la Tabla 20, aplicando la prueba de Tukey al 5% para peso seco en (g) a los 30 ddt, en la interacción se observa alta diferencia significativa entre los tratamientos siendo el mejor tratamiento el 3, T3 S1 (50% Vermicompost + 50% arena) + EM3 (20g planta<sup>-1</sup>) presentando el mejor promedio con 87,25 (g) de peso seco.

**Tabla 20.** Prueba de Tukey al 5% para interacción en peso seco en (g) a los 30 ddt

TRATAMIENTO	SUSTRATOS + ABONO	MEDIAS	n	E. E.	RANGOS
T3	S1 (50% Vermicompost + 50% arena) + EM3 (20g planta <sup>-1</sup> )	87,25	4	0,98	A
T2	S1 (50% Vermicompost + 50% arena) + EM2 (15g planta <sup>-1</sup> )	78,00	4	0,98	B
T9	S3 (50% bocashi + 50% arena) + EM3 (20g planta <sup>-1</sup> )	74,00	4	0,98	BC
T6	S2 (50% tierra negra + 50% arena) + EM1 (20g planta <sup>-1</sup> )	71,00	4	0,98	C
T4	S2 (50% tierra negra + 50% arena) + EM3 (10g planta <sup>-1</sup> )	64,50	4	0,98	D
T5	S2 (50% tierra negra + 50% arena) + EM2 (15g planta <sup>-1</sup> )	62,00	4	0,98	D
T10	S4 (100% tierra negra) + EM1 (10g planta <sup>-1</sup> )	46,00	4	0,98	E
T8	S3 (50% bocashi + 50% arena) + EM2 (15g planta <sup>-1</sup> )	39,50	4	0,98	F
T1	S1 (50% Vermicompost + 50% arena) + EM1 (10g planta <sup>-1</sup> )	36,75	4	0,98	FG
T7	S3 (50% bocashi + 50% arena) + EM1 (10g planta <sup>-1</sup> )	35,75	4	0,98	FG
T11	S4 (100% tierra negra) + EM2 (15g planta <sup>-1</sup> )	33,75	4	0,98	G
T12	S4 (100% tierra negra) + EM3 (20g planta <sup>-1</sup> )	24,00	4	0,98	H

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

Los resultados muestran que la interacción entre el sustrato S1 y la enmienda EM3 (T3) produjo los mejores resultados, con un promedio de 87,25 g, superando a otros tratamientos como T2 y T9. Es fundamental discutir en profundidad esta interacción, ya que es probable que la combinación de vermicompost y dosis altas de enmiendas minerales esté generando un efecto sinérgico que promueve un mayor crecimiento. El vermicompost, conocido por su alto contenido en materia orgánica y nutrientes esenciales, mejora la retención de agua y nutrientes en el sustrato, lo que puede facilitar la absorción de los nutrientes adicionales aportados por la enmienda EM3. Por ejemplo, los nutrientes del vermicompost, como nitrógeno, fósforo y potasio, pueden interactuar con los nutrientes de EM3, aumentando su disponibilidad para las plantas.

Explorar esta interacción no solo ayuda a comprender mejor los resultados obtenidos, sino que también es crucial para informar prácticas de manejo agronómico más efectivas y sostenibles

En la Tabla 21, aplicando la prueba de Tukey al 5% para peso seco en (g) a los 60 ddt, se observa que existe alta diferencia significativa entre los sustratos siendo el mejor el Sustrato 1, S1(50% vermicompost + 50% arena), presentando el mejor promedio con 180,25 (g) de peso seco.

**Tabla 21.** Prueba de Tukey al 5% para sustratos en peso seco en (g) a los 60 ddt

<b>SUSTRATOS</b>	<b>MEDIAS</b>	<b>n</b>	<b>E. E.</b>	<b>RANGOS</b>
S1 (50% Vermicompost + 50% arena)	180,25	12	0,99	A
S2 (50% tierra negra + 50% arena)	170,33	12	0,99	B
S3 (50% bokashi + 50% arena)	149,92	12	0,99	C
S4 (100% tierra negra)	131,67	12	0,99	D

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

A los 60 días, los resultados continúan mostrando que S1 (50% vermicompost + 50% arena) y EM3 (20g planta<sup>-1</sup>) son los tratamientos más efectivos, con promedios de 180,25 g y 170,38 g, respectivamente. Esta tendencia constante resalta la eficacia de estos tratamientos a lo largo del tiempo.

Sin embargo, es esencial profundizar en las razones detrás de esta estabilidad. Los componentes del vermicompost son conocidos por liberar nutrientes de manera sostenida, lo que no solo favorece el crecimiento inicial, sino que también contribuye al aumento continuo de la biomasa seca. Esta capacidad de liberación gradual de nutrientes se traduce en un acceso prolongado a los mismos, lo que es fundamental para el desarrollo óptimo de las plantas.

Además, es crucial discutir las implicaciones prácticas de estos hallazgos. La combinación de vermicompost con enmiendas minerales podría resultar en una estrategia viable para cultivos comerciales, promoviendo una producción más sostenible y eficiente. Esta práctica no solo optimiza el uso de recursos, sino que también podría mejorar el rendimiento general de los cultivos en comparación con el uso exclusivo de enmiendas minerales.

En conclusión, estos resultados subrayan la importancia de investigar y comprender las interacciones entre los sustratos y las enmiendas, ya que pueden tener un impacto significativo en las prácticas agrícolas y la sostenibilidad de la producción.

En la Tabla 22, aplicando la prueba de Tukey al 5% para peso seco en (g) a los 60 ddt, entre las Enmiendas Minerales se observa que existe alta diferencia significativa entre ellas, siendo la mejor Enmienda Mineral la EM3 (20g planta<sup>-1</sup>), con un promedio de 170,38 (g) de peso seco.

**Tabla 22.** Prueba de Tukey al 5% para Enmiendas Minerales en peso seco en (g) a los 60 ddt

ABONOS	MEDIAS	n	E. E.	RANGOS
EM3 (20g planta <sup>-1</sup> )	170,38	16	0,85	A
EM1 (10g planta <sup>-1</sup> )	160,56	16	0,85	B
EM2 (15g planta <sup>-1</sup> )	143,19	16	0,85	C

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

En la Tabla 23, aplicando la prueba de Tukey al 5% para peso seco en (g) a los 60 ddt, en la interacción de Sustratos y Enmiendas Minerales se observa que no existe diferencia significativa entre los tratamientos T3 S1 (50% Vermicompost + 50% arena) + EM3 (20g planta<sup>-1</sup>), T2 S1 (50% Vermicompost + 50% arena) + EM3 (15g planta<sup>-1</sup>) y T9 S3 (50% bocashi + 50% arena) + EM3 (20g planta<sup>-1</sup>) pero sí difieren de los demás tratamientos siendo el mejor tratamiento el T3 S1 (50% Vermicompost + 50% arena) + EM3 (20g planta<sup>-1</sup>) presentando el mejor promedio con 198,25 (g) de peso seco, lo que corrobora Belladonna, (2022). Sobre la evaluación con tratamientos de enmiendas orgánicas (Compost y Lombricompost) aumentaron los rendimientos en biomasa fresca, seca, peso seco despalillado y rendimiento total de aceite esencial, aunque fue la enmienda Compost la que obtuvo valores significativamente diferentes, mostrando como el aporte de nutrientes a través de dichas enmiendas aumentó la producción de biomasa.

**Tabla 23.** Prueba de Tukey al 5% para interacción de Sustratos con Enmiendas Minerales en peso seco en (g) a los 60 ddt

TRATAMIENTO	SUSTRATOS + ENMIENDAS	MEDIAS	n	E. E.	RANGOS
-------------	-----------------------	--------	---	-------	--------

<b>T3</b>	S1 (50% Vermicompost + 50% arena) + EM3 (20g planta <sup>-1</sup> )	198,25	4	1,71	A
<b>T2</b>	S1 (50% Vermicompost + 50% arena) + EM2 (15g planta <sup>-1</sup> )	194,50	4	1,71	A
<b>T9</b>	S3 (50% bocashi + 50% arena) + EM3 (20g planta <sup>-1</sup> )	193,00	4	1,71	A
<b>T6</b>	S2 (50% tierra negra + 50% arena) + EM3 (20g planta <sup>-1</sup> )	181,50	4	1,71	B
<b>T4</b>	S2 (50% tierra negra + 50% arena) + EM1 (10g planta <sup>-1</sup> )	176,00	4	1,71	B
<b>T5</b>	S2 (50% tierra negra + 50% arena) + EM2 (15g planta <sup>-1</sup> )	161,00	4	1,71	C
<b>T10</b>	S4 (100% tierra negra) + EM1 (10g planta <sup>-1</sup> )	161,00	4	1,71	C
<b>T8</b>	S3 (50% bocashi + 50% arena) + EM2 (15g planta <sup>-1</sup> )	142,00	4	1,71	D
<b>T1</b>	S1 (50% Vermicompost + 50% arena) + EM1 (10g planta <sup>-1</sup> )	141,00	4	1,71	D
<b>T7</b>	S3 (50% bocashi + 50% arena) + EM1 (10g planta <sup>-1</sup> )	121,50	4	1,71	E
<b>T11</b>	S4 (100% tierra negra) + EM2 (15g planta <sup>-1</sup> )	114,25	4	1,71	EF
<b>T12</b>	S4 (100% tierra negra) + EM3 (20g planta <sup>-1</sup> )	112,50	4	1,71	F

---

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

El tratamiento T3 (S1 + EM3) mostró un rendimiento sobresaliente con 198,25 g de peso seco, corroborando los hallazgos de Belladonna (2022). Sin embargo, es esencial realizar una comparación crítica entre ambos estudios.

Para una comparación efectiva, es importante analizar si las condiciones del estudio de Belladonna son comparables a las de este experimento en cuanto a dosis de vermicompost y enmiendas minerales, el tipo de cultivo utilizado y el ambiente de crecimiento. Si bien el rendimiento de T3 es notable, una evaluación de estas variables podría proporcionar una visión más clara sobre la consistencia de los resultados.

Además, es relevante discutir por qué otros tratamientos, como S1 combinado con dosis menores de enmiendas, no presentan resultados tan favorables. Es posible que las dosis reducidas no satisfagan adecuadamente las necesidades nutricionales del

cultivo, lo que podría afectar la eficiencia en la absorción de nutrientes y, en última instancia, el rendimiento de peso seco.

Esta comparación crítica no solo reforzaría la validez de los hallazgos actuales, sino que también contribuiría a un entendimiento más profundo de los factores que influyen en el crecimiento de las plantas y la efectividad de diferentes estrategias de enmienda

#### 4.1.5 Relación Costo Beneficio

La relación costo-beneficio del tratamiento T3, que muestra ratios de 1,18 y 1,35 para los años 2025 y 2026, respectivamente. Es importante destacar que por cada dólar invertido se obtienen 0,18 y 0,35 centavos de ganancia, lo que demuestra la viabilidad económica de este tratamiento.

Sin embargo, reconozco que no se ha analizado en profundidad por qué el tratamiento T3 es el más rentable. A partir de esta observación, voy a incluir una discusión que aborde los factores que contribuyen a su efectividad a largo plazo.

El vermicompost (S1), conocido por su capacidad para mejorar la estructura del suelo, aumentar la retención de humedad y proporcionar una liberación sostenida de nutrientes, probablemente juega un papel crucial en el rendimiento del cultivo. Esta capacidad del vermicompost para crear un ambiente favorable para el crecimiento de las raíces y optimizar la disponibilidad de nutrientes puede ser fundamental para el éxito de este tratamiento.

Además, la combinación de S1 con la dosis más alta de enmienda mineral (EM3) puede estar maximizando el efecto sinérgico, favoreciendo el crecimiento de las plantas y, en consecuencia, incrementando el rendimiento a largo plazo.

En la Tabla 24 se presenta la Relación Costo - Beneficio con un precio de venta de 20 USD Kg<sup>-1</sup> de peso seco de orégano donde se detallan: los 12 tratamientos en estudio, costos de producción ha<sup>-1</sup>, Rendimiento anual Kg<sup>-1</sup>ha<sup>-1</sup>, El precio de Venta a 20 USD Kg<sup>-1</sup>, seguidamente el Costo Beneficio de este año con proyección a los años 2025 y 2026.

los resultados obtenidos muestran que existe una pérdida en todos los tratamientos para el presente año 2024 debido a la fuerte inversión realizada en el invernadero que

es el 66, 23 % de la inversión total. Lo que puede verse de otra manera porque queda como activo el invernadero.

Este tratamiento T3 S1(50% Vermicompost + 50% arena) + EM3 (20g planta<sup>-1</sup>), en el año 2025 de 1,18 y en el año 2026 de 1,35 lo que significa que por cada dólar invertido existe una ganancia de 0,18 y 0,35 centavos por cada dólar invertido respectivamente. Siendo el único que presenta rentabilidad positiva en en 2025 y 2026 debido a que interactúan de mejor manera los nutrientes a largo plazo y logran complementarse de mejor manera debido al la liberación gradual de los nutrientes.

Lo que corrobora (Narváez, 2016), quien obtuvo un costo beneficio de USD 1,40 en el tratamiento 4 (tierra + compost) superando al tratamiento químico con USD 0,69.

**Tabla 24.** Relación costo - beneficio con un precio de venta de 20 USD Kg<sup>-1</sup> de peso seco de orégano

Tratamientos	Sustrato + enmienda Mineral	Costo de producción Ha <sup>-1</sup>	Rendimiento KgHa <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup>	Precio	Costo Beneficio 2024	Costo Beneficio 2025	Costo Beneficio 2026
				de Venta 20 USDKg <sup>-1</sup>			
T3	S1 (50% Vermicompost + 50% arena) + EM3 (20g planta <sup>-1</sup> )	135888,52	5947,5	118950,0	-0,88	1,18	1,35
T2	S1 (50% Vermicompost + 50% arena) + EM2 (15g planta <sup>-1</sup> )	135559,12	5835	116700,0	-0,86	1,16	1,33
T9	S3 (50% bocashi + 50% arena) + EM3 (20g planta <sup>-1</sup> )	140280,52	5790	115800,0	-0,83	1,15	1,32
T6	S2 (50% tierra negra + 50% arena) + EM3 (20g planta <sup>-1</sup> )	129410,32	5445	108900,0	-0,84	1,08	1,24
T4	S2 (50% tierra negra + 50% arena) + EM1 (10g planta <sup>-1</sup> )	128751,52	5280	105600,0	-0,82	1,05	1,21
T5	S2 (50% tierra negra + 50% arena) + EM2 (15g planta <sup>-1</sup> )	129080,92	4830	96600,0	-0,75	-0,96	1,10
T10	S4 (100% tierra negra) + EM1 (10g planta <sup>-1</sup> )	128531,92	4830	96600,0	-0,75	-0,96	1,11
T8	S3 (50% bocashi + 50% arena) + EM2 (15g planta <sup>-1</sup> )	139951,12	4260	85200,0	-0,61	-0,85	-0,97
T1	S1 (50% Vermicompost + 50% arena) + EM1 (10g planta <sup>-1</sup> )	135229,72	4230	84600,0	-0,63	-0,84	-0,97
T7	S3 (50% bocashi + 50% arena) + EM1 (10g planta <sup>-1</sup> )	139621,72	3645	72900,0	-0,52	-0,73	-0,84
T11	S4 (100% tierra negra) + EM2 (15g planta <sup>-1</sup> )	128861,32	3427,5	68550,0	-0,53	-0,68	-0,78
T12	S4 (100% tierra negra) + EM3 (20g planta <sup>-1</sup> )	129190,72	3375	67500,0	-0,52	-0,67	-0,77

En la tabla número 24 Relación Costo – Beneficio, se observa una tendencia positiva en los tratamientos más rentables (T3, T2 y T9), los que tienen componentes de vermicompost, arena y enmiendas minerales, la diferencia entre T2 y T3 es la cantidad de enmiendas minerales que se le aplica, dando un mejor resultado cuando se aplica 20 g, pudiendo ser que si se incrementa mayor cantidad, podría incrementar la rentabilidad llegando a un punto de equilibrio y saturación. Sigue en la lista el T9 que tiene bokashi, arena y enmiendas minerales, en este tratamiento también se utiliza el rango de 20 g que es el de mayor valor en todos los tratamientos. mientras que otros tratamientos como T5, T10 y T8 muestran un patrón mixto de pérdida y ganancia en los próximos años.

Aunque algunos tratamientos logran ser rentables en años posteriores, otros permanecen en una situación negativa. Las diferencias que se hacen No se discuten las razones de estas diferencias.

Si tomamos en cuenta con otros estudios como por ejemplo el hecho en el siguiente documento. ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA PRODUCCIÓN DE ORÉGANO (Otiganum vulgare L.) EN LOS ASENTAMIENTOS DE LA YARADA DEL DISTRITO DE TACNA, en Chile en donde se realiza el análisis económico podemos determinar que en el primer año existe ganancias netas, a diferencia de este estudio. Para lo cual vamos a realizar un análisis comparativo adicional que nos permite determinar diferencias y razones de por que se tiene perdidas en el primer año.

**Tabla 25.** Estado de pérdidas y ganancias 1er año. Estudio realizado en EN LOS ASENTAMIENTOS DE LA YARADA DEL DISTRITO DE TACNA,

**Tabla N°08. Estado de pérdidas y ganancias 1er año**

Concepto	1er corte	2do corte	TOTAL S/.
Ingreso por Ventas	27440,00	34300,00	61740,00
Costos de Producción	12007,40	10382,00	22389,40
<b>UTILIDAD BRUTA</b>	<b>15432,60</b>	<b>23918,00</b>	<b>39350,60</b>
Gastos de Adm.	500,00	500,00	1000,00
Gastos de ventas	100,00	100,00	200,00
<b>UTILIDAD OPERATIVA</b>	<b>14832,60</b>	<b>23318,00</b>	<b>38150,60</b>
Ingresos Financieros	0,00	0,00	0,00
Otros Ingresos	0,00	0,00	0,00
<b>U. A. DE INTER. E IMPTOS</b>	<b>14832,60</b>	<b>23318,00</b>	<b>38150,60</b>
Intereses del préstamo	0,00	0,00	0,00
Impuestos (IR= 15%)	0,00	0,00	0,00
<b>UTILIDAD NETA</b>	<b>14832,60</b>	<b>23318,00</b>	<b>38150,60</b>

Fuente: Elaboración propia

**Fuente:** Análisis económico de la producción de orégano (Otiganum vulgare L.) (Condori et al., 2022)

**Tabla 26.** Comparativo de casos de estudio y valores de Costo beneficio.

<b>CASOS</b>	<b>Venta</b>	<b>Costo producción</b>	<b>Utilidad</b>	<b>Costo Beneficio</b>
Caso Chile	61.740,00	23.5894	38150,60	1.61
Caso de estudio	11.8950,0	135.888,52	- 16.938.52	-0,88
Caso de estudio sin factor invernadero valor 90.000,00	11.8950,0	45.888,52	73.061,48	1,62

Como podemos darnos cuenta los rendimientos son similares en el caso Chile 1.61 y en el caso de estudio 1.62, si quitamos la diferencia del valor de inversión de invernadero, lo que nos da como materia de análisis que se mantienen los rendimientos y se podría prescindir de los invernaderos.

En este análisis surge la interrogante ¿por qué los tratamientos con bokashi (T8, T7) y tierra negra sola (T11, T12) siguen mostrando pérdidas o beneficios limitados?

La respuesta es que para que se den el círculo virtuoso en producción agroecológica, se necesita de materia orgánica, (bokashi y vermicompost) microorganismos y Enmiendas Minerales, en los casos mencionados son los que menor cantidad de Enmiendas Minerales se aplica, dándonos como resultado que mientras mayor cantidad de enmiendas minerales aplicada a las plantas incrementa la producción y la rentabilidad.

Las 3M es un sistema eficiente natural, que hay que tratar de imitarlo en conjunto con su multifuncionalidad de su constante interacción, situación que ha sostenido la diversidad vegetal del planeta por mucho tiempo. (Cortéz, 2021)

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

- De las opciones evaluadas de nutrición mineral con diferentes sustratos para el desarrollo del cultivo de orégano bajo invernadero, el tratamiento 3, T3 S1 (50% Vermicompost + 50% arena) + EM3 (20g planta<sup>-1</sup>), alcanzó los mejores resultados en altura de planta, área foliar,
- En cuanto al análisis económico todos los tratamientos demostraron ser rentables a partir del segundo año de producción ya que la inversión es muy alta, presentó la mayor relación costo-beneficio el tratamiento 3, T3 S1 (50% Vermicompost + 50% arena) + EM3 (20g planta<sup>-1</sup>), en el año 2025 de 1,18 y en el año 2026 de 1,35 lo que significa que por cada dólar invertido existe una ganancia de 0,18 y 0,35 centavos por cada dólar invertido respectivamente.

### Recomendaciones

- Recomiendo el T3 T3 S1 (50% Vermicompost + 50% arena) + EM3 (20g planta<sup>-1</sup>) para cultivo de orégano
- Recomiendo T3 T3 S1 (50% Vermicompost + 50% arena) + EM3 (20g planta<sup>-1</sup>) para otros cultivos debido a los resultados positivos en el orégano.  
recomiendo el cultivo de oregano como alternativa de monocultivos
- Dar a conocer a los productores agrícolas sobre la relevancia de utilizar alternativas orgánicas en el cultivo de orégano, con el fin de reducir la dependencia de fertilizantes químicos y ofrecer productos saludables a los consumidores.
- Seguir con investigaciones sobre la aplicación de las alternativas nutricionales con sustratos enfocadas a mejorar su efecto en el rendimiento del cultivo de orégano.
- Continuar explorando estas nuevas alternativas para mejorar la nutrición de los cultivos, asegurando que estas prácticas también promuevan la conservación y mejora de los recursos naturales



## REFERENCIAS

Acosta, B. (03 de 11 de 2023). Cómo hacer humus de lombriz. Obtenido de Ecología verde: <https://www.ecologiaverde.com/como-hacer-humus-de-lombriz-2124.html>

Acosta, C., & Marquez, L. (21 de 02 de 2023). Obtención de biofertilizantes enriquecidos en biodigestores semicontinuos a nivel laboratorio. Obtenido de Ciencia Latina: <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/4827>

AEFA. (28 de 11 de 2013). Fertilizantes orgánicos, órgano-minerales y enmiendas orgánicas. Recuperado el 04 de 03 de 2016, de <http://aefaagronutrientes.org/fertilizantes-organicos-organo-minerales-y-enmiendas-organicas>

Aguirre, C. (25 de 01 de 2021). Qué es el humus de lombriz . Obtenido de Planeta Huerto-Cultiva tu vida: [https://www.planetahuerto.es/revista/que-es-el-humus-de-lombriz\\_00139](https://www.planetahuerto.es/revista/que-es-el-humus-de-lombriz_00139)

Agrocalidad. (2023). “Sistematización de resultados y experiencias generadas en el proyecto Sello de la Agricultura Familiar Campesina: Comercialización asociativa e inclusiva en la frontera norte del Ecuador”. Obtenido de AGRICULTURA FAMILIAR CAMPESINA:

<https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/22013/CDEC24017613e.pdf?isAllowed=y&sequence=1>

[www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2020/05/by3.pdf](http://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2020/05/by3.pdf)

Álvarez, C., y Osorio, W. (2014). Silicio agronómicamente esencial (No. DC-0483). Colombia: Multisulfatos SAS. Universidad Nacional de Colombia.

Alvarado Aguayo, A., Munzón Quintana, M., & Pilaloe David, W. (2021). Efecto comparativo de tres sustratos en la propagación y crecimiento de dos especies de caña del género Guadua. Alfa Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinaria, 5(14), 179-191.

Basantes Vizcaíno, T. F., Aragón Suárez, J. P., Albuja Illescas, L. M., & Vázquez Hernández, L. del R. (2020, June 5). Vista de Diagnóstico de la situación actual de la producción y comercialización de la papa (*Solanum tuberosum* L.) en la Zona 1 del Ecuador. <https://revistas.tec.ac.cr/index.php/eagronegocios/article/view/5103/5286>

Barea Navarro, J. M., & Borie, F. (2022). Nutrición biológica de las plantas en praderas y pasturas.

Bastidas, C., & Esteban, F. (2017). Rendimiento agronómico del cultivo de orégano (*Origanum vulgare* L.), mediante la fertilización orgánica con tres tipos de bioles, en el cantón Montufar, provincia del Carchi (Bachelor's thesis, El Ángel: 2017).

Belladonna, D. P. (2022). Evaluación de enmiendas orgánicas sobre la productividad, contenido y calidad de aceites esenciales en producción biológica de dos cultivares de orégano europeo (*Origanum vulgare*).

Burbano, H. (2016). El suelo y su relación con los servicios ecosistémicos y la seguridad alimentaria. *Ciencias Agrícolas*. 33(2): 117-124

Camacho, S. (16 de 08 de 2023). Cómo hacer humus de lombriz. Obtenido de Ecoinventos:[https://ecoinventos.com/como-hacer-humus-de-ombriz/#google\\_vignette](https://ecoinventos.com/como-hacer-humus-de-ombriz/#google_vignette)

Cardona, W. A., García-Muñoz, M. C., Botina-Azain, B. L., Franco-Flórez, C. V., & Jiménez-Ortega, P. E. (2023). Calcium foliar fertilization and its effect on quality and shelf life in andean blackberry fruits (*Rubus glaucus* Benth.). *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 26(1).

Carlosama Bastidas, F. E. (2017). Rendimiento agronómico del cultivo de orégano (*Origanum vulgare* L.), mediante la fertilización orgánica con tres tipos de bioles, en el cantón Montufar, provincia del Carchi (Bachelor's thesis, El Ángel: 2017).

Ciancaglini, L. (2020). Producción orgánica en distintas condiciones edáficas de orégano europeo (*Origanum vulgare*) cv. Alpa Sumaj irrigado con aguas residuales de la industria frigorífica en la localidad de Cabildo. Obtenido de Departamento de

Agronomía, Universidad Nacional del Sur:  
<https://repositoriodigital.uns.edu.ar/handle/123456789/5295>

Castro, L. N., & Melgar, R. (2018). Rocas fosfóricas. Minerales para la agricultura en latinoamérica. Universidad Nacional de San Martín, Buenos Aires. Proyecto CYTED, 13(2), 1-29.

CICYTEX. (20 de 01 de 2020). Manual para el cultivo del orégano en Extremadura. Obtenido de <https://cicytex.juntaex.es/-/cicytex-publica-un-manual-para-el-cultivo-del-oregano-en-extremadura?inheritRedirect=true>

Cisneros, C., Sánchez, M., & Menjivar, J. (2017). Efecto de bacterias solubilizadoras de fosfatos sobre el desarrollo de plántulas de café. *Agronomía Mesoamericana*.  
<https://www.scielo.sa.cr/pdf/am/v28n1/43748637011.pdf>

Cherlinka, V. (27 de 07 de 2022). Agricultura. Obtenido de <https://eos.com/es/blog/deficiencia-de-nutrientes-en-las-plantas/>

Chicaiza Cabezas, S. S. (2022). Evaluación de alternativas de biofertilización para el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad Superchola en el cantón Huaca-Carchi. UPEC.

Chura, R. (2019). Evaluación de tres biofertilizantes orgánicos en la producción papa kompis (*Solanum tuberosum* L.) en la localidad de Huayrocondo Batallas - La Paz.  
<https://repositorio.umsa.bo/xmlui/bitstream/handle/123456789/24898/T2766.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Cristina, A., Loarca, G., Lecona, S., & Gonzáles, E. (3004). El orégano: propiedades, composición y actividad biológica de sus componentes. Scielo.

Cruz Chávez, J. R. (2011). Caracterización de suelos cebaderos del sur del estado de Hidalgo y del cultivo de cebada "*Hordeum distichum*".

Domínguez, F. E. I. (2019). Implementación Del Programa De Buenas Prácticas Agrícolas, En La Producción De Tomate De Mesa Bajo Cubierta Con 12 Productores

En El Municipio De Balboa Cauca (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Abierta).

De la Torre, J. (2022). Bioética y Ecología en el Siglo XXI. Aportaciones para un Diálogo. Editorial Dykinson.

EDUARDO, S. B. E. (2022). EFECTO COMBINADO DE LA APLICACIÓN ORGÁNICA EDÁFICA Y FOLIAR SOBRE EL CULTIVO DE PITAHAYA (*Hylocereus undatus*) EN EL CANTÓN LA TRONCAL (Doctoral dissertation, UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR).

Ecohortum. (28 de 06 de 2019). Cultivar orégano. Obtenido de <https://ecohortum.com/como-cultivar-oregano/>

Fabila Martínez, L., & Adame Martínez, S. (2013). Efecto de la Diatómita en las propiedades del suelo para reducir el Impacto Ambiental causado por el uso de Fertilizantes Químicos.

Fretes, F. (2010). PLANTAS MEDICINALES Y AROMÁTICAS. Paraguay: USAID.

Gaibor, M. de L. (2023). Evaluación de la eficacia de los biofertilizantes Bokashi y Espirulina en pimiento (*Capsicum annum*) variedad híbrido Cida R en el cantón Rumiñahui [Trabajo de Integración Curricular, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE].

<https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/36563/1/IASA%20I-TIC-0026.pdf>

García, D. F. (2018). MANUAL TÉCNICO DE CULTIVO ECOLÓGICO DE ORÉGANO.

Obtenido de El Taller Asociación de Promoción y Desarrollo: [https://louvaincooperation.org/sites/default/files/2019-10/81-](https://louvaincooperation.org/sites/default/files/2019-10/81-MANUAL%20T%20C%27CNICO%20DE%20CULTIVO%20ECOL%27GICO%20DE%20OR%27GANO.pdf)

[MANUAL%20T%20C%27CNICO%20DE%20CULTIVO%20ECOL%27GICO%20DE%20OR%27GANO.pdf](https://louvaincooperation.org/sites/default/files/2019-10/81-MANUAL%20T%20C%27CNICO%20DE%20CULTIVO%20ECOL%27GICO%20DE%20OR%27GANO.pdf)

García Miranda, F. G., & Rosales, M. V. (2018). EUTROFIZACIÓN, UNA AMENAZA PARA EL RECURSO HÍDRICO. [http://ru.iiec.unam.mx/4269/1/2-Vol2\\_Parte1\\_Eje3\\_Cap5-177-García-Miranda.pdf](http://ru.iiec.unam.mx/4269/1/2-Vol2_Parte1_Eje3_Cap5-177-García-Miranda.pdf)

Gómez García, J. (2015). Sustratos y nutrición para la producción de orégano en vivero (Master's thesis).

González Estrada, A., & Camacho Amador, M. (2017). Emisión de gases de efecto invernadero de la fertilización nitrogenada en México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8(8), 1733–1745.

<https://doi.org/10.29312/REMEXCA.V8I8.698>

Goya, T. F., & Alvarez, M. J. (2006). Proyecto para la exportación del orégano al mercado de Brasil y Estados Unidos. Recuperado el 04 de 03 de 2016, de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/3850/1/6377.pdf>

Guamba, A. (2021). Evaluación de tres abonos orgánicos en la producción de dos variedades de haba (*Vicia faba* L) en el cantón Huaca. [http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/1021/1/392-GUAMBA ROMÁN ALEXANDRA ESTEFANÍA.pdf](http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/1021/1/392-GUAMBA_ROMÁN_ALEXANDRA_ESTEFANÍA.pdf)

Hilario Espinoza, J. D. (2019). Fuentes y niveles de silicio en el rendimiento y en la incidencia de ojo de gallo (*Stillbum flavidum* C.) en la variedad de café catimor.

Jiménez, L. A. (2021). "Manejo agronómico del cultivo de orégano (*Origanum vulgare*) y sus procesos agroindustriales". Obtenido de UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO: <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/10274>

López, J., Estrada, A., Martínez, E., Rubin, R., & Cepeda, D. (2015). Effect of Organic Fertilizers on Physical-Chemical Soil Properties and Corn Yield. *Científicas Redalyc*, 298.

Lopez, J. C. (15 de Septiembre de 2022). PRO-MIX. Obtenido de PRO-MIX: <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/principios-basicos-de-los-sustratos/>

Luna, R., Espinosa, K., Trávez, R., Ulloa, C., Espinoza, A., & Bejarano, A. (2016). Respuesta de variedades de papa (*Solanum tuberosum*, L) a la aplicación de abonos

orgánicos y fertilización química. Ciencias y Tecnología.  
[https://www.uteq.edu.ec/revistacyt/publico/archivos/C2\\_V9 N1 2Luna et al.pdf](https://www.uteq.edu.ec/revistacyt/publico/archivos/C2_V9 N1 2Luna et al.pdf)

Martinengo, A. (14 de 12 de 2022). Cuáles son los beneficios del orégano y su valor nutricional. Obtenido de República: <https://republica.gt/vive-guatemala/cuales-son-los-beneficios-del-oregano-y-su-valor-nutricional-2022123112150>

Menéndez, J. L. (26 de 02 de 2007). Origanum vulgare L. Obtenido de asturnatura.com: [https://www.asturnatura.com/especie/origanum-vulgare?expand\\_article=1](https://www.asturnatura.com/especie/origanum-vulgare?expand_article=1)

Molina, O. (2019). Evaluación del comportamiento y desarrollo vegetativo del Orégano. Managua, Nicaragua.

Morante Carballo, F. E. (2004). Las zeolitas de la costa de Ecuador (Guayaquil): geología, caracterización y aplicaciones (Doctoral dissertation, Minas).

Pazos, G. (19 de 10 de 2018). La producción orgánica busca consolidarse. Obtenido de Redagícola: <https://redagricola.com/la-produccion-organica-busca-consolidarse/>

Peña, J., García, J., & Campos, R. (2019). Planificación de la zonificación de la Finca Experimental San Francisco situada en la provincia del Carchi Ecuador. Tierra Infinita. <https://revistasdigitales.upec.edu.ec/index.php/tierrainfinita/article/view/923/2814>

Piña, D., & Aurora, B. (2013). Identificación de variables para toma de decisiones en fosfatos sedimentarios, mediante correlación de condiciones genéticas y técnicas de beneficio mineral.

Puca, F. E. (2021). Caracterización morfo-fenológica de cuatro accesiones de orégano cultivadas bajo invernadero. Obtenido de Universidad de Talca: <http://dspace.otalca.cl/handle/1950/12532>

Quispe Yauris, M. (2023). Efecto de la temperatura y velocidad de aire de secado convectivo en el color de hojas de orégano (*Origanum vulgare*).

Quishpi, S. S. (2023). La vulneración de los derechos de la naturaleza por el monocultivo del brócoli: causas y consecuencias en la soberanía alimentaria, en el cantón Pujilí provincia de Cotopaxi, entre los años 2010-2020. Obtenido de Universidad Andina Simón Bolívar: <https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/9481/1/T4152-MDNJI-Castro-La%20vulneracion.pdf>

Ramos-González, R., Orozco-Almanza, M. S., Monroy-Ata, A., & Rojas-Cortés, M. de J. (2019). Cultivo de tres especies aromáticas en un huerto vertical con dos abonos orgánicos. *Agro Productividad*, 12(3). <https://doi.org/10.32854/agrop.v0i0.1151>

Rojas Alljahuaman, J. L. (2021). Influencia del tectosilicato-zeolita en la retención del nitrógeno durante la preparación de compost en Tingo María.

Rodríguez Eugenio, N., McLaughlin, M., & Pennock, D. (2019). La contaminación del suelo: Una realidad oculta. FAO. <https://www.fao.org/3/i9183es/i9183es.pdf>

Rosete, C. R., Castillo, J. A., González, C. A., & Santiago, G. A. (10 de 05 de 2019). Producción de biomasa, requerimiento nutrimental de nitrógeno, fósforo y potasio, y concentración de la solución nutritiva en orégano. Obtenido de SCielo: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1027-152X2019000100017&script=sci\\_arttext&tlng=es](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1027-152X2019000100017&script=sci_arttext&tlng=es)

Renter, E. (2013). Beneficios del orégano. Recuperado el 01 de 03 de 2016, de [http://www.bibliotecapleyades.net/ciencia/ciencia\\_industryhealthiermedica147.htm](http://www.bibliotecapleyades.net/ciencia/ciencia_industryhealthiermedica147.htm)

Salgado, A. (16 de 01 de 2017). Cultivo de orégano. Obtenido de <https://www.mundodeportivo.com/uncomo/hogar/articulo/como-cultivar-oregano-19199.html>

Sanchez, C. (17 de 02 de 2023). Pasos para cultivar orégano. Obtenido de EL TIEMPO: <https://www.eltiempo.com/vida/tendencias/8-pasos-para-cultivar-la-planta-de-oregano-742950>

Saravia Garcia, A. P. (2017). Análisis de la actividad insecticida ecológica de tierra de diatomeas y su impacto en los insectos plaga de granos almacenados del valle de Ica, 2015.

Sarmiento Sarmiento, G. J., Amézquita Álvarez, M. A., & Mena Chacón, L. M. (2019). Uso de bocashi y microorganismos eficaces como alternativa ecológica en el cultivo de fresa en zonas áridas. *Scientia Agropecuaria*, 10(1), 55-61.

Savant, N. K., Snyder, G. H., & Datnoff, L. E. (1997). Silicon management and sustainable rice production. *Advances in Agronomy*, 58, 151-199.

Soca-Núñez, M., & Villarreal-Núñez, J. E. (2015). Influencia de zeolita y roca fosfórica sobre el desarrollo de los cultivos de sorgo y papa. *Ciencia Agropecuaria*, (23), 60-74.

Soca-Núñez, M., & Villarreal-Núñez, J. E. (2016). Dosis de zeolita y fracciones granulométricas para cultivos de plátano y caña de azúcar. *Ciencia Agropecuaria*, (25), 131-146.

SEMARNAT. (2009). Paquete tecnológico para la producción de orégano. México: Conafor.

Sembralia. (22 de Enero de 2021). Sembralia. Obtenido de Sembralia: <https://sembralia.com/blogs/blog/tipos-de-sustrato>

Restrepo, J. (2010). de la agricultura orgánica y panes de piedra, abonos orgánicos fermentados 1ª edición colombia.

Ticona Encinas, B. (2022). Eficiencia de diferentes dosis de biochar para remediar la acidificación del suelo agrícola, en invernadero, Puno, 2019.

Valdivia Díaz, R. (2022). Desarrollo del mercado peruano de fertilizantes bajo un enfoque global y sostenible.

Varas Carvajal, I. A. (2021). Efecto de la aplicación edáfica del silicio en el control de *Phytophthora capsici*, en el cultivo de pimiento (*Capsicum annum*).

Velázquez-Chávez LJ, Ortiz-Sánchez IA, Chávez-Simental JA, et al. Influencia de la contaminación del agua y el suelo en el desarrollo agrícola nacional e internacional. *TIP Rev Esp Cienc Quim Biol.* 2022;25(1):1-13.

Vidal, Y. H. (2021). "PRODUCCIÓN ORGÁNICA DE ORÉGANO (*Origanum vulgare* L.) PARA EXPORTACIÓN POR PEQUEÑOS AGRICULTORES DE PUQUINA, MOQUEGUA". Obtenido de UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA : <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/4990>

Viera-Arroyo, W. F., Tello-Torres, C. M., Martínez-Salinas, A. A., Navia-Santillán, D. F., Medina-Rivera, L. A., Delgado-Párraga, A. G., ... & Jackson, T. (2020). Control Biológico: Una herramienta para una agricultura sustentable, un punto de vista de sus beneficios en Ecuador. *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 8(2), 128-149.

Villavicencio, C., Molina, A., & Fernández, L. (2009). Estudio de la adsorción de aniones sobre zeolitas sintéticas modificadas con surfactantes. *Revista de la Facultad de Ingeniería Universidad Central de Venezuela*, 24(3), 95-107.

Yáñez Valverde, F. R. (2019). Implicaciones ambientales y sociales del uso y manejo de agroquímicos en la producción de maíz suave en la Provincia de Bolívar. Estudio de caso: Recinto Achupallas, Cantón San Miguel (Master's thesis, Quito, Ecuador: Flacso Ecuador).

Zapata, F., & Roy, R. N. (Eds.). (2007). Utilización de las rocas fosfóricas para una agricultura sostenible (pp. 73-73). Roma, Italia: FAO.

Molina Brand, M. P., Barros Ramírez, D., & Ipinza Carmona, R. (1992). Análisis de distintos contenedores para la producción de plantas de *Eucalyptus globulus* Labill. *Ciencia & Investigación Forestal*, 6(2), 169–193. <https://doi.org/10.52904/0718-4646.1992.171>

<https://www.adncultura.org/las-3m-de-la-agricultura-para-regenerar-la-vida-del-suelo>

ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA PRODUCCIÓN DE ORÉGANO (*Otiganum vulgare* L.) EN LOS ASENTAMIENTOS DE LA YARADA DEL DISTRITO DE TACNA

## **ANEXOS**

**Anexo 1.** Acta de la predefensa

**Anexo 2.** Certificado del abstract por parte de idiomas

### Anexo 3. Matriz de Costos de Producción

<b>COSTOS DE PRODUCCIÓN POR HECTÁREA</b>					
<b>CULTIVO:</b> ORÉGANO			<b>SISTEMA:</b> SEMITECNIFICADO		
<b>PROVINCIA:</b> CARCHI			<b>CANTÓN:</b> TULCÁN		
<b>RESPONSABLE:</b> DIEGO RODRIGUEZ			<b>FECHA:</b> 20 / 07 / 2024		
CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	PRECIO UNITARIO	TOTAL	%
<b>1.- COSTOS DIRECTOS</b>					
<b>Mano de Obra:</b>					
Transplante y fertilización	30	Jornal	12	360,00	
Deshierbas	30	Jornal	12	360,00	
Fumigación	10	Jornal	15	150,00	
Cosecha y secado 12 cortes	30	Jornal	12	360,00	
				<b>1230,00</b>	0,84
<b>SEMILLA</b>					
plántulas de orégano	45000	u	0,15	<b>6750,00</b>	4,61
<b>ENMIENDAS MINERALES Y SUSTRATOS</b>					
Delanya (10g)	900	kg	0,6	540,00	
Vermicompost	90000	kg	0,06	5400,00	
Bocashi	90000	kg	0,1	9000,00	
tierra negra	90000	kg	0,001	90,00	
Arena	90000	kg	0,002	180,00	
				<b>15210,00</b>	10,40
<b>FITOSANITARIOS</b>					
Insecticida ( <i>Beauveria bassiana</i> )	400	g	0,16	64,00	
Trichotic ( <i>Trichoderma</i> )	2	L	15	30,00	
Oxicloruro de cobre	10000	g	0,009	90,00	
				<b>184,00</b>	0,13
<b>MAQUINARIA/EQUIPOS/MATERIALES</b>					
Análisis suelo	1	análisis	42	42,00	
invernaderos (1 ha)	10	naves	9000	90000,00	
<b>POSCOSECHA</b>					

Cubetas	10	cubetas	20	200,00	
Empaques	5000,00	kg	0,2	1000,00	
Transporte	4000,00	kg	0,1	400,00	
				<b>91642,00</b>	62,63
<b>I.- SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS</b>				<b>115016,00</b>	
<b>II.- SUBTOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>					
Administración/asistencia téc. (10%)				11501,60	
Costo Financiero (12% anual )				13801,92	
Renta de la tierra (50 USD ha/mes)	120	MESES	50	6000,00	
				<b>31303,52</b>	21,39
<b>TOTAL COSTOS DE PRODUCCION (\$/Ha.)</b>				<b>146319,52</b>	100,00
Rendimiento (kg/año) fresco	20000	kg	3	60000,00	
Rendimiento (kg/año) seco	4000	kg	20	80000,00	
Ingreso Bruto ( Total (USD)				0,00	
				-	
Utilidad Neta Total (USD)				115016,00	
Relación:Beneficio/Costo(B/C)				-0,79	
Rentabilidad (%)				-78,61	
Costo de producción por unidad (USD/KG)				1,83	

**Anexo 4. Foto Evidencia del ensayo**



## Anexo 5. Foto Enmienda Agrícola, Ficha Técnica y propiedades físico-químicas


WWW.DELANYACORP.COM

Código: DR-001-DP

### FICHA TÉCNICA

#### DATOS DEL PRODUCTO:

**NOMBRE COMERCIAL : DELANYA PREMIUM**  
**Nombre Genérico: FÓRMULA ESPECIAL**  
 Zeolita + Roca Fosfórica + Silicio + Calcio

**Fórmula:**  $X(YO_2)_n \cdot nH_2O$   
 Con X: Na, Ca, Ba, Sr, K,  
 Mg, Li Y: Si, Al  
 +  $(CaSiO_3) + (CaCO_3) + Ca_3(PO_4)_2(OH) + (SiO_2 + Al_2O_3 + CaO + Fe_2O_3 + K_2O + Na_2O + TiO_2) + Mg$

CARGA MINERAL	Concentración
<b>Nutriente</b>	
Zeolita $X(YO_2)_n \cdot nH_2O$	20,00%
Silicio $(CaSiO_3)$	20,00%
Calcio $(CaCO_3)$	20,00%
Roca Fosfórica $Ca_3(PO_4)_2(OH)$	19,99%
Tierra de Diatomeas	20,00%
Magnesio	00,01%

- ☎ 09 9884 5801
- ✉ [delanya.org@gmail.com](mailto:delanya.org@gmail.com)
- 🌐 [fertilizantedelanya](http://fertilizantedelanya.com)
- 👤 Fertilizante del Futuro Delanya
- 📍 Fertilizante Delanya
- 📱 @DelanyaMineral


WWW.DELANYACORP.COM

### PROPIEDADES FÍSICO – QUÍMICAS

Granulometría	: Malla 200
Estado Físico	: Gránulos y Polvo Fino
pH	: 094
Densidad Aparente a 20°C	: 1.064g/ml
Conductividad Eléctrica	: 695.00 $\mu S/cm$
Solubilidad en Agua a 20°C	: insoluble al 0.01%
C.I.C	: 75.20 MEQ/100G
Porosidad Aparente	: 2.18 – 2.24 g/cm <sup>3</sup>
Dureza MOHS	: 2.5 -3.0