

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE AGROPECUARIA

Tema: “Evaluación de enmiendas minerales más combinación de fertilización química en diferentes dosis para la producción de orégano (*Origanum vulgare*) bajo invernadero en el cantón Huaca-Carchi”.

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del
título de Ingeniera en Agropecuaria

AUTORA: Quiroz Mites Cristina Maricela

TUTOR: MSc. Mora Qulismal Segundo Ramiro. PhD

Tulcán, 2026.

CERTIFICADO DEL TUTOR

Certifico que la estudiante Quiroz Mites Cristina Maricela con el número de cédula 0401784640 respectivamente ha desarrollado el Trabajo de Integración Curricular: "Evaluación de enmiendas minerales más combinación de fertilización química en diferentes dosis para la producción de orégano (*Origanum vulgare*) bajo invernadero en el cantón Huaca-Carchi"

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en la Codificación del Reglamento de Régimen Académico y de Estudiantes de la UPEC, por lo tanto, autorizo la presentación de la sustentación para la calificación respectiva.

MSc. Mora Quilismal Segundo Ramiro. PhD

TUTOR

Tulcán, enero de 2026

AUTORÍA DE TRABAJO

El presente Trabajo de Integración Curricular constituye un requisito previo para la obtención del título de Ingeniera en la Carrera de Agropecuaria de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales

Yo, Quiroz Mites Cristina Maricela con cédula de identidad número 0401784640 declaro que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.



Quiroz Mites Cristina Maricela

AUTORA

Tulcán, enero de 2026

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Yo Quiroz Mites Cristina Maricela declaro ser autor de los criterios emitidos en el Trabajo de Integración Curricular: "Evaluación de enmiendas minerales más combinación de fertilización química en diferentes dosis para la producción de orégano (*Origanum vulgare*) bajo invernadero en el cantón Huaca-Carchi" y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes de posibles reclamos o acciones legales.



Quiroz Mites Cristina Maricela

AUTORA

Tulcán, enero de 2026

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a todas las personas que han tenido un papel importante y significativo en la realización de este trabajo de investigación.

En primer lugar, agradezco a Dios, quien ha sido mi guía y refugio, por concederme la fuerza en los momentos de debilidad, la esperanza en los días difíciles y la luz que iluminó cada paso de este camino. Sin Su voluntad, este sueño no habría sido posible, por permitir culminar satisfactoriamente esta etapa de mi vida.

A mis padres Víctor Quiroz y Esperanza Mites, por ser el pilar fundamental de mi vida, por su amor y apoyo incondicional, por sus sacrificios y por enseñarme con su ejemplo que el esfuerzo, trabajo y la constancia son la base de todo logro. Cada paso que doy es el reflejo de su entrega y dedicación.

A mis hermanos, Jorge y Aníbal, por su apoyo sincero, por las palabras de aliento, por acompañarme con alegría en los momentos más difíciles. Su cariño y comprensión han sido un impulso constante para seguir adelante y por recordarme siempre que nunca estoy sola.

A mi tutor, PhD. Ramiro Mora, por su guía, paciencia y dedicación. Gracias por compartir su conocimiento con generosidad y guiarme con compromiso durante el desarrollo de esta investigación. Su orientación fue esencial para la culminación de este trabajo de investigación.

A la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, por brindarme la oportunidad de formarme académicamente y por ser el espacio donde he adquirido los conocimientos, experiencias y valores necesarios para crecer personal y profesionalmente. A todos quienes, de una u otra forma, aportaron con su tiempo, consejo o palabra de aliento, mi más sincero agradecimiento. Este logro no es solo mío, sino también de cada persona que creyó en mí y me ayudó a llegar hasta aquí.

Cristina Maricela Quiroz Mites

DEDICATORIA

A Dios, por acompañarme en cada paso del camino, por darme la fuerza que necesitaba cuando surgieron las dificultades y por llenar mi vida de esperanza y propósito. Su presencia ha sido mi guía y mi consuelo en todo momento.

A mis padres, Víctor y Esperanza, por su inmenso amor y apoyo constante. Por ser mi inspiración, mi ejemplo y mi mayor motivación para seguir adelante. Todo lo que he logrado es un reflejo del esfuerzo y los valores que me transmitieron con tanto cariño.

A mis hermanos, Jorge y Aníbal, por estar siempre a mi lado, por el aliento en los momentos difíciles y por compartir la alegría de cada logro. Su apoyo fue fundamental en este camino.

Con el corazón lleno de gratitud y amor, les dedico este logro, que simboliza no solo una meta alcanzada, sino también el fruto del amor y la fe que siempre me han sostenido.

Cristina Maricela Quiroz Mites

ÍNDICE

RESUMEN	11
ABSTRACT	12
INTRODUCCIÓN	13
I. EL PROBLEMA	14
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	15
1.3. JUSTIFICACIÓN	15
1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	16
1.4.1. Objetivo General	16
1.4.2. Objetivos Específicos	16
1.4.3. Preguntas de Investigación	17
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	18
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	18
2.2. MARCO TEÓRICO	20
2.2.1. Origen del Orégano.	20
2.2.2 Taxonomía del cultivo de orégano	20
2.2.3 Características generales	20
2.2.4 Características morfológicas del orégano	21
2.2.5 Etapas fenológicas	22
2.2.6 Requerimientos bioclimáticos del cultivo de orégano.....	23
2.2.7 Plagas y enfermedades	24
2.2.8 Importancia del orégano en Ecuador.....	25
2.2.9 Requerimientos nutricionales del orégano	25
2.2.10 Manejo del cultivo.	26
2.2.11 Enmiendas minerales	28
2.2.12 Importancia y ventajas de las enmiendas minerales	29

2.2.13 Factores para la aplicación de enmiendas minerales	29
2.2.14 Beneficios de los minerales en la agricultura	30
2.2.15 Enmienda Mineral Delanya	33
2.2.16 Fertilización química	34
III. METODOLOGÍA	37
3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO	37
3.1.1. Enfoque	37
3.1.2. Tipo de Investigación.....	37
3.2. HIPÓTESIS	37
3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	38
3.3.1. Definición de las variables.	38
3.4. MÉTODOS UTILIZADOS	41
3.4.1 Localización del experimento	41
3.4.2 Características del ensayo	41
3.4.3 Muestra y población.....	41
3.4.4 Parcela neta.....	42
3.4.4 Tratamientos.....	43
3.4.6 Procedimiento.....	43
3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	44
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	45
4.1.RESULTADOS.....	45
4.1.1 Altura de planta.....	45
4.1.2 Diámetro foliar.....	46
4.1.3 Peso fresco	47
4.1.4 Peso Seco	48
4.1.5 Relación costo-beneficio.....	49
4.2.DISCUSIÓN.....	51
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	54

5.1. CONCLUSIONES	54
5.2. RECOMENDACIONES	55
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56
VII. ANEXOS	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 . Taxonomía del orégano	20
Tabla 2 . Fenología del orégano	23
Tabla 3 . Definición y operacionalización de las variables	39
Tabla 4 . Características del ensayo.....	41
Tabla 5 . Tratamientos evaluados	43
Tabla 6 . ANOVA de altura de planta en (cm) en tres ciclos	45
Tabla 7 . Prueba de Tukey al 5% de la altura de planta (cm) a los 15 días ciclo I	46
Tabla 8 . ANOVA para el diámetro foliar en (cm) en tres ciclos	46
Tabla 9 . Prueba de Tukey al 5% para el diámetro foliar (cm) en el segundo ciclo.....	47
Tabla 10 . Prueba de Tukey al 5% para el diámetro foliar (cm) en el tercer ciclo	47
Tabla 11 . ANOVA para el peso fresco en (g) en tres ciclos	48
Tabla 12 . Prueba de Tukey al 5% para el peso fresco (g)	48
Tabla 13 . ANOVA para el peso seco en (g) en tres ciclos	49
Tabla 14 . Relación costo-beneficio con un precio de venta de 30USDKg ⁻¹ de peso seco de orégano.....	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 . Saco del producto Delanya	33
Figura 2 . Producto Delanya granulado	34
Figura 3 . Composición del fertilizante 8-20-20	36
Figura 4 . Distribución de los tratamientos.....	42

Figura 5 . Parcela neta	42
-------------------------------	----

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC.....	62
Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas	63
Anexo 3. Costos de producción en una hectárea	65
Anexo 4. Evidencias del ensayo experimental.....	66

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en el Centro Experimental San Francisco de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, ubicado en el cantón Huaca, provincia del Carchi. El estudio tuvo como finalidad evaluar el efecto de enmiendas minerales en combinación con fertilización química en diferentes dosis para la producción de orégano (*Origanum vulgare*) bajo invernadero, se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con ocho tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos consistieron en la aplicación de enmienda mineral en dosis (10, 20, 30 g), en combinación o no con fertilizante químico (15g) aplicado después de cada cosecha durante los tres ciclos de producción. Las variables evaluadas fueron: altura de planta (cm), diámetro foliar (cm), peso fresco(g), peso seco(g) y análisis económico. Para el análisis estadístico se ejecutó en el programa InfoStat 2020, aplicando ANOVA para el análisis de varianza y la prueba de Tukey al 5% para medias en comparación. Los resultados demostraron que el tratamiento T5 (enmienda mineral 20g + Fertilizante químico 15g planta⁻¹) presentó el mejor rendimiento durante los tres ciclos de producción en las variables agronómicas evaluadas. En cuanto al análisis económico, el tratamiento T4 (enmienda mineral 10g + fertilizante químico 15 planta⁻¹) mostró la mejor relación costo-beneficio, alcanzando una rentabilidad de 3,30 USD por cada dólar invertido en el segundo año 2026, mostrándose como una posibilidad más eficiente y rentable. Estos hallazgos confirman que la aplicación combinada de enmiendas minerales y fertilización química mejoran el desarrollo vegetativo y rendimiento productivo del orégano.

Palabras Claves: enmienda mineral, fertilización química, dosis, orégano, rendimiento.

ABSTRACT

The present research study was carried out at the San Francisco Experimental Center of the State Polytechnic University of Carchi, located in the Huaca canton, Carchi province. The purpose of the study was to evaluate the effect of mineral amendments in combination with chemical fertilization at different doses to produce oregano (*Origanum vulgare*) under greenhouse conditions. A completely randomized design (CRD) was used, with eight treatments and four replications. The treatments consisted of applying mineral amendments at doses of 10, 20, and 30 g, combined or not with chemical fertilizer (15 g) applied after each harvest during the three production cycles. The evaluated variables were: plant height (cm), leaf area (cm²), fresh weight (g), dry weight (g), and economic analysis. Statistical analysis was performed using the InfoStat 2020 software, applying ANOVA for variance analysis and Tukey's 5% test for mean comparison. The results showed that treatment T5 (mineral amendment 20 g + chemical fertilizer 15 g plant⁻¹) presented the best performance during the three production cycles in the evaluated agronomic variables. Regarding the economic analysis, treatment T4 (mineral amendment 10 g + chemical fertilizer 15 g plant⁻¹) showed the best cost-benefit ratio, achieving a profitability of USD 3.30 for every dollar invested in the second year (2026), positioning itself as a more efficient and profitable option. These findings confirm that the combined application of mineral amendments and chemical fertilization improves the vegetative development and productive yield of oregano.

Keywords: mineral amendment, chemical fertilization, dose, oregano, yield.

INTRODUCCIÓN

El orégano (*Origanum vulgare*) es una planta herbácea aromática originaria de climas templados. Se utiliza mundialmente como ingrediente en cocina, cosmética y productos farmacéuticos gracias a sus propiedades antioxidantes. Este cultivo se distingue por su importancia económica internacional. Se estima que su producción total alcanza las 70.000 toneladas anuales en una superficie de 37.000 hectáreas. Los principales países productores de orégano a nivel mundial son México, Turquía, Grecia, España y Estados Unidos, que contribuyen significativamente a la producción mundial (Goya & Álvarez, 2018).

El potencial exportador de orégano de Ecuador es prometedor, dada su capacidad para adaptarse a diversos tipos de suelo y condiciones climáticas, lo que podría generar importantes beneficios económicos. Las regiones productoras de orégano más importantes del país son Pichincha, Tungurahua e Imbabura, que cuentan con suelos y climas propicios para su cultivo (Suárez & Tul, 2023).

Agraria.pe (2023) enfatiza que, para aprovechar mejor la creciente demanda de orégano, es fundamental aumentar la producción y optimizar la calidad del producto para satisfacer las demandas del mercado global. Esto se puede lograr mediante la adopción de tecnologías apropiadas, el establecimiento de mecanismos de control de calidad y la aplicación de métodos agrícolas adecuados.

La agricultura desempeña un papel crucial en el desarrollo económico de la provincia de Carchi, siendo el cultivo de papa la principal fuente de ingresos de las familias rurales. Esto conduce al monocultivo y al uso excesivo de fertilizantes químicos. Por lo tanto, esta investigación se centra en la evaluación de enmiendas minerales combinados con productos químicos para la producción de orégano, con el objetivo de encontrar nuevas opciones de fertilización y diversificación de cultivos para los agricultores, evitando así la dependencia de un solo cultivo.

I. EL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La agricultura convencional se ha convertido en una tendencia global en los últimos años. Los agricultores han incrementado el uso de fertilizantes para lograr mejores resultados de producción. Como resultado, los suelos tienen una menor capacidad para retener nutrientes y agua, lo que provoca una disminución de la producción agrícola y un aumento de la erosión del suelo (Velázquez et al., 2022).

El uso de fertilizantes químicos en la agricultura puede mejorar significativamente la productividad agrícola. Sin embargo, debido a la necesidad de aumentar el rendimiento de los cultivos, los agricultores suelen recurrir a un uso excesivo de fertilizantes químicos. Estas prácticas de fertilización inadecuadas tienen impactos ambientales negativos, como la toxicidad y degradación del suelo, la contaminación del agua y el suelo, la alteración de los microorganismos benéficos en los suelos agrícolas, la disminución de la fertilidad del suelo debido a desequilibrios en su composición química y la alteración de la actividad microbiológica, lo que resulta en erosión del suelo a largo plazo (AgroFresh, 2018).

El uso irresponsable de fertilizantes químicos se refleja a nivel global, nacional y local, según Ramírez (2011). El 97,29% de los fertilizantes químicos se utilizan en la agricultura. Los agricultores aplican estos productos químicos a sus cultivos, ya sea puros o mezclados con otros productos, lo que provoca la destrucción de la biodiversidad, el aumento de plagas y enfermedades, la deficiencia de nutrientes del suelo y su contaminación. Se recomienda a los agricultores utilizar una dosis adecuada de fertilizantes mediante prácticas agrícolas sostenibles, como la rotación de cultivos y la fertilización del suelo, que mejoran la salud del suelo para minimizar el uso de fertilizantes químicos y reducir el impacto ambiental.

La provincia de Carchi se caracteriza por ser una zona agrícola. Sin embargo, el predominio de monocultivos como la papa genera una serie de problemas, como el uso indiscriminado de fertilizantes químicos, ya que estos productos se aplican en diferentes etapas fenológicas del cultivo de la papa, lo que ocasionará problemas

significativos en la rentabilidad y la sostenibilidad económica de los agricultores debido a los altos costos de estos insumos agrícolas. Estos factores contribuyen al aumento de los costos de producción para los agricultores. Es fundamental buscar nuevas alternativas que permitan la reducción de costos y una mayor eficiencia de la producción agrícola, brindando a los agricultores información sobre nuevas estrategias de fertilización con el uso de aditivos minerales, ya que estas soluciones innovadoras mitigarán el uso de fertilizantes químicos y lograrán una agricultura sostenible y rentable (Basantes et al., 2020).

Debido a la problemática planteada, existe la necesidad de realizar un estudio sobre la fertilización mineral y química, buscando ofrecer nuevas alternativas de fertilización que ayuden a los agricultores a lograr una mayor productividad agrícola a menores costos y con prácticas agrícolas ambientalmente sostenibles.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿El uso de enmiendas minerales más combinaciones de fertilización química aumentará la producción de orégano (*Origanum Vulgare*) bajo invernadero?

1.3. JUSTIFICACIÓN

En Ecuador, la producción de orégano es limitada debido a la falta de conocimiento sobre el cultivo de esta planta medicinal, la falta de conocimientos sobre su manejo y el limitado apoyo gubernamental a este sector productivo. En consecuencia, la producción de orégano presenta un bajo rendimiento. La producción de orégano podría ser una nueva alternativa para los agricultores, ya que promoverá la rentabilidad y la sostenibilidad económica, además de permitir la diversificación de cultivos.

Además, este cultivo se caracteriza por su alta popularidad como condimento y sus propiedades medicinales, lo que lo convierte en un producto con una demanda constante en el mercado internacional, brindando a los agricultores la oportunidad de encontrar un mercado estable y rentable para sus cultivos (Sánchez, 2013).

Debido a que el orégano es un cultivo de ciclo corto de producción, la cosecha se puede realizar en menos tiempo, lo que permite a los agricultores rotar cultivos con mayor rapidez y obtener múltiples cosechas en una sola temporada. Esto les permitirá diversificar sus fuentes de ingresos y reducir su dependencia de un solo cultivo.

Por lo tanto, es vital implementar buenas prácticas agrícolas que permitan una alta producción de este cultivo y eviten la contaminación ambiental y la erosión del suelo.

El uso correcto de enmiendas minerales presentes en Ecuador mejora la productividad y reduce la erosión. También se beneficiará al reducir el uso de fertilizantes químicos y los costos de producción. Dado que el orégano absorbe entre el 30% y el 50% de los fertilizantes químicos, el resto se pierde en el suelo, lo que requiere enmiendas minerales para desencapsular los nutrientes presentes en el suelo que no se pueden utilizar de forma natural.

El uso de enmiendas minerales y lograr una dosis óptima son esenciales para maximizar el rendimiento y la calidad del orégano. Al variar las dosis, será posible identificar la cantidad precisa de nutrientes necesaria para el crecimiento óptimo de la planta y una mayor producción (Rodríguez,2024).

Esta investigación determinará la dosis más adecuada de enmiendas minerales para los cultivos. Esto podría reducir el uso de fertilizantes químicos en la agricultura. La aplicación de aditivos minerales puede ayudar a corregir las deficiencias de nutrientes en el suelo, logrando una mayor producción y mitigando los impactos ambientales negativos.

El uso de nuevas alternativas nutricionales para los cultivos contribuye a reducir el uso indiscriminado de fertilizantes químicos, ya que los aditivos minerales estimulan la actividad microbiana en los suelos agrícolas y mejoran su fertilidad (Cisneros et al., 2017). Por lo tanto, esta investigación busca evaluar la aplicación de enmiendas minerales en el cultivo de orégano para ofrecer a los agricultores una fertilización mineral que contribuya a una agricultura más respetuosa con el medio ambiente.

1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

- Evaluar enmiendas minerales más combinaciones de fertilización química en diferentes dosis para la producción de orégano (*Origanum Vulgare*) bajo invernadero en el cantón Huaca- Carchi.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Evaluar el rendimiento productivo del cultivo de orégano con la aplicación de enmiendas minerales más combinaciones de fertilización química.

- Determinar la dosis de enmiendas minerales más eficiente en la producción de orégano.
- Realizar el análisis económico de los tratamientos en estudio.

1.4.3. Preguntas de Investigación

- ¿Cuál es el rendimiento productivo del orégano aplicando enmiendas minerales más combinación de fertilización química?
- ¿Cuál es la mejor dosificación mineral para la producción de orégano?
- ¿Cuál de los tratamientos presentan una mejor rentabilidad económica para el cultivo de orégano

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Escalona et al (2021), en su trabajo de investigación realizado en la finca El Danubio en Duaca, Venezuela, evaluaron el efecto de diferentes enmiendas en la producción de maíz para ensilaje con fertilización organomineral, los tratamientos aplicados en este estudio fueron compost (compost Don Manuel y compost Minco Fértil), Fosfoyeso con diferentes combinaciones y un testigo sin enmiendas, Los resultados mostraron un efecto positivo en el crecimiento vegetativo y un mayor rendimiento en biomasa verde y seca del cultivo, estos hallazgos demuestran que el uso de enmiendas y la fertilización organomineral son una estrategia óptima para una mayor producción y un sistema agrícola que apoye la fertilidad del suelo.

La investigación de Gómez (2015) tuvo como objetivo seleccionar la nutrición adecuada para la producción de orégano. La investigación se realizó en tres etapas: características de las semillas de orégano mexicano, selección de sustratos para plántulas y fertilización mineral y orgánica. Entre los resultados obtenidos, la fertilización mineral presentó mejores resultados en el desarrollo y crecimiento del orégano, mientras que la fertilización orgánica presentó buenos resultados en la producción de aceites esenciales de orégano.

Esta investigación se realizó en el Centro Experimental San Francisco de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, ubicado en el cantón Huaca, provincia del Carchi, para analizar el efecto de diferentes sustratos, bioinsumos y regímenes de fertilización en el cultivo de orégano (*Origanum vulgare*) en invernadero. Los tratamientos consistieron en una combinación de cuatro tipos de sustrato (arena, tierra negra, vermicompost y bocashi) y tres niveles de fertilizante mineral (10, 20 y 30 g por planta). Se evaluaron las siguientes variables: altura de la planta (cm), área foliar (cm), peso fresco (g), peso seco (g) y se realizó un análisis de rentabilidad económica.

Los resultados mostraron que los tratamientos influyeron positiva y significativamente en el desarrollo del orégano cultivado en invernadero. El tratamiento T3, compuesto por la mezcla S1 (50% vermicompost + 50% arena) junto con 20 g de fertilizante mineral

por planta (EM3), se destacó por obtener los mejores valores de altura de la planta, área foliar y masa fresca y seca (Rodríguez, 2024).

En una investigación realizada por Kamara et al., (2011) se señala que la aplicación de aditivos de calcio y fosfato incrementó el crecimiento vegetativo del maní, lo que, de igual manera, la producción de mayor rendimiento de materia seca probablemente puede deberse a la interacción positiva de los aditivos con otros nutrientes disponibles en el suelo y, entonces, la utilización eficiente de los nutrientes de la materia seca, lo que, a su vez, se refleja en una mayor acumulación de materia seca.

En la Universidad Técnica de Babahoyo, se realizó el estudio "Rendimiento agronómico del cultivo de orégano (*Origanum vulgare* L.)" mediante fertilización orgánica con tres tipos de biofertilizantes en el cantón Montúfar, provincia de Carchi. Se determinó la eficiencia de los biofertilizantes y las dosis en términos de porcentaje de rendimiento, altura de la planta, diámetro del tallo y rendimiento de materia verde y seca del orégano.

Los resultados mostraron una respuesta favorable a los tratamientos aplicados con biofertilizantes en diferentes dosis al cultivo de orégano en las diversas variables agronómicas evaluadas, en comparación con el control sin aplicación, sin generar ninguna comparación estadística (Carlosama, 2017).

En el estudio de Ayala (2024), realizado en el Centro Experimental San Francisco, provincia de Carchi, para evaluar la eficiencia de diferentes sustratos y la aplicación de biol en el cultivo de orégano (*Origanum vulgare*), los tratamientos evaluados fueron arena, bocashi, humus de lombriz y tierra, con aplicación de purín en tres dosis de 25%, 50% y 75%. Las variables analizadas en el ensayo fueron altura del tallo (cm), área foliar (cm), peso fresco (g) y peso seco (g). El desarrollo del cultivo de orégano mostró resultados favorables en todos los tratamientos aplicados. Sin embargo, el tratamiento T1, compuesto por la mezcla S1 (50% humus de lombriz + arena) y 25% de aplicación de purín, mostró resultados positivos en todas las variables evaluadas.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Origen del Orégano

El orégano es una planta originaria de Europa, concretamente de las regiones mediterráneas. Su nombre científico es *Origanum vulgare*. Desde la antigüedad, el orégano ha sido valorado tanto por sus usos culinarios como medicinales. Tanto los antiguos griegos como los romanos lo apreciaban y lo utilizaban en sus platos y remedios naturales. También era conocido por sus propiedades antisépticas y se utilizaba para tratar diversas dolencias (Mejía, 2020).

Su nombre proviene del griego y significa "esplendor de la montaña", es una especie que posee buen sabor y aroma intenso, en regiones de clima cálido su olor es más fuerte, un sabor picante y el aroma permanece por más tiempo, esta planta se cultiva porque hay una gran demanda en el sector industrial en cosméticos, licores, farmacéuticos, alimentos (Infoagro, 2010).

Existe una gran cantidad de especies de orégano en todo el mundo, que se caracterizan por sus hojas y flores. Las especies de orégano más representativas son *Origanum vulgare*, originaria de Europa, y *Lippia graveolens*, originaria de México. El género *Origanum* pertenece a la familia Lamiaceae, mientras que *Lippia graveolens* pertenece a la familia Verbenaceae (Cristina et al., 2004).

2.2.2 Taxonomía del cultivo de orégano

Se la representa en la (Tabla 1)

Tabla 1. Taxonomía del orégano

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

Fuente: (Menéndez, 2007).

2.2.3 Características generales

El orégano se caracteriza por ser una planta medicinal y aromática. Es muy apreciado en las industrias farmacéutica, perfumería, cosmética y alimentaria, representando una alternativa viable a los cultivos tradicionales debido a su alta demanda en el mercado global. El orégano se ha utilizado desde la antigüedad

como planta medicinal y como un excelente condimento para comidas gracias a su composición nutricional (CIBNOR, 2013).

El orégano se considera una excelente fuente de vitamina K, importante para la coagulación sanguínea y la salud ósea. También contiene manganeso, igualmente importante para la salud ósea, sanguínea y hormonal. Además, contiene compuestos nutricionales como el ácido rosmarínico y el timol, excelentes antioxidantes que ayudan a proteger las células del daño causado por el estrés oxidativo.

De hecho, el orégano, gracias a su capacidad antioxidante, supera a las manzanas y los arándanos en este aspecto. Otra característica de esta planta son sus propiedades antibacterianas, gracias a la presencia de aceites esenciales como el timol y el carvacrol, lo que demuestra su capacidad para controlar el crecimiento de bacterias, incluyendo el *Staphylococcus aureus* (Renter, 2013).

Los principales importadores de este cultivo son países como Estados Unidos y Brasil. El orégano también se produce en Ecuador, aunque el volumen de exportación es reducido. Sin embargo, se proyecta un aumento de las ventas en los próximos años debido a la amplia variedad de usos que ofrece el orégano y a la creciente demanda del mercado (Goya & Álvarez, 2006).

2.2.4 Características morfológicas del orégano

Según el CIBNOR (2013), el orégano (*Origanum vulgare*) es una planta herbácea de ciclo largo, que mide generalmente entre 40 y 80 cm, aunque puede alcanzar 1 m de altura debido a la presencia de tallos rectos con varias ramificaciones y se caracteriza por:

Tallo: El orégano se caracteriza por su tallo multiramificado, lo que le da la forma de un pequeño arbusto. Generalmente tiene un tono rojizo y puede alcanzar los 40 cm de altura.

Hojas: El orégano tiene hojas pequeñas, ovaladas y de color verde oscuro. Se disponen una frente a la otra en el tallo, creciendo en pares. Generalmente miden entre 5 y 15 mm de largo. Las hojas también tienen el envés veloso.

Flores: Las flores del orégano presentan diferentes tonos, que van desde el blanco, el rosa o el lila, según la variedad. También se desarrollan en la parte superior del tallo en inflorescencias en forma de espiga.

Raíces: Las raíces del orégano son delgadas y poco profundas, lo que facilita su adaptación y crecimiento en diversas condiciones de suelo.






Sabor y aroma: Esta planta se caracteriza por su intenso aroma y sabor. El orégano generalmente tiene un aroma intenso y un sabor característico. Estas propiedades se atribuyen a los aceites esenciales presentes en sus hojas, lo que lo convierte en un ingrediente esencial en la cocina.

Hábitat: El orégano es originario de Europa y Asia Occidental. Sin embargo, actualmente se encuentra establecido en varias regiones del mundo. Prefiere suelos soleados y bien drenados para su crecimiento y desarrollo (Vidal, 2021).

2.2.5 Etapas fenológicas

Según Puca (2021), menciona que el orégano tiene un tiempo de vida productiva de entre cinco y ocho años, durante su desarrollo pasa por diferentes fases como brotación, crecimiento de partes vegetativas, formación del botón floral, floración y maduración, las cuales se detallan en la (tabla 2).

Tabla 2. Fenología del orégano

Etapa fenológica	Descripción	Imagen
Brotación	El desarrollo inicial de la planta se manifiesta con la aparición de los primeros brotes vegetativos, después de haber sido sembrada o propagada por esquejes.	
Crecimiento vegetativo	En esta etapa, las plantas de orégano continúan desarrollándose, produciendo numerosas hojas y nuevas ramas, adoptando una forma erecta o rastrera durante este crecimiento.	
Botón floral	En esta fase fenológica comienza la formación de los primeros botones florales de la planta.	
Floración	La fase de floración comienza con la aparición de las primeras flores del orégano. Esta fase es crucial, ya que determina el momento ideal para la cosecha.	
Maduración	Tras finalizar la floración, las hojas basales empiezan a amarillear y a desprenderse de la planta. En esta etapa, el orégano pierde su importante valor comercial.	

Fuente: (Puca, 2021)

2.2.6 Requerimientos bioclimáticos del cultivo de orégano

Según INDAR (s.f), menciona que el manejo de producción que requiere el orégano es el siguiente:

Suelos: Para un desarrollo y crecimiento adecuados, el orégano requiere suelos francos y arcillosos con textura suelta, buen drenaje y nutrientes. Sin embargo, puede crecer en una variedad de tipos de suelo, desde secos hasta muy húmedos. Esta planta tiene un ciclo de vida de 14 años cuando se cultiva en suelos franco-arenosos en suelos arcillosos, el ciclo de vida es de 5 años.

García (2018) argumenta que el orégano puede crecer en suelos con un pH de 6.0 a 8.0. Sin embargo, esta planta se adapta a suelos con un rango de pH más amplio. Es recomendable evitar suelos muy húmedos, ya que puede producir pudrición de raíces y enfermedades. Los suelos deben mantener un contenido de humedad equilibrado.

Altitud: El orégano se puede cultivar en altitudes que van desde los 50 hasta los 3400 metros sobre el nivel del mar, desde zonas costeras hasta montañosas. Sin embargo, las regiones de clima frío favorecen una alta concentración de aceites esenciales en la planta.

Temperatura: El orégano es resistente al frío, aunque temperaturas inferiores a 5 °C pueden dificultar su desarrollo, causando un crecimiento lento y daños en las hojas, como quemaduras.

Recursos hídricos: El riego debe ser constante en las primeras etapas del cultivo del orégano. Se recomienda regar dos veces por semana y semanalmente a partir del segundo mes.

Una vez establecido, el orégano puede tolerar breves periodos de sequía, ya que este cultivo se adapta mejor a ambientes relativamente secos. Sin embargo, durante la temporada de crecimiento, se recomienda un riego adecuado para mantener la salud y el vigor de la planta (Ciancaglini, 2020).

2.2.7 Plagas y enfermedades

Los cultivos de orégano están expuestos a diversas plagas y enfermedades que afectan el desarrollo vegetativo y la producción. Estas enfermedades pueden provocar la muerte de toda la planta si no se controlan a tiempo. Las plagas más comunes son los trips, la mosca blanca, la araña roja y los pulgones, que dañan las hojas y las flores, reduciendo la productividad. Estas plagas se pueden controlar mediante agentes de control biológico, como depredadores y parasitoides, y también se pueden aplicar insecticidas orgánicos (Batidas, 2017).

Mendoza (2012) menciona que las plagas del orégano se presentan estacionalmente y no son específicas de esta planta, ya que pueden estar asociadas con plantas o cultivos cercanos que actúan como hospedantes. Aunque esto no cause problemas graves para la producción, es necesario implementar técnicas de control y un manejo adecuado de los cultivos hospedantes cercanos.

Jiménez & Aguilera (2022) señalan que las enfermedades más comunes en el cultivo del orégano son las fúngicas, en concreto el oídio, la podredumbre gris y la alternaria, que causan daños en tallos, hojas y flores, provocando manchas foliares, pudrición y marchitez. Para combatir este tipo de enfermedades, se recomienda una buena

sanidad vegetal, como la eliminación del material vegetal dañado y el uso de productos preventivos a base de cobre o azufre.

La presencia de plagas y enfermedades puede variar según la zona, las condiciones climáticas y las actividades agrícolas. Por lo tanto, el monitoreo constante de los cultivos y la implementación de técnicas de prevención de plagas y enfermedades son esenciales para reducir los riesgos de producción.

2.2.8 Importancia del orégano en Ecuador

Según información publicada por el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (MAGAP) y el Banco Central del Ecuador, las exportaciones de orégano han generado importantes ingresos para la economía nacional. Este cultivo generó US\$20 millones en 2019 (Jiménez, 2021).

La producción de orégano representa una importante fuente de empleo en las zonas rurales, generando ingresos para las familias ecuatorianas debido a la alta demanda de profesionales dedicados a diversas actividades agrícolas y al manejo de cultivos.

Bastidas (2017), menciona que, en la industria ecuatoriana, el procesamiento del orégano ha mostrado un notable crecimiento en la producción de aceites, condimentos y otros derivados. Estas actividades también permiten la diversificación comercial del cultivo.

A nivel nacional, el consumo de orégano ha experimentado un mayor crecimiento debido al interés en productos saludables y naturales, lo que genera una alta demanda de orégano fresco y procesado para usos culinarios y medicinales.

2.2.9 Requerimientos nutricionales del orégano

Para asegurar un crecimiento y desarrollo adecuados, el orégano requiere nutrientes específicos que satisfagan sus necesidades. Este cultivo se caracteriza por su rusticidad y adaptabilidad a suelos de baja fertilidad. Sin embargo, la disponibilidad de ciertos nutrientes es esencial para la salud y una producción de alta calidad. Los nutrientes esenciales para la planta se detallan a continuación:

Macronutrientes

- Nitrógeno (N): Desempeña un papel importante en la síntesis de proteínas y el crecimiento vegetativo. También ayuda a preservar el intenso pigmento verde de las hojas y estimula el desarrollo vigoroso de las plantas.

- Fósforo (P): Interviene en el desarrollo radicular y participa en los procesos fotosintéticos y el metabolismo energético de las plantas. Este nutriente es crucial para el crecimiento radicular y la formación de flores y semillas.
- Potasio (K): Ayuda a resistir enfermedades, tolerar condiciones de estrés, mantener el equilibrio hídrico y promover plantas más sanas. También contribuye a una producción de calidad.

Micronutrientes

- Calcio (Ca): Participa en la división celular y la estabilidad de la pared celular, además de mejorar la estructura del suelo.
- Magnesio (Mg): Componente importante de la clorofila y necesario para la fotosíntesis. Promueve el desarrollo óptimo y la buena calidad de las hojas.
- Hierro (Fe): Participa en las reacciones enzimáticas y la síntesis de clorofila, fortaleciendo el estado fisiológico general de la planta y previniendo la clorosis foliar.

Otros nutrientes

- Azufre (S): Desempeña un papel importante en la síntesis de proteínas y enzimas, y es también uno de los aminoácidos esenciales para el crecimiento vegetativo.
- Oligoelementos (Zn, Cu, Mn, B, Mo): Aunque su requerimiento es mínimo, son importantes para el crecimiento y desarrollo de las plantas, ya que participan en múltiples funciones metabólicas y reacciones enzimáticas (Rosete, Castillo, González & Santiago, 2019)

2.2.10 Manejo del cultivo.

Sánchez (2023) destaca que el orégano requiere un manejo agronómico específico para lograr una alta productividad y buena calidad. Diversos aspectos son necesarios para el desarrollo del cultivo:

Preparación del terreno:

- Selección del terreno: Para un cultivo óptimo del orégano, se recomienda elegir un suelo con buen drenaje y suficiente luz solar, con alto contenido de materia orgánica y un pH entre 6.0 y 8.0. Estas condiciones son ideales para el desarrollo vegetativo de la planta.

- Preparación: Para mejorar la estructura del suelo y aumentar su fertilidad, es importante acondicionarlo eliminando malezas e incorporando fertilizantes orgánicos. Estas actividades agrícolas deben completarse antes de plantar el orégano.

Siembra y espaciado:

- Siembra: El orégano se puede sembrar por semilla o esqueje. Si se propaga por semilla, estas deben colocarse en un suelo bien preparado, asegurando las condiciones de humedad adecuadas para la germinación. Si se utilizan esquejes, se siembran directamente en el suelo y se trasplantan al campo una vez que el cultivo tenga un sistema radicular bien desarrollado.
- Espaciamiento: Se recomienda sembrar el orégano a una distancia de 20 a 30 cm y de 40 a 60 cm entre surcos, lo que promueve un crecimiento adecuado y una buena circulación del aire (Salgado, 2017).

Riego y fertilización:

- Riego: El suelo debe mantener una humedad moderada, evitando la saturación. Si bien este cultivo tolera la sequía, es recomendable proporcionar suficiente agua durante los períodos secos para promover un mejor desarrollo de la planta.
- Fertilización: Antes de plantar orégano, es recomendable incorporar fertilizantes orgánicos elaborados con estiércol animal y residuos vegetales. También se deben aplicar fertilizantes balanceados con moderación durante la fase vegetativa para promover un crecimiento sano y plantas vigorosas. Semarnat (2009) argumenta que el orégano requiere una nutrición balanceada para su desarrollo, ya que el valor comercial de esta planta reside en sus hojas. Por lo tanto, requiere un mayor porcentaje de nitrógeno. Sin embargo, es necesario evaluar las necesidades nutricionales del cultivo en sus diferentes etapas fenológicas.

Control de plagas y malezas

- Control de malezas: Es recomendable mantener el orégano libre de malezas para evitar la competencia con otras plantas por nutrientes, luz y

humedad. Esto puede hacerse manualmente para eliminar las malezas o mediante acolchado con materiales orgánicos.

- Control de plagas y enfermedades: Para la detección temprana de plagas o síntomas de enfermedades, es recomendable monitorear continuamente el cultivo e implementar un plan de manejo integrado, que ayuda a reducir el impacto ambiental mediante el uso de insecticidas naturales.

Poda y mantenimiento

- Poda: Para promover el crecimiento sano del follaje, se recomienda una poda ligera o moderada. Para prolongar el período de cosecha, se deben eliminar las flores marchitas. Asimismo, eliminar las inflorescencias marchitas permitirá un período de cosecha más largo.
- Mantenimiento: Para mantener un crecimiento sano del orégano, se recomienda mantener el entorno limpio y ordenado, con un espacio adecuado entre las plantas.

Cosecha

- Cosecha: Corte las hojas de orégano con tijeras afiladas o un cuchillo. Se recomienda cosecharlas cuando la planta alcance una altura de 10 a 15 centímetros. Esto permitirá que las plantas se recuperen para futuras cosechas.
- Secado y almacenamiento: Se recomienda secarlas en un lugar oscuro, seco y bien ventilado hasta que las hojas adquieran una textura crujiente. Consérvese en recipientes herméticos, lejos de la luz solar y en un lugar fresco para conservar el aroma y el sabor característicos del orégano.

2.2.11 Enmiendas minerales

Según Arévalo (2009), el uso de enmiendas minerales en suelos agrícolas desempeña un papel importante en la mejora de la estructura física del suelo y el aporte de los nutrientes necesarios para el crecimiento vegetal. Esto resulta beneficioso porque aumenta la porosidad, lo que proporciona mayor aireación y previene la compactación, garantizando así una mayor eficiencia en el ciclo de nutrientes.

2.2.12 Importancia y ventajas de las enmiendas minerales

Marcillo (2023) menciona que las enmiendas minerales ofrecen diversos beneficios al suelo agrícola en términos de productividad y fertilidad. A continuación, se presentan algunas de las ventajas de su uso:

- Mejora la estructura del suelo: Ayuda a mantener la estructura del suelo y aumenta la actividad microbiana.
- Aumenta la capacidad de intercambio: Interviene en los procesos catiónicos y aniónicos del suelo, mejorando la disponibilidad de nutrientes para las plantas.
- Previene la compactación: Mejora el desarrollo radicular de las plantas gracias a una mejor aireación del suelo.
- Regula los ciclos de nutrientes: Optimiza el uso de nutrientes esenciales por parte de las plantas.

Las enmiendas minerales suelen aplicarse individualmente, según las necesidades del suelo agrícola. Los más utilizados son el carbonato de calcio, la zeolita, el magnesio y la roca fosfórica.

2.2.13 Factores para la aplicación de enmiendas minerales

Como señala La Colina (2021), la mayor efectividad de las enmiendas minerales depende de su correcta aplicación, considerando las necesidades del suelo y del cultivo. El momento, el tipo y la cantidad de enmienda utilizada son factores importantes para el éxito agrícola:

- Cantidad: Aplicar una dosis incorrecta en suelos con capacidad de intercambio catiónico o materia orgánica inadecuada puede retener nutrientes, causando daños al cultivo.
- Tipo: La enmienda a aplicar se elige en función del problema que se desea corregir, cómo ajustar el pH, mejorar la CIC o modificar la composición del suelo a una profundidad determinada.
- Momento: Dependiendo del tipo de cultivo, las enmiendas se aplican en el momento adecuado. En cultivos de ciclo corto, deben aplicarse en mayor cantidad al momento de la preparación del suelo, mientras que en cultivos perennes, deben aplicarse de manera consistente y en cantidades menores.

2.2.14 Beneficios de los minerales en la agricultura

La aplicación de enmiendas minerales para mejorar las propiedades físicas y químicas del suelo ha experimentado un progreso limitado en Ecuador. Se están realizando investigaciones sobre la aplicación de enmiendas individuales, como la zeolita, el silicio, el calcio y la roca fosfórica (Soca et al., 2015).

Silicio (Si): El silicio es el segundo elemento más abundante en la Tierra, representando el 28% del suelo, seguido del oxígeno, con el 47%. Estos dos elementos representan aproximadamente el 75% del suelo total. Varas et al. (2021) mencionan que el silicio en la agricultura es uno de los nutrientes esenciales para el desarrollo vegetativo de las plantas.

Según Álvarez et al. (2014), el silicio se ha convertido en un elemento de gran importancia en el siglo XXI debido a sus mayores concentraciones en el suelo, lo que lo convierte en un recurso renovable y sostenible.

Las plantas absorben silicio, lo que contribuye a mejoras morfológicas y fisiológicas. Este elemento se convierte en ácido silícico dentro de la planta, que se polimeriza para crear una capa de gel de sílice en la epidermis de las hojas y los tallos. Los efectos positivos del silicio en las plantas que lo acumulan ayudan a mitigar los efectos del estrés (Espinoza, 2019).

Tierra de diatomeas: La tierra de diatomeas se origina a partir de algas fosilizadas. En la agricultura, este recurso tiene diversas aplicaciones, incluyendo como fertilizante orgánico o natural y como insecticida ecológico para la protección de cultivos.

También se le conoce como tierra blanca debido a su color característico, como fertilizante natural en suelos agrícolas, beneficia la fertilidad y la estructura (Sánchez, 2025). Como afirman Martínez et al. (2013), la diatomita es un material poroso y ligero debido a su material fosilizado proveniente de frústulas de algas acuáticas. Este material es considerado seguro por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).

La tierra de diatomeas está compuesta principalmente de sílice amorfa (SiO_2) y también está presente en pequeñas cantidades de otros minerales, como aluminio, óxido de hierro, hidróxido de calcio, magnesio y sodio (Saravia et al., 2017).

Sánchez (2025) menciona que la tierra de diatomeas, o diatomita, tiene diversas aplicaciones en la agricultura y la ganadería. Los usos de la diatomita se describen a continuación:

- Fertilizante: En suelos agrícolas, la tierra de diatomeas se considera un excelente fertilizante, ya que aporta micronutrientes como calcio y silicio. Además, permite una mejor asimilación de macronutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio. Además, facilita el intercambio catiónico, la aireación y la retención de agua, lo que beneficia la salud del suelo.
- Insecticida: Se utiliza como un excelente agente de control de plagas en cultivos, especialmente durante las estaciones más cálidas.
- Animales: En animales de granja, la tierra de diatomeas se utiliza para controlar parásitos externos. También puede utilizarse para combatir parásitos internos. Sin embargo, se recomienda su uso como suplemento alimenticio con moderación.

Zeolita: Es un tipo de enmienda utilizada para mejorar las propiedades químicas del suelo. Su función principal es aumentar el intercambio catiónico en la zona radicular de las plantas, lo que permite una mejor retención de nutrientes. Este proceso ayuda a reducir la aplicación de fertilizantes al evitar pérdidas por volatilización y lixiviación (Rojas et al., 2021).

Una característica notable de la zeolita es que es un tipo de aluminosilicato cristalino con la capacidad de realizar intercambio iónico sin alterar su estructura atómica (Villavicencio, 2009). Debido a esta propiedad, promueve la liberación de nutrientes inmovilizados en el suelo, lo que mejora su disponibilidad y facilidad de absorción por las plantas (Barea, 2022).

Algunos estudios mencionan que el uso de zeolitas aporta beneficios, como el aumento de la capacidad de retención de humedad de la capa superficial, la facilitación del movimiento del agua a lo largo del perfil del suelo y la reducción de la densidad del suelo, lo que ayuda a reducir la compactación. Esto contribuye a una mayor productividad agrícola (Soca et al., 2016).

La producción de zeolita se inició en Ecuador en 1998 y ha experimentado un crecimiento significativo, aunque se registró una ligera disminución en 2001, atribuida a la reducción de la producción agrícola (Morante et al., 2004).

Roca fosfórica: El principal elemento que compone la roca fosfórica es el fósforo, considerado uno de los nutrientes esenciales para el crecimiento vegetal. Se encuentra ampliamente distribuido en el suelo y las rocas en pequeñas cantidades. En las rocas fosfóricas o fosforitas de origen sedimentario marino, el contenido de P_2O_3 puede superar el 18 %. Este mineral se encuentra en forma de costras, esferulitas y nódulos dentro de las capas sedimentarias (Piña, 2013).

El fósforo se considera un elemento esencial en la agricultura y para la vida en general, ya que forma parte de la cadena alimentaria. Además, este nutriente participa en numerosos procesos bioquímicos, estando presente en compuestos minerales y moléculas orgánicas, como la lecitina, las fitinas y diversas proteínas.

En las plantas, el fósforo es un componente de los fosfolípidos y los ácidos nucleicos, desempeñando un papel importante en el metabolismo y la reproducción vegetal. Una deficiencia de este elemento limita la formación de granos y semillas, además de reducir la calidad nutricional de los productos agrícolas (Castro, 2018).

Calcio (Ca): Es un elemento fundamental en diversos procesos fisiológicos vegetales, ya que contribuye a mantener la integridad estructural y funcional de las membranas celulares, fortalece la pared celular, regula el transporte de iones y participa en la modulación de la actividad enzimática. Se ha demostrado que el calcio mitiga los efectos del estrés salino a nivel celular. Esto ocurre mediante la estabilización de las membranas celulares, lo cual ocurre cuando se reducen los grupos fosfato y carboxilato presentes en los fosfolípidos y las proteínas de la superficie de la membrana (Valdivia, 2022).

Las bajas concentraciones de calcio hacen que los frutos sean más vulnerables al ataque de hongos en la poscosecha, lo que demuestra la importancia de este mineral para prolongar la vida útil y producir un producto de calidad (Cardona, 2023).

El calcio se diferencia de otros nutrientes en que tiene una actividad ilimitada como activador enzimático y una baja movilidad interna dentro de la planta.

Según Rodríguez (2024), las principales funciones de este elemento son: formar parte del pectato de calcio, un compuesto que proporciona rigidez y resistencia a las paredes celulares; Promueve la turgencia del plasma coloidal de forma similar al potasio; estimula la actividad del meristemo radicular, promoviendo el desarrollo radicular; interviene en la formación de nódulos en leguminosas; contribuye a la

germinación del polen y al crecimiento del tubo polínico; y desempeña un papel esencial en la división y elongación celular.

La deficiencia de este nutriente en las plantas se manifiesta en el follaje y los tejidos jóvenes. El desarrollo de la planta se ve afectado, ya que el crecimiento es limitado, presentando una apariencia arbustiva. Las hojas nuevas son generalmente más pequeñas, con deformidades y clorosis en los bordes. En algunos casos, las nervaduras de las hojas se oscurecen con un tono parduzco y se produce necrosis del follaje. Otro síntoma de la deficiencia de calcio es el agrietamiento de las hojas y el retraso en el crecimiento radicular, lo que perjudica la nutrición de la planta (Domínguez, 2019).

2.2.15 Enmienda Mineral Delanya

El fertilizante Delanya es un producto formulado a partir de una mezcla de los minerales descritos anteriormente. Su fórmula, probada y con proporciones definidas, fue desarrollada para su uso en diversos cultivos y en diversas zonas climáticas de Ecuador. Este producto es un aditivo mineral compuesto de zeolita, silicio, calcio, roca fosfórica y tierra de diatomeas. Desde 2022, Delanya cuenta con el registro oficial de Agrocalidad (1289-F-AGR-G), destinado a su uso en el mercado agrícola para la nutrición de cultivos (Figura 1) (Rodríguez, 2024).



Figura 1. Saco del producto Delanya
Fuente: Fotografía tomada por el autor

En el proceso de producción y comercialización de Delanya, las rocas extraídas de diferentes minas se trituran y procesan en las proporciones necesarias para obtener una mezcla homogénea, obteniendo un producto final equivalente a un polvo fino de malla 200. En ciertas aplicaciones, el fertilizante puede utilizarse directamente en polvo, mientras que en otros casos se requiere en gránulos, para lo cual se somete a un proceso de granulación que consta de varios pasos:

- Preparación del material: Se utiliza polvo de malla 200 como base.
- Mojado: Mediante aspersores, se rocía la materia prima con agua.
- Aglomeración: Mediante una centrífuga, las partículas se fusionan gradualmente bajo la acción de la fuerza hasta alcanzar el diámetro de gránulo deseado.
- Secado: Mediante una cámara de calentamiento, los gránulos reducen su contenido de humedad al 2 % (Figura 2) (Rodríguez, 2024).



Figura 2. Producto Delanya granulado
Fuente: Fotografía tomada por el autor

2.2.16 Fertilización química

Los fertilizantes de mezcla química, también conocidos como compuestos o mezclas NPK, son productos diseñados para proporcionar una nutrición completa a los cultivos. Contienen proporciones variables de los tres nutrientes principales que una planta requiere: nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), para el desarrollo vegetativo, satisfaciendo así las necesidades nutricionales de cada cultivo a lo largo de su ciclo de vida (Pulido, 2018).

La producción de fertilizantes de mezcla química implica varios procesos de absorción por la planta, incluyendo la acreción. Esto implica colocar las partículas de fertilizante en la zona radicular de la planta. Los nutrientes se liberan y asimilan de forma lenta y gradual, asegurando un suministro continuo y equilibrado.

Otro método común es la aglomeración, en la que los principales nutrientes que necesita la planta se compactan y permanecen en forma de sólidos secos, lo que facilita su aplicación por parte de los agricultores. Los fertilizantes sólidos previenen la degradación prematura y mantienen su potencia en el cultivo, asegurando una absorción eficaz por la planta (Arrmaz, 2019).

- Ventajas y desventajas de fertilización química

Como menciona Arciniegas (2021), los fertilizantes químicos son insumos fundamentales en la agricultura, ya que aportan nutrientes esenciales para el crecimiento y la productividad de los cultivos. Sin embargo, su uso presenta ventajas y desventajas, como:

Ventajas: El principal beneficio es el aumento de la productividad agrícola, un mejor desarrollo de las plantas y el mantenimiento de cultivos vigorosos y bien nutridos.

Desventajas: El uso excesivo de fertilizantes causa efectos negativos, como la contaminación ambiental y sanitaria, y presenta riesgos de toxicidad, ya que algunos compuestos químicos pueden contener sustancias tóxicas para la salud.

- Fertilizante 8-20-20

Es un fertilizante granular desarrollado para aplicación directa al suelo, conocido como compuesto de suelo. Aporta tres nutrientes esenciales en diferentes concentraciones: 8 % de nitrógeno (N), 20 % de fósforo (P) y 20 % de potasio (K), y se utiliza en cultivos de ciclo corto y perennes. Entre sus ventajas se incluyen: estimular la floración y el enraizamiento, la resistencia de las plantas a enfermedades, promover un mejor desarrollo y crecimiento de las plantas, aumentar la productividad y facilitar su aplicación a los cultivos por parte de los agricultores (Figura 3) (Fertisa, 2020).



Figura 3. Composición del fertilizante 8-20-20
Fuente: (Fertisa, 2020)

III. METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

3.1.1. Enfoque

El trabajo de investigación tiene un enfoque cuantitativo, ya que se recolectaron y analizaron datos numéricos que miden las variables de estudio (altura, diámetro foliar de la planta, masa fresca, masa seca y análisis económico), con la finalidad de determinar el tratamiento que genera mayor producción de orégano.

3.1.2. Tipo de Investigación

- Experimental

En la investigación se utilizó un ensayo con un Diseño Completamente al Azar (DCA) con ocho tratamientos y cuatro repeticiones para obtener resultados medibles de los tratamientos mediante la ayuda del análisis estadístico.

- Campo

La investigación se realizó en un invernadero.

- Bibliográfica

Las informaciones se tomaron de diferentes documentos de fuentes primarias y secundarias, tales como: artículos científicos, libros, revistas, páginas web, etc.

3.2. HIPÓTESIS

Ho: La aplicación de enmiendas minerales más combinaciones de fertilización química tiene un mejor rendimiento productivo en el cultivo de orégano (*Origanum Vulgare*).

Ha: La aplicación de enmiendas minerales más combinaciones de fertilización química no tiene un mejor rendimiento productivo en el cultivo de orégano (*Origanum Vulgare*).

3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

3.3.1. Definición de las variables.

Se observa las variables dependientes e independientes (tabla 3).

Tabla 3. Definición y operacionalización de las variables

Variable definición	Dimensión	Indicadores	Técnica	Instrumentos
	Enmienda mineral	Se aplicó en dosis de 10, 20 y 30 g por planta de orégano en el trasplante y después de cada corte de la cosecha.	Manual	Balanza digital
	Enmienda mineral y fertilización química	Se aplicó la combinación del fertilizante químico 8-20-20 y enmienda mineral, con dosis de 15 g químico más dosis de 10g, 20g y 30g de enmienda mineral por planta de orégano en el trasplante y después de cada corte de la cosecha	Manual	Balanza digital
Variable independiente Aplicación de enmienda mineral y fertilizante químico	Fertilización química	Se aplicó en dosis de 15 g por planta de orégano en el trasplante y después de cada corte.	Manual	Balanza digital

Variable dependiente desarrollo del cultivo de orégano	Altura de planta (cm)	Se realizó la medición de la altura de la planta cada 15 días con un flexómetro en centímetros, desde la base del tallo, hasta la yema terminal.	Observación, medición manual y registro	Flexómetro y libreta de apuntes
	Diámetro foliar	A los dos meses y medio, antes del corte, se realizó la medición del diámetro foliar con un flexómetro en centímetros	Observación, medición manual y registro	Flexómetro y libreta de apuntes
	Peso fresco	A los dos meses y medio se cortó a 3 centímetros del suelo toda la masa verde, para luego pesar en gramos.	Pesaje digital	Balanza digital
	Peso seco	Se secó en una estufa o microondas toda la masa verde y se procedió a pesar el orégano disecado en gramos	Pesaje digital	Balanza digital
	Análisis económico	Al finalizar el ensayo experimental se realizará un análisis financiero de cada tratamiento implementado	C/B	Fórmula

3.4. MÉTODOS UTILIZADOS

3.4.1 Localización del experimento

La presente investigación se realizó bajo invernadero en el Centro Experimental "San Francisco"- UPEC, ubicado en el cantón Huaca, sector la Calera, provincia del Carchi. Con una altitud de 2834msnm, sus coordenadas geográficas de 00-38'-29" latitud Norte, 77-43°-35' longitud Oeste. La temperatura promedio de 12°C y una precipitación promedio de 1200 mm anual (Figura 4) (Peña et al., 2019).



Figura 4. Ubicación del experimento

Fuente: (Google Earth, 2023)

3.4.2 Características del ensayo

Para la implementación del ensayo se utilizó un diseño completamente al Azar (DCA) (Tabla 4).

Tabla 4. Características del ensayo

Número de tratamientos	8
Número de repeticiones	4
Unidades experimentales	32
Área total del ensayo	64 m ²
Unidad experimental	1m ²
Distancia entre tratamientos (m)	0.35m
Número plantas por unidad experimental	10 plantas
Número total de plantas	320 plantas

3.4.3 Muestra y población

La población de la investigación se implementó en un área total de 64 m², donde con un total de 32 unidades experimentales con ocho tratamientos y cuatro repeticiones, cada unidad experimental tiene diez plantas de orégano con un área 1m², la separación entre tratamientos fue de 35cm, se trabajó con un total de 320 plantas de orégano.

La muestra se constituyó por un área de $1m^2$, con un total de diez plantas en cada unidad experimental, en un total de 32 parcelas netas, lo que significa que la muestra coincidió con el número de la población con una totalidad de 320 plantas (Figura 5).

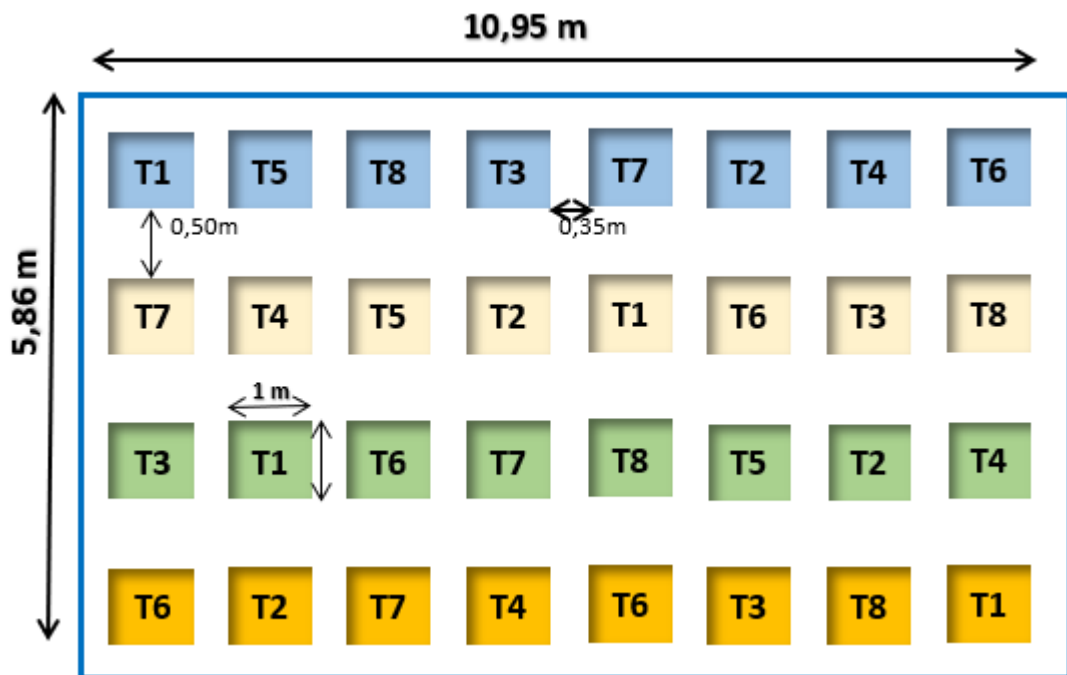


Figura 4. Distribución de los tratamientos

3.4.4 Parcela neta

Las unidades experimentales están constituidas por 10 plantas en fundas plásticas de 4Kg, donde se eligió muestras a todas las plantas que están en cada tratamiento. (Figura 6)

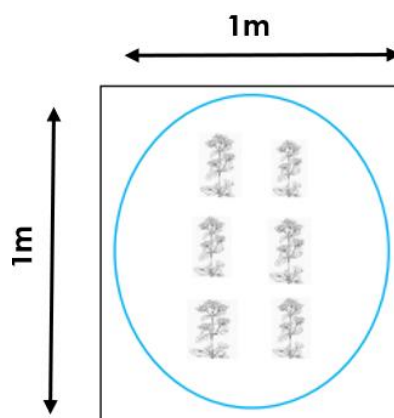


Figura 5. Parcela neta

3.4.4 Tratamientos

Se evaluaron 8 tratamientos donde se aplicaron diferentes dosis de fertilizante químico (8-20-20) y la enmienda mineral. (Tabla 5).

Tabla 5. Tratamientos evaluados

Tratamientos	Descripción
T1	Enmienda mineral (10g/planta)
T2	Enmienda mineral (20g/planta)
T3	Enmienda mineral (30g/planta)
T4	Enmienda mineral (10g/planta) + fertilizante químico 8-20-20 (15g/planta)
T5	Enmienda mineral (20g/planta) + Fertilizante químico 8-20-20 (15g/planta)
T6	Enmienda mineral (30g/planta) + Fertilizante químico 8-20-20 (15g/planta)
T7	Químico 15g/planta
T8	Testigo (50% tierra y 50% arena)

3.4.6 Procedimiento

- Adquisición de insumos: El sustrato empleado fue 50% tierra negra del lugar y el 50% de arena, además la tierra estaba en fundas de sustrato de 4kg que sirvió para el desarrollo del cultivo.
- Trasplante del orégano: Cada planta de orégano se realizó el trasplante en fundas de 4kg, cada unidad experimental estaba formada de 10 plantas, en total se trabajó con 320 plantas de orégano.
- Aplicación de fertilización mineral y química: En el trasplante por planta se aplicó la dosis de 10, 20, 30 gramos, más la combinación de fertilizante químico de 15 gramos de manera física, de igual manera se aplicó la misma dosificación después de cada corte de la cosecha durante los tres ciclos de producción.

3.4.6 Variables en estudio

- Altura de planta: A los 30 días después de la siembra, se realizó la medición de la altura de la planta con la ayuda del flexómetro, desde la base del tallo y la yema terminal, la medición se realizó cada 15 días.
- Diámetro foliar: A los dos meses y medio antes de realizar el corte se midió el diámetro foliar con un flexómetro en centímetros.
- Peso fresco: A los dos meses y medio se cortó a 3 centímetros del suelo todo el follaje verde y se pesó en gramos.

- **Peso seco:** El secado de la materia vegetal se realizó en una estufa o microondas toda la masa verde y se pesó en gramos la materia seca.
- **Análisis económico:** Después de la cosecha se realizó un análisis económico de cada tratamiento, para determinar los costos de producción por hectárea, se toma en cuenta los egresos e ingresos durante el trabajo de investigación

3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se implementó en el ensayo (DCA) con los distintos tratamientos de la dosificación de enmiendas minerales con combinación de fertilización química, para el análisis estadístico se utilizó el programa infostat versión 2020, donde se llevó a cabo la comparación de los supuestos de normalidad y homogeneidad, además se utilizó la prueba de Tukey al 5% de significancia y ANOVA con el fin de identificar las posibles diferencias significativas de cada tratamiento aplicado.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

4.1.1 Altura de planta

En la tabla 6, se realizó el análisis de varianza para altura de planta en (cm) en tres ciclos, a los 15, 30, 45, 60 y 75 días después del trasplante(ddt), donde se puede observar que en el primer ciclo a los 15 días luego del trasplante, existe una diferencia significativa ($p < 0,05$) y en los demás ciclos no hay significancia. Además, los coeficientes de variación tuvieron un porcentaje aceptable menor al 20%.

Tabla 6. ANOVA de altura de planta en (cm) en tres ciclos

F.v.	GL	Días (ddt)	P- valor Ciclo	C.V I (%)	Media I (cm)	P- valor Cicl o II	C.V II (%)	Media II (cm)	P- valor Ciclo III	C.V III (%)	Media III (cm)
Trat	7	15	0.037*	6,19	4,66	0.932 ns	16.1	3.77	0.490 ns	4.85	4.04
Error	24										
Total	31										
		30	0.836 ns	7,85	5,61	0.691ns	11.04	4.64	0.079 ns	6.46	5.03
		45	0.666 ns	7,38	8,23	0.385 ns	12.33	6.56	0.074 ns	9.49	7.50
		60	0.618 ns	9,29	11,73	0.343 ns	8.51	9,37	0.292 ns	8,38	10.27
		75	0.926 ns	11,87	14,62	0.441 ns	11.54	13.53	0.051ns	7.50	14.70

Leyenda: FV= Fuente de variación; GL=Grados de libertad; CV= Coeficiente de variación; P-valor=Grado de significancia; *=Significativo; ns= No significativo

En la tabla 7, aplicando la prueba de Tukey al 5% para la altura de planta en (cm) a los 15 días en el primer ciclo, se puede observar que el T8, T6, T2, T5, T3, T4 y T7 no presentan diferencias significativas entre ellos, como también el T6, T2, T5, T3, T4, T7, T1 tampoco presentan diferencias significativas entre tratamientos, sin embargo, el mejor tratamiento es T8 con una media de 5,10 cm y difiere del T1.

Tabla 7. Prueba de Tukey al 5% de la altura de planta (cm) a los 15 días ciclo I

TRATAMIENTOS	MEDIAS (cm)	N	E.E	GRUPOS
T8	5,10	4	0,14	A
T6	4,80	4	0,14	AB
T2	4,75	4	0,14	AB
T5	4,70	4	0,14	AB
T3	4,65	4	0,14	AB
T4	4,52	4	0,14	AB
T7	4,45	4	0,14	AB
T1	4,35	4	0,34	B

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

Tratamientos: T1 (enmienda mineral 10/planta), T2 (Enmienda mineral 20g/planta), T3 (enmienda mineral 30g/planta), T4 (enmienda mineral 10g/planta + fertilizante químico 8-20-20 15g/planta), T5 (enmienda mineral 20g/planta + fertilizante químico 8-20-20 15g/planta), T6 (enmienda mineral 30g/planta + fertilizante químico 8-20-20 15g/planta), T7 (Fertilizante químico 8-2-20 15g/planta), T8 (Testigo 50% tierra y 50%arena)

4.1.2 Diámetro foliar

En la tabla 8, se realizó el análisis de varianza para el diámetro foliar en (cm) en tres ciclos, donde se puede observar que en el ciclo dos y ciclo tres si existen diferencias significativas ($p < 0,05$) y no hay significancia en el ciclo uno, dando unas medias que varían entre 22,95 cm a 22,19 cm, de igual manera los coeficientes de variación tuvieron un porcentaje aceptable menor al 20%.

Tabla 8. ANOVA para el diámetro foliar en (cm) en tres ciclos

	GL	1er Ciclo	2do Ciclo	3er Ciclo
		P-valor	P-valor	P-valor
Tratamientos	7	0.769 ns	0.046*	0,0062**
Error	24			
Total	31			
C.V. (%)		6,20	6,75	6,52
Media (cm)		22,19	22,95 ns	22,75

Leyenda: FV= Fuente de variación; GL=Grados de libertad; CV= Coeficiente de variación; P-valor=Grado de significancia; *=Significativo; **= altamente significativo; ns=no significativo

En la tabla 9, realizada la prueba de Tukey al 5% para el diámetro foliar en (cm) en el segundo ciclo, se puede observar que el T5, T6, T4, T1, T3, T7, T2 no existen diferencias significativas entre ellos, como también el T6, T4, T1, T3, T7, T2, T8 tampoco presentan diferencias significativas, siendo el mejor tratamiento el T5 presentando una diámetro foliar de 24,45 cm que difiere del T8.

Tabla 9. Prueba de Tukey al 5% para el diámetro foliar (cm) en el segundo ciclo

TRATAMIENTOS	MEDIAS (cm)	N	E.E	GRUPOS
T5	24,45	4	0,77	A
T6	23,88	4	0,77	AB
T4	23,63	4	0,77	AB
T1	23,38	4	0,77	AB
T3	23,08	4	0,77	AB
T7	22,43	4	0,77	AB
T2	22,25	4	0,77	AB
T8	20,53	4	0,77	B

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

Tratamientos: T1 (enmienda mineral 10/planta), T2 (Enmienda mineral 20g/planta), T3 (enmienda mineral 30g/planta), T4 (enmienda mineral 10g/planta + fertilizante químico 8-20-20 15g/planta), T5 (enmienda mineral 20g/planta + fertilizante químico 8-20-20 15g/planta), T6 (enmienda mineral 30g/planta + fertilizante químico 8-20-20 15g/planta), T7 (Fertilizante químico 8-2-20 15g/planta), T8 (Testigo 50% tierra y 50%arena)

En la tabla 10, aplicando la prueba de Tukey al 5% para el diámetro foliar en (cm) en el ciclo tres, se puede observar que el T5, T6, T3, T4, T1, T2, T7 no existen diferencias significativas entre ellos, como también el T6, T3, T4, T1, T2, T7, T8 tampoco presentan diferencias significativas, siendo el mejor tratamiento el T5 presentando un diámetro foliar de 25,03 cm que difiere del T8.

Tabla 10. Prueba d Tukey al 5% para el diámetro foliar (cm) en el tercer ciclo

TRATAMIENTOS	MEDIAS (cm)	N	E.E	GRUPOS
T5	25,03	4	0,74	A
T6	23,98	4	0,74	AB
T3	23,33	4	0,74	AB
T4	23,30	4	0,74	AB
T1	22,40	4	0,74	AB
T2	21,95	4	0,74	AB
T7	21,68	4	0,74	AB
T8	20,40	4	0,74	B

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

Tratamientos: T1 (enmienda mineral 10/planta), T2 (Enmienda mineral 20g/planta), T3 (enmienda mineral 30g/planta), T4 (enmienda mineral 10g/planta + fertilizante químico 8-20-20 15g/planta), T5 (enmienda mineral 20g/planta + fertilizante químico 8-20-20 15g/planta), T6 (enmienda mineral 30g/planta + fertilizante químico 8-20-20 15g/planta), T7 (Fertilizante químico 8-2-20 15g/planta), T8 (Testigo 50% tierra y 50%arena)

4.1.3 Peso fresco

En la tabla 11, se realizó el análisis de varianza para peso fresco en (g) en tres ciclos de producción, donde se puede observar que en el ciclo uno y ciclo tres no existen diferencias significativas, sin embargo, en el ciclo dos se presenta diferencia

significativa ($p < 0,05$), dando unas medias que varían entre 283,6g a 256,1g y un coeficiente de variación de 7,04 % a 5,94 %, lo que significa que la investigación es aceptable, ya que el coeficiente de variación es menor al 20 %.

Tabla 11. ANOVA para el peso fresco en (g) en tres ciclos

	GL	1er Ciclo	2do Ciclo	3er Ciclo
Tratamientos	7	P-valor 0.444 ns	P-valor 0.0107*	P-valor 0,1059 ns
Error	24			
Total	31			
C.V. (%)		6,58	5,94	7,04
Media (g)		283,6	262,81	256,1

Leyenda: FV= Fuente de variación; GL=Grados de libertad; CV= Coeficiente de variación; P-valor=Grado de significancia; *=Significante; ns= no significativo

En la tabla 12, aplicando la prueba de Tukey al 5% para el peso fresco (g) en el segundo ciclo de producción, se puede observar que el T5, T3, T4, T1, T2, T6, T7 no existen diferencias significativas entre ellos, como también el T3, T4, T1, T2, T6, T7, T8 tampoco presentan diferencias significativas, sin embargo, el mejor tratamiento el T5 presentando un peso fresco de 326,25g que difiere del T8.

Tabla 12. Prueba de Tukey al 5% para el peso fresco (g)

TRATAMIENTOS	MEDIA (g)	N	E.E	GRUPOS
T5	326,25	4	0,16	A
T3	298,75	4	0,16	AB
T4	292,50	4	0,16	AB
T1	275,00	4	0,16	AB
T2	263,75	4	0,16	AB
T6	258,75	4	0,16	AB
T7	255,00	4	0,16	AB
T8	132,5	4	0,16	B

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

Tratamientos: T1 (enmienda mineral 10/planta), T2 (Enmienda mineral 20g/planta), T3 (enmienda mineral 30g/planta), T4 (enmienda mineral 10g/planta + fertilizante químico 8-20-20 15g/planta), T5 (enmienda mineral 20g/planta + fertilizante químico 8-20-20 15g/planta), T6 (enmienda mineral 30g/planta + fertilizante químico 8-20-20 15g/planta), T7 (Fertilizante químico 8-2-20 15g/planta), T8 (Testigo 50% tierra y 50%arena)

4.1.4 Peso seco

En la tabla 13, se realizó el análisis de varianza para peso seco en (g) en los tres ciclos de producción, donde se puede observar que en los tres ciclos tres no existen diferencias significativas, dando unas medias que varían entre 42,65g a 20,62g y un coeficiente de variación de 15% a 10,91%, lo que significa que la investigación es aceptable, ya que el coeficiente de variación es menor al 20%.

Tabla 13. ANOVA para el peso seco en (g) en tres ciclos

	GL	1er Ciclo	2do Ciclo	3er Ciclo
Tratamientos	7	P-valor 0.601 ns	P-valor 0.1604 ns	P-valor 0,5322 ns
Error total	24			
	31			
C.V. (%)		14,00	10,91	15,00
Media (g)		41,4	42,65	20,62

Leyenda: FV= Fuente de variación; GL=Grados de libertad; CV= Coeficiente de variación; P-valor=Grado de significancia;ns= no significativo

4.1.5 Relación costo-beneficio

La Tabla 14, presenta la relación costo-beneficio de los tratamientos evaluados, detallando los costos de producción por hectárea, la productividad en kg/ha, la productividad anual, el precio de venta del producto (30USD/kg) y la relación costo-beneficio para 2025 y para la proyección de 2026.

Para 2025, todos los tratamientos mostraron relaciones costo-beneficio negativas, lo que indica que ninguna de las alternativas cubrió los costos de producción. Esto se debe principalmente a la elevada inversión inicial requerida para la instalación y el manejo del invernadero ese año. Entre los tratamientos, T4 presentó el menor valor negativo (-0,19), lo que indica una menor pérdida económica en comparación con los tratamientos T8 y T1, que presentaron los valores más desfavorables (-0,53 y -0,43, respectivamente).

En la proyección para 2026, todos los tratamientos alcanzaron valores positivos, lo que refleja una mejora en la rentabilidad económica. Una vez más, el tratamiento T4 destacó con una relación costo-beneficio de 3,30, lo que significa que por cada dólar invertido se obtuvo una ganancia de 3,30USD. Esto confirma que T4 fue consistentemente el tratamiento más rentable en ambos años, a diferencia del tratamiento T8 (testigo), que presentó los resultados económicos más bajos y negativos.

Los resultados demuestran que una combinación equilibrada de fertilizantes minerales y químicos aumenta la productividad y mejora la rentabilidad del cultivo de orégano. Además, es evidente que un manejo nutricional adecuado es esencial para lograr una producción rentable, mientras que la ausencia de fertilización, como en el testigo, conlleva resultados económicamente desfavorables.

Tabla 14. Relación costo-beneficio con un precio de venta de 30USDKg⁻¹ de peso seco de orégano

Tratamiento	Enmienda mineral + fertilización química	Costo de producción Ha ⁻¹	Rendimiento KgHa ⁻¹ año ⁻¹	Precio de Venta 30 USDKg ⁻¹	Costo Beneficio Directo 2025	Costo beneficio Directo 2026
T4	Enmienda mineral 10g + fertilizante químico 8-20-20 15g planta ⁻¹	55500,00	1500,0	45000,0	-0,19	3,30
T3	Enmienda mineral 30g planta ⁻¹	56350,00	1462,5	43875,0	-0,22	2,50
T6	Enmienda mineral 30g + fertilizante químico 8-20-20 15g planta ⁻¹	56700,00	1350,0	40500,0	-0,29	1,50
T2	Enmienda mineral 20g planta ⁻¹	55750,00	1312,5	39375,0	-0,29	1,40
T5	Enmienda mineral 20g + fertilizante químico 8-20-20 15g planta ⁻¹	56100,00	1200,0	36000,0	-0,36	0,80
T7	Fertilizante químico 8-20-20 15g planta ⁻¹	55900,00	1200,0	36000,0	-0,36	0,80
T1	Enmienda mineral 10g planta ⁻¹	55150,00	1050,0	31500,0	-0,43	0,30
T8	Testigo 50% tierra y 50% arena	54550,00	862,5	25875,0	-0,53	-0,1

4.2. DISCUSIÓN

Este estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de enmiendas minerales combinadas con diferentes dosis de fertilizante químico en la producción del cultivo de orégano (*Origanum vulgare*) en invernadero. Los resultados muestran que estas combinaciones influyen significativamente en variables agronómicas como la altura de la planta, el diámetro foliar, el peso fresco y el peso seco. Se observaron diferencias significativas entre los tres ciclos de producción, según los tratamientos aplicados. En el primer ciclo de producción, se observaron diferencias significativas en la altura de la planta a los 15 días después del trasplante, mostrando que el tratamiento testigo T8 (tierra + arena) presentó la mayor altura (5.10 cm), superando significativamente al tratamiento T1 (fertilizante mineral Delanya 10 g/planta), que registró el valor más bajo (4.35 cm).

Esta respuesta puede estar asociada a que el sustrato testigo presentó mejor aireación y drenaje, lo que favoreció el crecimiento inicial. Sin embargo, este efecto inicial no se mantuvo en los ciclos posteriores, donde los tratamientos con fertilizantes minerales y fertilización química presentaron un comportamiento más constante, lo cual concuerda con lo señalado por Gómez (2015), quien indicó que, si bien el sustrato afecta la germinación y el establecimiento, es la fertilización mineral la que promueve un desarrollo más robusto y sostenido del orégano en condiciones de invernadero. La misma manera, Marschner (2002) señala que el suministro continuo de nutrientes es esencial para el desarrollo vegetativo en las diferentes etapas fenológicas del cultivo. Respecto al diámetro foliar, se encontraron diferencias significativas en el segundo y tercer ciclo, particularmente en el tratamiento T5 (20g/planta fertilizante mineral + 15g/planta fertilizante 8-20-20), con promedios de 24,45 cm y 25,03 cm, respectivamente. Estos resultados demuestran que la combinación de fertilizantes minerales y químicos optimiza la expansión foliar, posiblemente debido a la mayor disponibilidad de nutrientes esenciales como nitrógeno y fósforo. Esto es consistente con lo reportado por Kamara et al. (2011), quienes afirman que la aplicación de fertilizante mineral mejora el crecimiento vegetativo debido a una mejor eficiencia en el uso de nutrientes.

Estos resultados son consistentes con los hallazgos de Taiz et al. (2017), quienes afirmaron que un aporte equilibrado de macronutrientes, como nitrógeno, fósforo y potasio, estimula la expansión foliar y, en consecuencia, la capacidad fotosintética

de la planta. Además, Ayala (2024) encontró que combinaciones de humus de lombriz y arena, junto con aplicaciones de biol al 25%, promovieron mayor área foliar, sugiriendo que el balance entre sustratos orgánicos y fertilización líquida puede favorecer el desarrollo foliar, condición que también fue evidente en este estudio al utilizar correctivos medios y fuentes minerales balanceadas.

El bajo rendimiento del tratamiento T8 (Tierra + arena) en esta variable se puede atribuir a la falta de nutrientes esenciales en el sustrato inerte, lo que limita la síntesis de proteínas y clorofila, esenciales para el crecimiento foliar. Este patrón confirma que el área foliar es un buen indicador del estado nutricional del cultivo, como señalan Fageria et al. (2011).

Respecto al peso fresco, se encontraron diferencias significativas en el segundo ciclo ($p < 0,05$), siendo el tratamiento T5 (enmienda mineral 20 g/planta + fertilizante 8-20-20 15 g/planta) el que presentó el mejor rendimiento con un promedio de 326,25 g, mientras que el testigo T8 (suelo + arena) registró el menor valor con 132,5 g.

Esto demuestra la efectividad de la fertilización combinada en la acumulación de biomasa fresca. Estos hallazgos concuerdan con lo reportado por Kamara et al. (2011), quienes observaron que el uso de enmiendas minerales en conjunto con los nutrientes disponibles mejora la eficiencia en la absorción de elementos esenciales y, por ende, la acumulación de materia vegetal.

Cabe destacar que no se observaron diferencias estadísticamente significativas en todos los ciclos ni en todas las variables. Esto puede atribuirse a factores como la adaptación progresiva del cultivo a las condiciones de invernadero, la variabilidad en la eficiencia de absorción de nutrientes o la interacción entre las propiedades fisicoquímicas del sustrato y las condiciones ambientales. Sin embargo, la combinación de enmiendas minerales con fertilizantes químicos, en dosis intermedias, es más eficaz para optimizar el desarrollo vegetativo del orégano en condiciones controladas.

A pesar del aumento del peso fresco, el peso seco no mostró diferencias significativas en ninguno de los ciclos evaluados. Esto puede deberse a factores fisiológicos del cultivo, la variabilidad en el contenido de humedad o la capacidad limitada de las plantas para convertir biomasa fresca en materia seca en condiciones específicas. Estos aspectos también se han destacado en estudios similares, como los de Ayala (2024) y Carlosama (2017), donde la materia seca no siempre respondió

proporcionalmente al peso fresco. Como señala Gómez (2015), si bien los fertilizantes minerales promueven el crecimiento vegetativo, son los fertilizantes orgánicos los que inciden más directamente en la producción de aceites esenciales, lo que sugiere que el peso seco podría no ser un indicador directo del rendimiento económico o funcional de un cultivo, sino más bien de su composición química.

La relación costo-beneficio obtenida en esta investigación muestra claras diferencias entre los tratamientos evaluados al comparar el año inicial (2025) con la proyección para 2026. Durante el primer año, todos los tratamientos presentaron valores negativos debido a la elevada inversión requerida para la instalación y el mantenimiento del invernadero. Sin embargo, el tratamiento T4 (Enmienda mineral 10 g + fertilizante químico 8-20-20 a 15 g planta⁻¹) destacó por registrar la menor pérdida económica (-0,19), mientras que el tratamiento T8 (testigo) mostró el peor desempeño (-0,53).

En 2026, la situación cambia significativamente, ya que la mayoría de los tratamientos alcanzan valores positivos en la relación costo-beneficio, demostrando una mayor rentabilidad económica tras recuperar la inversión inicial. El tratamiento T4 vuelve a destacar como la alternativa más rentable, alcanzando un valor de 3,30, lo que significa que por cada dólar invertido se obtiene una ganancia de US\$ 3,30. Este comportamiento coincide con Rodríguez (2024), quien indica que los sistemas de producción de orégano en invernadero presentan altos costos en las etapas iniciales, lo que afecta la rentabilidad inicial, pero mejora sustancialmente en los años posteriores.

Estos resultados demuestran que los resultados agronómicos y económicos obtenidos en esta investigación confirman que el uso de enmiendas minerales combinado con fertilización química influye significativamente en el crecimiento, la productividad y la rentabilidad del cultivo de orégano en invernadero. El desempeño del tratamiento T4 concuerda con las conclusiones de Gómez (2015), Rodríguez (2024) y Ayala (2024), quienes coinciden en que un manejo nutricional adecuado incrementa la productividad y mejora los indicadores económicos del cultivo. Además, la comparación con el tratamiento testigo confirma que la ausencia de fertilización limita el desarrollo de la planta y reduce la rentabilidad del sistema. Estos hallazgos permiten concluir que la implementación de programas de fertilización balanceados es una estrategia esencial para promover la productividad sostenible del orégano en condiciones controladas.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- La combinación de enmiendas minerales con fertilización química influyó positivamente en el desarrollo vegetativo del orégano, especialmente en altura de planta, diámetro foliar y peso fresco. El tratamiento T5 (enmienda mineral 20g + fertilizante químico 8-20-20 15g planta⁻¹) presentó el mejor comportamiento agronómico, demostrando mayor eficiencia en el crecimiento y rendimiento del cultivo.
- No se encontraron diferencias significativas en el peso seco, lo que sugiere que, aunque la fertilización combinada favoreció el desarrollo vegetativo, no necesariamente incrementó la acumulación de materia seca. Esto podría estar asociado a la respuesta fisiológica del cultivo y a la disponibilidad de agua durante el ciclo.
- En términos económicos, el análisis costo–beneficio mostró que a partir del segundo año la mayoría de los tratamientos alcanzaron rentabilidad positiva. El tratamiento T4 (Enmienda mineral 10 g + fertilizante químico 8-20-20 a 15 g planta⁻¹) obtuvo la mejor relación costo–beneficio (3,30 USD por cada dólar invertido), demostrando que una nutrición balanceada no solo mejora el rendimiento, sino que también incrementa la rentabilidad del cultivo, cumpliendo así el objetivo económico de la investigación.
- Con base en los resultados productivos y económicos, las dosis más eficientes fueron T5 en rendimiento y T4 en rentabilidad, lo cual permite recomendar un manejo nutricional que combine una buena productividad con una mayor sostenibilidad económica en el cultivo de orégano bajo invernadero

5.2. RECOMENDACIONES

- Considerar el uso combinado de enmiendas minerales y fertilizantes químicos como estrategia de manejo nutricional sostenible, ya que esta combinación mejora la eficiencia de absorción de nutrientes, reduce la dependencia exclusiva de fertilizantes sintéticos y promueve un mejor aprovechamiento del suelo y de los nutrientes.
- Realizar un seguimiento agronómico más detallado del peso seco en futuras investigaciones, ya que no se observaron diferencias significativas entre tratamientos. Se sugiere evaluar el efecto de otras fuentes orgánicas o biofertilizantes que puedan mejorar la acumulación de materia seca en el orégano.
- Dar a conocer a los productores de orégano la importancia de integrar enmiendas minerales y fertilización equilibrada como una alternativa eficiente para mejorar el desarrollo del cultivo, reducir la dependencia excesiva de fertilizantes químicos y contribuir a una producción más sostenible y segura para el consumidor.
- Priorizar la aplicación del tratamiento T4 (Enmienda mineral 10 g + fertilizante químico 8-20-20 a 15g planta⁻¹) en futuras producciones, debido a que demostró ser el más rentable con una relación costo-beneficio de 3,30 USD en el segundo año. Esta opción representa la mejor alternativa económica una vez amortizados los costos iniciales del invernadero, por lo que se recomienda su adopción para maximizar los retornos y mejorar la sostenibilidad financiera del cultivo.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agraria.pe. (24 de 01 de 2023). Brasil fue el principal destino del orégano peruano en 2022 con una participación del 38%. Obtenido de Fresh Plaza: <https://www.freshplaza.es/article/9497238/brasil-fue-el-principal-destino-del-oregano-peruano-en-2022-con-una-participacion-del-38/>
- Agrícolas, En La Producción De Tomate De Mesa Bajo Cubierta Con 12 Productores 95 En El Municipio De Balboa Cauca (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Abierta).
- AgroFresh. (14 de 05 de 2018). Obtenido de [https://www.portalfruticola.com/noticias/2018/05/14/ficha-tecnica-deficiencia-y-xceso-de-nutrientes-esenciales-en-el-suelo/#:~:text=La%20insuficiencia%20de%20nutrientes%20en,y%20productividad%20\(Figura%201\).](https://www.portalfruticola.com/noticias/2018/05/14/ficha-tecnica-deficiencia-y-xceso-de-nutrientes-esenciales-en-el-suelo/#:~:text=La%20insuficiencia%20de%20nutrientes%20en,y%20productividad%20(Figura%201).)
- Álvarez, C., y Osorio, W. (2014). Silicio agrónomicamente esencial (No. DC-0483). aniones sobre zeolitas sintéticas modificadas con surfactantes.
- Revista de la Arciniegas, M. (17, febrero, 2021). Fertilizantes químicos ventajas y desventajas. <https://www.zeonatec.com/post/fertilizantes-qu%C3%ADmicos-ventajas-y-desventajas>.
- Arévalo, G. y Castellano, M. (2009). Manual de Fertilizantes y Enmiendas. Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central. Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 57p.
- Armaz. (enero de 2019). Armaz. Obtenido de Fertilizante NPK: <https://armaz.com/es/industrias/fertilizante/npk-mezclasnpk/#:~:text=Twitter%20LinkedIn%20Pinterest,Fertilizante%20NPK,cultivo%20con%20una%20sola%20aplicaci%C3%B3n.> Latinoamérica. Universidad Nacional de San Martín, Buenos Aires. Proyecto CYTED,
- Ayala Pazmiño, D. (2024). Evaluación de sustratos y biol producido en el Centro Experimental San Francisco - UPEC en el cultivo de orégano (*Origanum vulgare*), Huaca – Ecuador [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Estatal del Carchi]. Repositorio UPEC.<https://repositorio.upec.edu.ec/handle/123456789/2648>
- Barea Navarro, J. M., & Borie, F. (2022). Nutrición biológica de las plantas en praderas
- 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/5103/52>

- 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.". Obtenido de UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO: <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/3227>
- 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).
- Castro, L. N., & Melgar, R. (2018). Rocas fosfóricas. Minerales para la agricultura en tu corazón bb. de fosfatos sobre el desarrollo de plántulas de café. *Agronomía Mesoamericana*. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/am/v28n1/43748637011.pdf>
- 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>
- CIBNOR. (2013). Guía de cultivo de orégano. México: Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste.
- Cisneros, C., Sánchez, M., & Menjivar, J. (2017). Efecto de bacterias solubilizadoras Colombia: Multisulfatos SAS. Universidad Nacional de Colombia. Conafor.
- Cristina, A., Loarca, G., Lecona, S., & Gonzáles, E. (2004). El orégano: propiedades, composición y actividad biológica de sus componentes. Scielo.
- Domínguez, F. E. I. (2019). Implementación Del Programa De Buenas Prácticas enfoque global y sostenible.
- Escalona-Sánchez, Argelia, Gavilanez-Buñay, Tatiana, Francisco-Yépez, Amyr, & Ramírez-Guerrero, Hugo Omar. (2021). Uso de enmiendas en la producción de maíz para ensilaje con riego orgánico mineral. *Agronomía Costarricense*, 45(1), 177-192. <https://dx.doi.org/10.15517/rac.v45i1.45769>
- Estrada, C. (2019). Efecto de diferentes abonos orgánicos en el rendimiento del cultivo de orégano (*Origanum vulgare*) en el distrito de San Luis, Carlos Fermín Fitzcarrald, ANCASH, 2019. Obtenido de https://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/4476/T033_70797177_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y Facultad de Ingeniería Universidad Central de Venezuela, 24(3), 95-107.

- Fageria, N. K., Baligar, V. C., & Jones, C. A. (2011). Growth and mineral nutrition of field crops (3ª ed.). CRC Press.
- Fertisa.(s.f). 8-20-20 Fertilizante mezcla. [https://dev.fertisa.com/producto/8-20-20-fertilizante-mezcla/fosfatos sedimentarios](https://dev.fertisa.com/producto/8-20-20-fertilizante-mezcla/fosfatos_sedimentarios), mediante correlación de condiciones genéticas y técnicas de beneficio mineral.
- García, D. F. (2018). MANUAL TÉCNICO DE CULTIVO ECOLÓGICO DE ORÉGANO.
- Gómez García, J. (2015). Sustratos y nutrición para la producción de orégano en vivero (Tesis de maestría, Colegio de Postgraduados). ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/338659531_SUSTRATOS_Y_NUTRICION_PARA_LA_PRODUCCION_DE_OREGANO_EN_VIVERO
- Google Earth. (2023, August 27) Google Earth. https://earth.google.com/web/@0.61495243,-77.75218293,2805.50269601a,602.84973019d,35y,0h,0t,0r/data=CgRCAggBQgllAEoNCP_____wEQAA
- Goya, F. F., & Alvarez, M. T. (2018). "Proyecto para la exportación del orégano al mercado de Brasil y Estados Unidos". Obtenido de Escuela Superior Politécnica del Litoral: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/1091/1/2145.pdf> granulométricas para cultivos de plátano y caña de azúcar. Ciencia Agropecuaria, (25), 131-146.
- INDAR. (s.f). Cultivo, procesamiento y exportación de Orégano. Recuperado el 02 de 03 de 2016, de [https:// www.solucionespracticas.org.pe](https://www.solucionespracticas.org.pe)
- Infoagro. (2010). Cultivo de orégano. <http://www.infoagro.com/aromaticas/oregano.htm>
- INTEGRADO DE PLAGAS EN EL CULTIVO DE ORÉGANO. Perú: UNALM
- 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>
- Jiménez, R. E., & Aguilera, A. O. (12 de 07 de 2022). Extracto natural de orégano (*origanum vulgare*) para el tratamiento del síndrome dispéptico en adultos. Obtenido de <https://dspace.istmas.edu.ec/handle/123456789/54>
- Kamara EG, Olympio NS, Asibuo JY (2011). Efecto del calcio y fertilizante de fósforo sobre el crecimiento y el rendimiento del maní (*Arachis hypogaea* L.)
- La Colina. (2021). Uso de enmiendas minerales simples y complejas para suelos pobres o degradados. Blog La Colina. <https://lacolina.com.ec/uso-de-enmiendas-minerales-simples-y-complejas-para-suelos-pobres-o-degradados/>

- López, 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/>
- López-Bucio, J., Cruz-Ramírez, A., & Herrera-Estrella, L. (2003). The role of nutrient availability in regulating root architecture. *Current Opinion in Plant Biology*, 6(3), 280–287.
- Marcillo, L.(2023). APLICACIÓN DE ENMIENDAS MINERALES EN SUELOS SALINOS PARA EL MEJORAMIENTO PRODUCTIVO DEL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa*), CANTÓN DAULE. [Tesis de pregrado, UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR]. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/MARCILLO%20GONZALEZ%20LADY%20LISSETTE.pdf>
- Marschner, H. (2012). Marschner's mineral nutrition of higher plants (3ª ed.). Academic Press.
- Menéndez, J. L. (26 de 02 de 2007). *Origanum vulgare* L. Obtenido de [asturnatura.com](https://www.asturnatura.com/): https://www.asturnatura.com/especie/origanumvulgare?expand_article=1
- Molina, O. (2019). Evaluación del comportamiento y desarrollo vegetativo del Orégano. Managua, Nicaragua.
- Molina-Zapata, J. E. (2021). La revolución verde como revolución tecnocientífica: artificialización de las prácticas agrícolas y sus implicaciones. *Revista Colombiana De Filosofía De La Ciencia*, 21(42). <https://doi.org/10.18270/rcfc.v21i42.3477>
- Morante Carballo, F. E. (2004). Las zeolitas de la costa de Ecuador (Guayaquil): geología, caracterización y aplicaciones (Doctoral dissertation, Minas). nitrógeno durante la preparación de compost en Tingo María. Obtenido de El Taller Asociación de Promoción y Desarrollo: <https://louvaincooperation.org/sites/default/files/2019-10/81-MANUAL%20T%C3%89CNICO%20DE%20CULTIVO%20ECOL%C3%93GICO%20DE>
- Ostrooumov M, Cappelletti P, de-Gennaro R (2012) Mineralogical study of zeolite from New Mexican deposits (Cuitzeo area, Michoacan, Mexico). *Applied Clay Science* 55: 27-35.
- 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> *Phytophthora capsici*, en el cultivo de pimiento (*Capsicum annum*).


- Piña, D., & Aurora, B. (2013). Identificación de variables para toma de decisiones en
- 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>
- Pulido, I. D. (31 de octubre de 2018). YARA. Obtenido de Mezclas físicas vs complejos químicos: <https://www.yara.com.mx/noticias-y-eventos/noticiasmexico/mezclas-fisicas-vs-complejos-quimicos/>
- Ramírez, R. (2011). Propiedades, físicas, químicas y biológicas de los suelos. Produmedios. Bogotá-Colombia.
- Renter, E. (2013). Beneficios del orégano. Recuperado el 01 de 03 de 2016, de la FIACA SPOCH
- Rodríguez, D. (2024). Sustratos, Bioinsumos y Nutrición para la Producción de Orégano (*Origanum vulgare*) bajo Invernadero en Carchi - Ecuador. [Tesis de maestría, UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI]. Repositorio UPEC. <https://repositorio.upec.edu.ec/items/87bc87b7-e0ff-43c4-8b31-e88521ef051d>
- Rojas Alljahuaman, J. L. (2021). Influencia del tectosilicato-zeolita en la retención de nutrientes
- Rosete, C. R., Castillo, J. A., González, C. A., & Santiago, G. A. (10 de 05 de 2019). Producción de biomasa, requerimiento nutricional 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
- Salisbury, F. B., & Ross, C. W. (2000). Fisiología vegetal (4ª ed.). Grupo Editorial Iberoamérica.
- Sánchez Velasteguí, E. A. (2013). Evaluación de biofertilizante en el cultivo de orégano (*Origanum vulgare* L.) en la Granja Experimental Querochaca (Tesis de grado). Universidad Técnica de Ambato. Recuperado de [http://repositorio.uta.edu.ec/...](http://repositorio.uta.edu.ec/)
- 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>
- 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>
- Sánchez, J. (2025, 10 julio). Tierra de diatomeas: qué es, para qué sirve, dónde comprarla y contraindicaciones. ecologiaverde.com.

<https://www.ecologiaverde.com/tierra-de-diatomeas-que-es-para-que-sirve-donde-comprarla-y-contraindicaciones-1687.html>


- SEMARNAT. (2009). Paquete tecnológico para la producción de orégano. México: sobre el desarrollo de los cultivos de sorgo y papa. *Ciencia Agropecuaria*, (23), 60-74.
- Soca-Núñez, M., & Villarreal-Núñez, J. E. (2015). Influencia de zeolita y roca fosfórica
- Soca-Núñez, M., & Villarreal-Núñez, J. E. (2016). Dosis de zeolita y fracciones
- Suarez, P. M., & Tul, C. E. (2023). EVALUACIÓN ANTIMICROBIANA DEL ACEITE ESENCIAL DE ORÉGANO (*Origanum vulgare*) EN EMBUTIDOS ARTESANALES DE PORCINO FRENTE A *Escherichia coli*. Obtenido de UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/25502/1/TTQ1195.pdf>
- Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I. M., & Murphy, A. (2017). *Fisiología y desarrollo vegetal* (6ª ed.). Sinauer Associates.
- 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 las plagas de tu corazón herido.
- Velázquez-Chávez LJ, Ortiz-Sánchez IA, Chávez-Simental JA, et al.(2022). 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>
- Villavicencio, C., Molina, A., & Fernández, L. (2009). Estudio de la adsorción de y pasturas.

VII. ANEXOS

Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA DE AGROPECUARIA

ACTA
DE LA SUSTENTACIÓN ORAL DE LA PREDEFENSA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

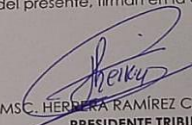
ESTUDIANTE: Quiroz Miles Cristina Maricela	CÉDULA DE IDENTIDAD: 0401784640
PERIODO ACADÉMICO: 2025B	DOCENTE TUTOR: PHD. MORA QUILISMAL RAMIRO SEGUNDO
PRESIDENTE TRIBUNAL: MSC. HERRERA RAMÍREZ CARLOS DAVID	
DOCENTE: MSC. PENA CHAMORRO JULIO JAIRO	
TEMA DEL TIC: "Evaluación de enmiendas minerales más combinación de fertilización química en diferentes dosis para la producción de orégano (Origanum vulgare) bajo invernadero en el cantón Huaca-Carchi"	

No.	CATEGORÍA	Evaluación cuantitativa	OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES
1	PROBLEMA - OBJETIVOS	8,00	
2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	8,00	
3	METODOLOGÍA	8,00	
4	RESULTADOS	8,00	Trabajar con las unidades de medida del sistema internacional acorde a las variables evaluadas
5	DISCUSIÓN	8,00	
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	8,00	
7	DEFENSA, ARGUMENTACIÓN Y VOCABULARIO PROFESIONAL	8,00	Corregir faltas de ortografía
8	FORMATO, ORGANIZACIÓN Y CALIDAD DE LA INFORMACIÓN	8,00	Seguir el formato institucional para el informe final del TIC

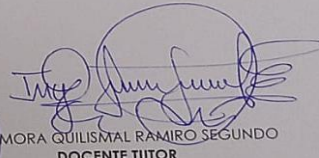
Obteniendo una nota de: **8,00** Por lo tanto, **APRUEBA** ; debiendo el o los investigadores acatar el siguiente artículo:

Art. 36.- De los estudiantes que aprueban el informe final del TIC con observaciones.- Los estudiantes tendrán el plazo de 10 días para proceder a corregir su informe final del TIC de conformidad a las observaciones y recomendaciones realizadas por los miembros del Tribunal de sustentación de la pre-defensa.

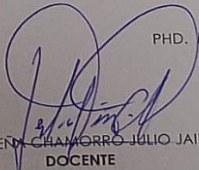
Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el **22/12/2025**



MSC. HERRERA RAMÍREZ CARLOS DAVID
PRESIDENTE TRIBUNAL



PHD. MORA QUILISMAL RAMIRO SEGUNDO
DOCENTE TUTOR



MSC. PENA CHAMORRO JULIO JAIRO
DOCENTE

Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI FOREIGN
AND NATIVE LANGUAGES CENTER

ABSTRACT- EVALUATION SHEET				
NAME: QUIROZ MITES CRISTINA MARICELA				
DATE: Lunes, 1 de diciembre de 2025				
Topic: a "Evaluación de enmiendas minerales más combinación de fertilización química en diferentes dosis para la producción de orégano (<i>Origanum vulgare</i>) bajo invernadero en el cantón Huaca- Carchi"				
MARKS AWARDED QUANTITATIVE AND QUALITATIVE				
VOCABULARY AND WORD USE	Use new learnt vocabulary and precise words related to the topic	Use a little new vocabulary and some appropriate words related to the topic	Use basic vocabulary and simplistic words related to the topic	Limited vocabulary and inadequate words related to the topic
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
WRITING COHESION	Clear and logical progression of ideas and supporting paragraphs.	Adequate progression of ideas and supporting paragraphs.	Some progression of ideas and supporting paragraphs.	Inadequate ideas and supporting paragraphs.
De	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
ARGUMENT	The message has been communicated very well and identify the type of text	The message has been communicated appropriately and identify the type of text	Some of the message has been communicated and the type of text is little confusing	The message hasn't been communicated and the type of text is inadequate
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
CREATIVITY	Outstanding flow of ideas and events	Good flow of ideas and events	Average flow of ideas and events	Poor flow of ideas and events
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
SCIENTIFIC SUSTAINABILITY	Reasonable, specific and supportable opinion or thesis statement	Minor errors when supporting the thesis statement	Some errors when supporting the thesis statement	Lots of errors when supporting the thesis statement
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
TOTAL/AVERAGE	9 - 10: EXCELLENT 7 - 8,9: GOOD 5 - 6,9: AVERAGE 0 - 4,9: LIMITED	TOTAL 9		



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL
CARCHI- FOREIGN AND NATIVE LANGUAGES
CENTER**

**Informe sobre el Abstract de Artículo Científico
o Investigación.**

Autor: QUIROZ MITES CRISTINA MARICELA

Fecha de recepción del abstract: Martes, 25 de noviembre de 2025

Fecha de entrega del informe: Lunes, 1 de diciembre de 2025

El presente informe validará la traducción del idioma español al inglés si alcanza un porcentaje de: 9 – 10 Excelente.

Si la traducción no está dentro de los parámetros de 9 – 10, el autor deberá realizar las observaciones presentadas en el ABSTRACT, para su posterior presentación y aprobación.

Observaciones:

Después de realizar la revisión del presente abstract, éste presenta una apropiada traducción sobre el tema planteado en el idioma Inglés. Según la rúbrica de evaluación de la traducción en Inglés, ésta alcanza un valor de 9; por lo cual se valida dicho trabajo.

Atentamente



MA. Martha Viveros
Responsable del
CIDEN

Anexo 3. Costos de producción en una hectárea

COSTOS DE PRODUCCIÓN POR HECTÁREA				
CULTIVO: ORÉGANO		SISTEMA: SEMITECNIFICADO		
LOCALIZACIÓN: HUACA-CARCHI				
RESPONSABLE: CRISTINA QUIROZ				
CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	PRECIO UNITARIO	TOTAL
COSTOS DIRECTOS				
MANO DE OBRA				
Trasplante	30	jornal	15	450,00
Deshierbe	20	jornal	15	300,00
Fumigación	10	jornal	15	150,00
Cosecha y secado	20	jornal	15	300,00
			Subtotal	1200,00
SEMILLA				
Plántulas de orégano	4500	unidad	0,15	6750,00
TRATAMIENTOS				
ENMIENDAS MINERALES Y FERTILIZACIÓN QUÍMICA				
Delanya	750	kg	0,6	450
Fertilizante 8-20-20	93,75	Kg	0,9	84,37
			Subtotal	534,37
FITOSANITARIOS				
Insecticida Kmelot	300	g	7,40	22,20
Vitafol	1600	g	4,45	8,90
Trichotic	2	L	15	30,00
			Subtotal	61,10
MAQUINARIAS/EQUIPOS/MATERIALES				
Análisis de suelo	1	Análisis	40,00	40,00
Invernadero (1ha)	1	Invenadero	40000,00	40000,00
			Subtotal	40040,00
POSCOSECHA				
Cubetas	10	cubetas	20	200,00
Empaques	5000	kg	0,2	1000,00
Transporte	4000	kg	0,1	400,00
			Subtotal	1600,00
I SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS				50185,47
II SUBTOTAL COSTOS INDIRECTOS				
Adiministración/asistencia técnica (10%)				5018,55
TOTAL, COSTOS DE PRODUCCIÓN (\$/HA)				55204,02

Anexo 4. Evidencias del ensayo experimental



Figura 7. Trasplante de Orégano



Figura 8. Implementación del ensayo



Figura 9. Aplicación de los tratamientos



Figura 10. Control de plagas y malezas



Figura 11. Toma de datos



Figura 12. Cosecha de orégano



Figura 13. Orégano Seco