

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE AGROPECUARIA

Tema: “Evaluación de enmiendas minerales y fertilización química en diferentes dosis para la producción de orégano (*Origanum vulgare*) bajo invernadero en el Centro Experimental San Francisco Huaca- Ecuador”

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

AUTORA: Chitán Piarpuezán Yesenia Alexandra

TUTOR: MSc. Mora Quilismal Segundo Ramiro. PhD

Tulcán, 2026.

CERTIFICADO DEL TUTOR

Certifico que la estudiante Chitán Piarpuezán Yesenia Alexandra con el número de cédula 0401936653 respectivamente ha desarrollado el Trabajo de Integración Curricular: "Evaluación de enmiendas minerales y fertilización química en diferentes dosis para la producción del orégano (*Origanum vulgare*) bajo invernadero en el Centro Experimental San Francisco Huaca- Ecuador"

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.



Firmado electrónicamente por:
SEGUNDO RAMIRO MORA
QUILISMAL
Validar únicamente con FirmaEC

MSc. Mora Quilismal Segundo Ramiro. PhD

TUTOR

Tulcán, abril 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, Chitán Piarpuezán Yesenia Alexandra con cédula de identidad número 0401936653 respectivamente declaro que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Yesenia Chitán', is written over a horizontal line.

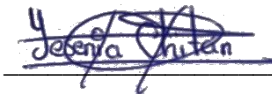
Chitán Piarpuezán Yesenia Alexandra

AUTORA

Tulcán, abril de 2026

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Yo Chitán Piarpuezán Yesenia Alexandra declaro ser autor de los criterios emitidos en el Trabajo de Integración Curricular: "Evaluación de enmiendas minerales y fertilización química en diferentes dosis para la producción del orégano (*Origanum vulgare*) bajo invernadero en el Centro Experimental San Francisco Huaca- Carchi" y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes de posibles reclamos o acciones legales.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Yesenia Chitán', is written over a horizontal line.

Chitán Piarpuezán Yesenia Alexandra

AUTORA

Tulcán, abril de 2026

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente, a Dios por guiar mis pasos, por bendecirme con salud y esperanza y por rodearme de personas que me quieren, me apoyan y me inspiran a ser mejor cada día.

A mi querida mamita Sonia Piarpuezan por su valentía, que nunca se ha rendido, aun frente a las dificultades de la vida. Gracias por ser mi fuente de inspiración y brindarme su apoyo incondicional el cual me ha permitido alcanzar esta meta. Este logro refleja su amor, su guía y su lucha que siempre me han impulsado a seguir adelante.

A mi hermanito Jimmy Chitán quien ha sido mi motor para nunca rendirme, por su cariño, por compartir conmigo risas y momentos inolvidables; y por acompañarme en cada momento. Gracias por cuidar de nuestra madre mientras estaba lejos de casa.

A mi angelito Jorge Chitán, cuyo apoyo, guía y cariño permanecen conmigo. Su espíritu luchador me enseñó a nunca rendirme incluso en los momentos más difíciles. Su recuerdo permanece en cada decisión que tomo y cada meta que alcanzo. Aunque ya no este físicamente sé que desde el cielo sigue cuidándome, dándome fuerza y acompañándome en cada uno de mis logros.

A mi tía María Piarpuezán y mi tío Antonio Piarpuezán quienes se han convertido en mis segundos padres. Desde del inicio, me cuidaron y apoyaron constantemente. Gracias por su ternura y por nunca hacerme sentir sola durante el tiempo que me encontraba lejos de casa.

A mí enamorado Kevin quien ha estado apoyándome y cuidándome siempre. Gracias por el amor, la paciencia y compañía; por tu aliento constante, por compartir mis sueños y motivarme a alcanzarlos.

Agradezco a mi abuelita, padrinos, primas, tíos y tías por su apoyo y cariño. Gracias por estar presentes y motivarme a seguir adelante.

Agradecer también al PhD. Ramiro Mora, por su orientación y paciencia en todo este proceso. Su disposición para compartir sus conocimientos han sido claves para culminar mi tesis. Y a la UPEC por facilitarme la formación para ampliar mis

conocimientos y ser profesional. Por los momentos y la experiencias vividas durante toda esta etapa.

Chitán Piarpuezán Yesenia Alexandra

DEDICATORIA

A Dios, por ser mi guía en cada paso, por darme fortaleza, sabiduría y perseverancia para nunca rendirme.

A mi mamita Sonia Piarpuezán, porque sin usted no lo habría logrado. Gracias por su amor infinito, por cada sacrificio y por su apoyo inquebrantable. Gracias por enseñarme a luchar por mis sueños. Este logro es tanto suyo como mío.

A mi hermano, Jimmy Chitán por ser mi pilar de fuerza, por su compañía, cariño y complicidad que siempre nos ha unido.

A mi angelito, mi padre Jorge Chitán quien ya no está físicamente pero su presencia siento en cada paso que doy. Su ausencia ha dejado un vacío en mi corazón, pero su recuerdo, enseñanza y sabiduría continúan guiando mis pasos. Este logro también es suyo y va dedicada hasta el cielo.

A mi tía María Piarpuezán y mi tío Antonio Piarpuezán por su generosidad, consejos, cariño y apoyo incondicional brindados a lo largo de este proceso.

Y a mí novio Kevin por su gran amor, motivarme y acompañarme a lo largo de este camino. Gracias, amor, por creer en mí incluso cuando yo dudaba y por brindarme tus abrazos cuando más los necesitaba.

Este logro se les dedico con todo mi corazón y estoy eternamente agradecida por tenerlos en mi vida.

Chitán Piarpuezán Yesenia Alexandra

ÍNDICE

RESUMEN	12
ABSTRACT	13
INTRODUCCIÓN	14
I. EL PROBLEMA	15
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	16
1.3. JUSTIFICACIÓN	16
1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	18
1.4.1. Objetivo General	18
1.4.2. Objetivos Específicos.....	18
1.4.3. Preguntas de Investigación.....	18
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	19
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	19
2.2. MARCO TEÓRICO	21
2.2.1 Orégano (<i>Origanum vulgare</i>).....	21
2.2.2 Clasificación taxonómica.....	22
2.2.3 Morfología del orégano.....	22
2.2.4 Requerimientos edafoclimáticos del orégano.....	23
2.2.5 Fases de desarrollo fenológico del orégano.....	24
2.2.6 Plagas y enfermedades del orégano.....	24
2.2.7 Importancia del cultivo de orégano en Ecuador.....	25
2.2.8 Composición nutricional del orégano.....	26
2.2.9 Manejo del cultivo de orégano.....	26
2.2.10 Requerimientos nutricionales del orégano	28
2.2.11 Enmiendas minerales.....	29

2.2.12 Aporte de las enmiendas minerales	29
2.2.13 Beneficios de los minerales en la agricultura.....	30
2.2.14 Factores para la aplicación de enmiendas minerales.	34
2.2.15 Enmienda mineral Delanya.....	34
2.2.16 Fertilizante químico	36
III. METODOLOGÍA	38
3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO	38
3.1.1. Enfoque	38
3.1.2. Tipo de Investigación	38
3.2. HIPÓTESIS.....	38
3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	39
3.4. MÉTODOS UTILIZADOS	41
3.4.1 Área de ejecución del experimento	41
3.4.2 Características del ensayo	41
3.4.3 Población y muestra.....	41
3.4.4 Parcela neta	42
3.4.5 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 la planta.....	45
4.1.2 Diámetro foliar.....	46
4.1.3 Peso fresco	46
4.1.4 Peso seco	48
4.1.5 Porcentaje rendimiento de peso seco	49
4.1.6 Relación costo – beneficio	52
4.2. DISCUSIÓN.....	54

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	57
5.1. CONCLUSIONES	57
5.2. RECOMENDACIONES	57
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
VII. ANEXOS	65

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía del orégano.....	22
Tabla 2. Fenología del orégano.....	24
Tabla 3. Concentración de nutrientes	26
Tabla 4. Definición y operacionalización de variables.....	39
Tabla 5. Descripción experimental.	41
Tabla 6. Tratamientos analizados	43
Tabla 7. ANOVA, altura de planta (cm) en 3 ciclos	45
Tabla 8. Prueba Tukey al 5% de altura planta (cm) a los 60 días del 3 ciclo	46
Tabla 9. ANOVA, diámetro foliar (cm) en tres ciclos	46
Tabla 10. ANOVA para el peso fresco (g) en tres ciclos.....	47
Tabla 11. Prueba Tukey al 5%, peso fresco (g) primer ciclo.....	47
Tabla 12. Prueba Tukey 5%, peso fresco en (g) II ciclo.....	48
Tabla 13. ANOVA peso seco (g) en los 3 ciclos.....	48
Tabla 14. Prueba Tukey 5%, peso seco (g) primer ciclo.	49
Tabla 15. Prueba Tukey 5% peso seco (g) segundo ciclo.....	49
Tabla 16. ANOVA porcentaje de rendimiento peso seco en tres ciclos.	50
Tabla 17. Prueba Tukey 5% del porcentaje (%)de rendimiento de peso seco primer ciclo.....	50
Tabla 18. Prueba Tukey 5% del porcentaje de rendimiento de peso seco segundo ciclo	51
Tabla 19. Prueba Tukey 5%del porcentaje de rendimiento de peso seco tercer ciclo	51
Tabla 20. Relación costo-beneficio a 30USD kg – 1 de orégano seco.....	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Presentación del saco comercial del producto Delanya	35
Figura 2. Fertilizante formulado 8-20-20.....	37
Figura 3. Sitio experimental	41
Figura 4. Esquema distribución de tratamientos	42
Figura 5. Muestra del ensayo experimental	43
Figura 6. Implementación de la investigación	69
Figura 7. Aplicación de tratamientos.....	69
Figura 8. Control de malezas.....	69
Figura 9. Toma de datos y cosecha.....	70
Figura 10. Orégano seco.	70

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC	65
Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas.....	66
Anexo 3. Costos de producción en una hectárea.....	68
Anexo 4. Evidencias del ensayo	69
Anexo 5. Foto Enmienda Agrícola, Ficha Técnica y propiedades físico- químicas.....	70

RESUMEN

Con el fin de determinar la productividad del orégano (*Origanum vulgare*) en condiciones de invernadero, se ejecutó la investigación en el Centro Experimental San Francisco (UPEC- Carchi), el estudio tuvo como objetivo comparar la eficacia de enmiendas minerales y fertilización química en dosis de 10, 20, 30g, que fueron aplicados durante los tres ciclos de producción. El experimento se estructuró mediante un diseño experimental completamente al azar (DCA) estructurado por siete tratamientos y cuatro repeticiones. Se analizó variables agronómicas como altura de la planta, diámetro de follaje, peso ceso y fresco (g) y además el análisis económico para determinar la rentabilidad de cada tratamiento. El procesamiento de los datos se ejecutó mediante el programa InfoStat (2020), empleando ANOVA y test de Tukey al 5%. Los hallazgos evidenciaron que el tratamiento T3 (30g/planta de enmienda minera) obtuvo mejores rendimientos de producción en el primer y segundo ciclo de las variables evaluadas. Con respecto al análisis económico, el tratamiento T6 (fertilizante químico 30g/planta) proyectó una buena rentabilidad de 0,60 USD por cada dólar invertido para el año 2026. Se concluye que el uso de enmiendas minerales favorece el crecimiento vegetativo y productividad del orégano.

Palabras Claves: producción, invernadero, costo-beneficio, rentabilidad, enmiendas

ABSTRACT

In order to determine the productivity of oregano (*Origanum vulgare*) under greenhouse conditions, this research was carried out at the San Francisco Experimental Center (UPEC–Carchi). The objective of the study was to compare the effectiveness of mineral amendments and chemical fertilization at doses of 10, 20, and 30 g, which were applied during three production cycles. The experiment was structured using a completely randomized design (CRD) consisting of seven treatments and four replications. Agronomic variables such as plant height, foliage diameter, dry and fresh weight (g) were evaluated, in addition to an economic analysis to determine the profitability of each treatment. Data processing was performed using the InfoStat (2020) program, applying ANOVA and Tukey's test with a significance level of 5%. The findings showed that treatment T3 (30 g/plant of mineral amendment) obtained better production yields in the first and second cycles for the evaluated variables. Regarding the economic analysis, treatment T3 (30 g/plant of mineral amendment) projected a good profitability of USD 1.63 for every dollar invested for the year 2026. It is concluded that the use of mineral amendments favors the vegetative growth and productivity of oregano.

Keywords: production, greenhouse, cost–benefit, profitability, amendments.

INTRODUCCIÓN

Al tener una alta demanda en sectores de medicina y gastronomía, el orégano se ha consolidado como especie aromática de gran importancia internacional. Su origen es de las regiones montañosas del Mediterráneo, es muy valorado desde la antigüedad por sus distintos usos. En la actualidad se ha extendido a nivel mundial en la gastronomía, cosmética, farmacéutica debido a sus propiedades antioxidantes (Tirado, 2024). La producción de orégano es difundida por varios países de Europa como Grecia, Italia, España, Francia, mientras tanto en el continente americano, se destaca el cultivo en países como Costa Rica, Chile, Brasil y México (Klauer, 2019). Los datos estadísticos internacionales señalan que la producción del cultivo ronda las 70,000 toneladas al año, cultivadas en una superficie de 37.000 hectáreas (Goya & Álvarez, 2018).

En Ecuador, el orégano representa un elevado potencial exportador, por su alta capacidad de adaptarse a diversos climas y suelos, logrando así generar ingresos económicos relevantes. A nivel nacional, la producción se resalta en Tungurahua, Imbabura y Pichincha, donde sus condiciones climáticas y suelos son favorables para su desarrollo (Suárez & Tul, 2023).

Frente al aumento progresivo del consumo de orégano, es indispensable potenciar su rendimiento y garantizar la calidad para cumplir con los estándares del mercado internacional. Este objetivo se puede lograr a través de la incorporación de tecnología apropiada, la implementación de protocolos de calidad y un buen manejo de prácticas agrícolas eficientes (Agraria.pe, 2023).

El cultivo de orégano representa de importancia económica y potencial para la diversificación agrícola en la provincia del Carchi por sus condiciones climáticas favorables y al fortalecimiento de ingresos a los agricultores locales. Sin embargo, la economía agrícola de la provincia se centra principalmente en la producción de papa, lo que ha producido una problemática a la dependencia del monocultivo y el uso excesivo e inadecuado de los fertilizantes químicos.

I. EL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Velázquez et al. (2022) menciona que en los últimos años, la agricultura convencional se ha fortalecido ampliamente a nivel mundial, promoviendo a un mayor uso de fertilizantes químicos para alcanzar elevados niveles de producción. Esta situación ha provocado que los suelos no tengan la misma capacidad para retener el agua y los nutrientes, lo que conlleva a un menor rendimiento agrícola y un mayor riesgo de erosión del suelo.

La aplicación de fertilizantes químicos contribuye a incrementar la productividad agrícola, por lo que muchos productores optan por la aplicación indiscriminada de fertilizantes químicos para lograr un mayor rendimiento en el cultivo. Como consecuencia, se produce efectos negativos ambientales, provocando el deterioro del suelo, contaminación de fuentes hídricas y alteración de microorganismos benéficos, provocado por la inestabilidad de ciertos compuestos químicos utilizados, lo que con el transcurso del tiempo incrementa el deterioro progresivo de la calidad del terreno (AgroFresh, 2018).

La aplicación inadecuada de fertilizantes químicos establece una problemática a escala mundial, nacional y local, como lo manifiesta Ramírez (2011). Se considera que el 97,29% de los insumos químicos se destina al sector agropecuario. Los productores aplican fertilizantes químicos a los distintos cultivos de manera individual o combinados con otros insumos, lo cual desencadena efectos colaterales como la reducción de la biodiversidad, la incidencia a nuevas plagas, la alteración de nutrientes y contaminación del suelo. Por este motivo, se recomienda implementar estrategias de manejo sostenible como rotación de cultivos y el uso racional de nutrientes, estas acciones favorecen la fertilidad del suelo, disminuyen la demanda de insumos químicos y mitigando el impacto ambiental.

Según Basantes et al. (2020), señala que la gran parte de productores agrícolas del Carchi han dependido desde años atrás de los insumos químicos, por lo que los costos

de producción se elevan. Además, es una zona completamente agrícola, que depende del monocultivo, específicamente del cultivo de papa generando distintos problemas. La aplicación excesiva de fertilizantes químicos en diversas fases del desarrollo del cultivo, produce una considerable elevación de los egresos productivos. Esta posición perjudica drásticamente la viabilidad financiera y la estabilidad económica de los productores. Por ello, es de importancia buscar distintas alternativas que ofrezcan optimizar la producción y disminuir los costos, proporcionando estrategias de fertilización innovadoras como el uso de aditivos minerales, los cuales ayudan a minimizar la dependencia de fertilizantes químicos y progresar hacia los sistemas agrícolas sostenibles.

El desconocimiento de los aditivos minerales conlleva al uso excesivo de insumos químicos y prácticas convencionales, lo que provoca una alteración desfavorable en el medio ambiente y elevados costos de producción (Quimis, 2024). Esta situación refleja la necesidad de realizar una investigación sobre las enmiendas minerales y fertilizantes químicos que permita decidir cuál tipo de fertilización brinda mejores resultados en la productividad agrícola, reduzcan los costos y fomenten prácticas agrícolas sostenibles con el ambiente.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿El uso de fertilización química y enmiendas minerales incrementa la producción de orégano (*Origanum Vulgare*) bajo invernadero?

1.3. JUSTIFICACIÓN

El desarrollo del cultivo de orégano se encuentra limitado en Ecuador, debido al desconocimiento sobre su manejo agronómico y la falta de intervención institucional orientada al fortalecimiento del sector productivo. Estas condiciones provocan deficiencia en los niveles de producción del orégano. Aunque, el orégano constituye una alternativa para el agricultor, ya que puede favorecer la rentabilidad, mejorar la sostenibilidad económica y diversificar la producción de cultivos.

El orégano al ser una especie aromática representa un alto valor por sus propiedades culinarias, cosméticas y medicinales. Pero ampliamente utilizada en la cosmética y farmacéutica, incrementado su valor comercial a nivel internacional. Este cultivo surge como una oportunidad prometedora para que el agricultor diversifique su oferta y pueda mejorar su economía de forma sostenible y rentable (Sánchez, 2013).

Al ser el orégano un cultivo de ciclo corto, permite realizar cosechas en periodos reducidos, facilitando una rotación más eficiente de los cultivos y la posibilidad de obtener varias cosechas en una sola etapa agrícola. Esta característica favorece la diversificación de los ingresos del agricultor para que no dependa de un solo cultivo. Por ende, el uso de buenas prácticas agrícolas es clave para una mayor producción y minimizar la contaminación ambiental y la erosión del suelo.

Una aplicación adecuada de las enmiendas minerales representa una opción para mejorar la nutrición del cultivo, promoviendo mayor producción y limitando la erosión. El uso de enmiendas es de no depender constantemente de los fertilizantes químicos y a su vez reducir los costos de producción. La planta de orégano no absorbe correctamente los nutrientes por lo que una gran parte de los fertilizantes se quedan en el suelo por ende al usar las enmiendas minerales estas se van a encargar de la liberación de aquellos nutrientes retenidos en el suelo (Quiroz, 2026).

Las enmiendas minerales mejoran la fertilidad y las propiedades fisicoquímicas del suelo, se encargan de acondicionar el suelo facilitando los nutrientes y esto a su vez sean absorbidos por el cultivo (González, 2024). Por ende, una aplicación de enmiendas minerales con dosis adecuada permite alcanzar la eficiencia productiva y los estándares de calidad del cultivo. Tras ajustar los niveles de dosificación, permitirá precisar los requerimientos específicos de nutrientes necesarios que favorezcan el desarrollo del cultivo y un incremento en la producción (Rodríguez, 2024).

El trabajo se centra en establecer la cantidad más conveniente de enmiendas minerales en el cultivo con el propósito de mitigar la dependencia de los insumos químicos. La incorporación de las enmiendas permitirá corregir deficiencias nutricionales del suelo, aumentando la productividad del cultivo y disminuyendo los efectos adversos de la agricultura intensiva.

De acuerdo con Cisneros et al. (2017), la incorporación de nuevas alternativas nutricionales en los sistemas de manejo agronómico representa una medida orientada a disminuir el uso inadecuado de los fertilizantes convencionales, considerando que las enmiendas minerales optimizan la liberación gradual de nutrientes y estimulan la microbiota edáfica. Con base en el contexto descrito, se plantea examinar la incorporación de enmiendas minerales en el orégano, con el

objetivo de proponer al sector agropecuario diferentes alternativas de manejo nutricional que fomenten a prácticas ambientales sostenibles.

1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

- Evaluar las enmiendas minerales y fertilización química en diferentes dosis para la producción de orégano (*Origanum Vulgare*) bajo invernadero en el Centro Experimental San Francisco Huaca- Ecuador.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Evaluar el efecto de la aplicación de enmiendas minerales y fertilización química, sobre el rendimiento productivo del cultivo de orégano.
- Identificar la dosis de enmienda mineral que genere mayor eficiencia productiva en el cultivo de orégano.
- Realizar el análisis económico de los tratamientos.

1.4.3. Preguntas de Investigación

- ¿Qué efecto tiene la aplicación de enmiendas minerales y fertilizantes químicos sobre el rendimiento productivo del cultivo de orégano?
- ¿Cuál es la dosis de enmiendas minerales que favorece al cultivo de orégano?
- ¿Cuál tratamiento presenta mayor rentabilidad?

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Ayala (2024) desarrolló un estudio orientado a evaluar distintos sustratos y bioles en el cultivo de orégano (*Origanum vulgare*), tuvo como finalidad examinar la respuesta de varios sustratos y la incorporación de biol sobre el desarrollo agronómico en el orégano, los tratamientos que evaluó fue bocashi, arena, tierra y humus de lombriz, dosis aplicadas de 25%,50% y 75%. Considero como variables agronómicas al área foliar en centímetros, peso fresco y seco en gramos, altura de tallo en centímetros. Utilizo trece tratamientos con cuatro repeticiones, lo que dio lugar a 52 unidades experimentales. Los resultados generados fueron positivos pero el que presento mejores resultados en el desarrollo agronómico fue el tratamiento T1 con el sustrato S1 (50% humus de lombriz + 50% arena) y la dosis que mejor presento resultados fue el de 25% a base de estiércol, en todas las variables evaluadas.

Rodríguez (2024) realizo una investigación en invernadero, enfocada en la evaluación de sustratos, bioinsumos y estrategias de nutrición en el rendimiento de orégano. Realizó una asignación aleatoria de los tratamientos, siguiendo el esquema de un DCA. Está conformado por 12 tratamientos, cada uno integrado por distintas combinaciones de sustratos (vermicompost, tierra negra, arena y bokashi) y enmiendas minerales con dosis de (10, 15 y 20g por planta) y conto con 4 repeticiones, distribuidos dentro de una área de 140 m², compuesta de 480 plantas. Para conocer la respuesta de los tratamientos se llevó acabo el análisis de crecimiento y rendimiento, como peso fresco, peso seco, área foliar y altura de la planta, adicionalmente también se evaluó la rentabilidad por medio del componente económico.

Los resultados demostraron que de todos los sustratos evaluados bajo invernadero, el mejor tratamiento fue el T3 S1 (Vermicompost + 50% arena) con dosis de enmiendas minerales (EM3) de 20g por planta, sobresaliendo en todas las variables evaluadas, en comparación con los demás tratamientos.

Quiroz (2026) evaluó la interacción entre fertilización mineral y química en la producción del orégano (*Origanum vulgare*) en condiciones de invernadero. La investigación se estructuró mediante la integración de ocho tratamientos y cuatro repeticiones cada uno, tuvo un enfoque cuantitativo. Los tratamientos evaluados correspondieron a los primeros tres tratamientos con enmiendas minerales en dosis de 10, 20 y 30 gramos, los siguientes una combinación con fertilizantes químicos y enmiendas minerales y un testigo. Los resultados obtenidos evidenciaron que la aplicación de fertilización química y aditivos minerales generó respuesta positiva en el crecimiento vegetativo. El tratamiento T5 que es la combinación de fertilización química - dosis de 15 gramos y aditivos minerales - dosis de 20 gramos constituyéndose como el tratamiento más eficiente en el incremento del desarrollo vegetativo y rendimiento. En cuanto el T4 (enmienda mineral 10g + fertilizante químico 15g) fue el mejor en relación costo- beneficio con 3,30 USD por cada dólar invertido.

Carlosama (2017) de la Universidad Técnica de Bahahoyo, en su investigación, evaluó la respuesta del orégano frente a distintas fuentes de fertilización orgánica, utilizando diferentes tipos de bioles. Tuvo como objetivo definir la eficacia de las distintas dosis de biol en el porcentaje grosor de tallo, prendimiento, altura de planta, producción de biomasa seca y fresca del cultivo, además el análisis económico de cada tratamiento. Para el desarrollo del experimento se consideró 10 tratamientos y 3 repeticiones, generando 30 unidades experimentales en total. Para determinar las medias, aplico la prueba Duncan considerando un nivel de probabilidad del 5%. Los resultados obtenidos evidenciaron respuestas positivas con la aplicación de bioles, en todos los tratamientos. Sin embargo, el tratamiento sin aplicación no presentó diferencias estadísticas.

Gómez (2015) realizó una investigación orientada a evaluar la producción del orégano mediante el uso de diferentes sustratos y soluciones nutritivas en vivero. El objetivo fue determinar los tipos de sustratos y soluciones nutritivas para establecer la combinación más eficiente para el crecimiento y rendimiento del orégano y de igual manera para plantas que tienen como destino el vivero. Esta investigación fue realizada en distintas etapas: aspectos botánicos y de calidad de las semillas de orégano mexicano, evaluación de sustratos, y análisis de la fertilización orgánica y mineral en invernadero. Los hallazgos indicaron que las semillas de la especie *Lippia graveolens* Kunth con una viabilidad de 75%. El peat moss fue el que destacó como uno de los sustratos con mejor resultado en la producción de almácigos debido a sus

eficientes características fisicoquímicas. De igual forma, se evidencio que en el invernadero, un semillero de calidad garantiza condiciones óptimas para la germinación de plantas con fertilizantes minerales. En cambio, los abonos orgánicos contribuyeron a un mejor desempeño de obtener aceites esenciales.

Vera (2025) desarrolló un estudio en el cantón Valencia, enfocado en analizar la influencia de las enmiendas minerales a base de calcio aplicada tanto al suelo como de manera foliar en el maíz. El experimento fue realizado con DBCA con 7 tratamientos y 3 repeticiones. Los tratamientos fueron: T1 (Foliar + D1:5,25 ml); T2 (Foliar + D2:10,5 ml); T3 (Foliar + D3:15,75ml); T4 (Edáfica + D1:5,25 ml); T4 (Edáfica + D1:5,25 ml); T4 (Edáfica + D1:5,25 ml) y T7 (Testigo). Los datos fueron subidos inicialmente a una prueba de normalidad par así comprobar los supuestos del modelo estadístico, una vez realizado este supuesto se aplicó el ANOVA con el fin de encontrar diferencia entre tratamientos. Evaluó la repuesta del cultivo, mediante variables tanto de crecimiento y rendimiento como conteo foliar, diámetro de la planta, dimensión de mazorca, el peso equivalente a cien granos y costo total. Los resultados presentaron que al aplicar enmiendas minerales que contienen calcio en distintas dosificaciones, tuvieron buen desempeño en el comportamiento agronómico del maíz. Las mejoras se evidenciaron en todas la variables evaluadas, estos resultados indican que el suministro adecuado de calcio favorece el manejo nutricional del cultivo promoviendo el crecimiento estructural e incrementando la producción final.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1 Orégano (*Origanum vulgare*)

El origen geográfico del orégano es de Asia y Europa específicamente del este del mediterráneo, tiene como nombre científico *Origanum vulgare*. A lo largo de los años, el orégano ha brindado beneficios culinarios y medicinales. Los antiguos romanos como griegos lo estimaban y lo usaban en sus recetas para tratar diversas dolencias. En la actualidad las investigaciones han dado a conocer que el órgano posee compuestos con propiedades antimicrobianas y antioxidantes (Nortes, 2023).

Arcila et al. (2004) menciona que hay más de veinticuatro especies de distintas plantas de orégano, se identifica por sus flores y hojas. Las hojas son las principales para el uso de condimentos y la elaboración de cosméticos y fármacos. Dentro de la especies de orégano como mayor relevancia se destaca, *Origanum vulgare*, ampliamente distribuida en Europa, y de México proviene la *Lippia graveolons*. Desde

el punto de vista taxonómico el género *Origanum* se clasifica dentro de la familia Lamiaceae, representada al tratarse de una especie con propiedades aromáticas con mayor contenido de aceite esenciales, mientras que *Lippia graveolens* forma parte de la familia Verbenaceae.

En la actualidad, el crecimiento del orégano en el mercado avanzado mucho expandiéndose a distintas regiones del mundo, consolidándose como un cultivo demandado por su facilidad de manejo.

2.2.2 Clasificación taxonómica

Se describe la clasificación taxonómica del orégano en la (Tabla 1).

Tabla 1. Taxonomía del orégano.

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

Fuente: (Menéndez, 2007).

2.2.3 Morfología del orégano

Es una planta perenne con porte bajo, del genero *Origanum*. La morfología del orégano es diferente y presenta las siguientes características:

Tallo: El tallo alcanza una altura de 30 y 60 cm, es delgado, de color verde y leñoso. Los tallos del orégano son de forma cuadrangular y pueden ramificarse desde la base.

Hojas: son de color verde, ovaladas y pequeñas. Una particularidad que tienen es que son opuestas, es decir que crecen enfrentadas en pares a la longitud del tallo, miden alrededor de 1 a 4 centímetros de largo.

Raíz: las características de la raíz del orégano le han favorecido para adaptarse bien a los distintos tipos de suelo, es muy ramificada, llega a una profundidad de 40 cm.

Flores: son pequeñas, hermafroditas, pueden llegar a presentar una coloración blanca o púrpura, cuya tonalidad varía según la variedad cultivada. Hay agrupadas en inflorescencias globosas que se forman en la parte superior de los tallos.

Aroma y sabor: posee un aroma fragante que lo hace particular y un sabor intenso. Por ende, las hojas al tener aceites esenciales se las ha utilizado para dar un sabor y olor a los alimentos

Hábitat: tiene su origen en Europa y Asia, actualmente se ha difundido en varias partes del mundo. Se desarrolla en suelos que tienen buen drenaje y con alta exposición solar (Vidal, 2021).

2.2.4 Requerimientos edafoclimáticos del orégano.

El orégano muestra buena capacidad de adaptación a todo tipo de suelo con diferentes texturas ya sea francos, francos arenosos o arcillosos, no se adaptan bien a suelos húmedos ni temperaturas bajas, requiere de suelos que tengan un buen drenaje y que sea rico en nutrientes, para un óptimo crecimiento del cultivo requiere que el pH del suelo sea neutro a ligeramente alcalino que oscila entre 6.0 a 8.0. Se debe prevenir el exceso de humedad en el suelo para evitar la presencia de enfermedades y pudrición en la raíz. Se adapta más a suelos franco arenosos que con un cuidado permanente puede llegar a vivir hasta 8 años (García, 2018).

Temperatura: el crecimiento y desarrollo del orégano favorece en temperaturas de 15°C y 30° C (59°F y 86°F), al ser un cultivo perenne y resistente, puede sobrevivir a los climas fríos, siempre que se evite temperaturas demasiado bajas y se cuente con condiciones adecuadas de protección.

El orégano al ser originario de las regiones mediterráneas requiere climas iguales como cálidos y soleados para su desarrollo. Sin embargo, puede soportar temperaturas frescas pero que no sean menos de 5°C por lo que puede ocasionar el retraso en el crecimiento.

Recursos hídricos: en las etapas iniciales, el riego debe ser constante, luego se debe realizar dos veces a la semana y a partir del primer mes, un riego semanal.






Ciancaglioni (2020) menciona que el orégano se adapta más a un ambiente seco que a húmedos. Es resistente a un lapso corto de sequía una vez sembrado, pero en las etapas de desarrollo activo se debe brindar un adecuado riego para conservar su salud y crecimiento.

Altitud: el orégano puede desarrollarse en altitudes de 50 a 3400 m.s.n.m, abarcando desde áreas cercanas al nivel del mar hasta las regiones de alta montaña, aunque, la acumulación de aceites esenciales es mayor en zonas de climas fríos.

2.2.5 Fases de desarrollo fenológico del orégano

El orégano, al ser una planta perenne pasa por diversas etapas de desarrollo durante todo ciclo vegetativo, presenta una vida útil entre 5 y 8 años dependiendo mucho de manejo del cultivo (Puca, 2021). Su desarrollo fenológico pasa por distintos estados como brotación, desarrollo vegetativo, maduración, botón floral y floración, las mismas se especifican en el siguiente apartado en (Tabla 2).

Tabla 2. Fenología del orégano

Estado fenológica	Descripción general	Imagen referencial
Brotación	La planta empieza a tener sus primeros brotes vegetativos después de ser sembrado o trasplantado.	
Crecimiento vegetativo	Las plantas siguen su crecimiento produciendo más hojas y nuevas ramillas. Llegando a formar una erecta o rastrera.	
Botón floral	La planta empieza a desarrollar los primeros botones florales. Una vez formado los botones empieza la floración en donde aparecen sus primeras flores.	
Floración	Cuando llega a este punto es la señal de realizar la cosecha.	
Maduración	Esta ocurre una vez pasada la etapa de floración, las primeras hojas se vuelven amarillas y proceden a caerse. Realizar la cosecha en esta etapa no es recomendable porque reduce su importancia comercial.	

Fuente: (Puca, 2021)

2.2.6 Plagas y enfermedades del orégano

El orégano al ser una planta marginal, se ve afectada también por el ataque de plagas y enfermedades ocasionando debilitación e incluso la muerte, muchas plagas muestran una incidencia estacional debido a la cercanía de otros cultivos donde se albergan. Entre las plagas con mayor frecuencia son la mosca blanca, trips, araña roja y pulgón. Estas llegan a causar daños tanto en las hojas, flores y tallos provocando efectos negativos en la calidad y producción del orégano. Para el manejo de estas plagas se recomienda el uso de controles biológicos, pesticidas orgánicos o el implemento de trampas amarillas (Carlosama, 2017).

Las enfermedades que tiene el orégano son ocasionadas por hongos, como el oídio, la botritis y alternaría. Causan daños en las hojas, flores y tallos, la infestación se

evidencia principalmente por la aparición de manchas amarillentas y decoloraciones blanquecinas en las hojas, seguido del marchitamiento, deformación, por último la pudrición. Para evitar estas enfermedades se debe tomar en cuenta el balance nutricional, la alta humedad, higiene de las plantas cuando están dañadas retirar las hojas y flores para evitar que se sigan propagando, para su control usar fungicidas a base de cobre y azufre (Jiménez & Aguilera, 2022).

Existen hongos del suelo, del género *Fusarium* y *Rhizoctonia* que provoca necrosis en las raíces, también hongos foliares como el *Oidium spp* que se caracteriza por ocasionar aspecto polvoso y coloración blanquecina que cubre al tejido foliar, así mismo, la Roya y el Oidium que aparece en las etapas maduras del cultivo.

Se debe tomar en cuenta que los problemas fitosanitarios ligados al cultivo dependen de las condiciones de cada región, clima y prácticas de cultivo. Por ende para la implementación del cultivo se debe hacer un seguimiento consecutivo para evitar problemas fitosanitarios.

2.2.7 Importancia del cultivo de orégano en Ecuador.

Según Jiménez (2021) señala que las exportaciones del orégano ecuatoriano han ido aumentando a medida que pasan los años generando ingresos económicos al país, en el 2019 las exportaciones de este cultivo alcanzaron un aproximado de 20 millones de dólares, de acuerdo con los informes publicados del Ministerio de Agricultura y Ganadería.

Según datos reportados del INEC, la zona agrícola del orégano representa una fuente de ingresos significativa, de igual manera, es una fuente de empleo en áreas rurales que da beneficio a miles de personas, ya que al trabajar en el cultivo de orégano requiere realizar distintas labores como siembra, cosecha y procesamiento.

Al pasar el tiempo la industria de procesamiento de orégano en Ecuador ha incrementado positivamente, ya que se ha obtenido aceites esenciales, condimentos y más productos derivados (Carlosama, 2017).

El consumo del orégano aumenta cada año, debido al interés en productos saludables y el uso en recetas culinarias. Por ende, el orégano tiene una amplia demanda en mercados que requieren producto fresco para el consumo directo y también en presentaciones procesadas orientadas a la industria gastronómica, medicinal y cosmética.

2.2.8 Composición nutricional del orégano.

El orégano contiene mucha fibra, folato, vitaminas A, C, E, K y B6; magnesio, calcio y potasio, que son beneficios para la salud del ser humano. Además, tiene propiedades que mejoran al organismo, es rico en antioxidantes y antimicrobianas. Contiene aceites esenciales como el origaneno, carvacrol y ácido rosmarinico (Lavanguardia, 2022).

Los componentes nutricionales del orégano se resumen en (Tabla 3).

Tabla 3. Concentración de nutrientes

Componentes	Por cada 100 gr
Kcalorías	308 gr
Calcio	1.577 gr
Proteínas	11 gr
Sodio	15 mg
Carbohidratos	21,63 gr
Hierro	44 mg
Fósforo	200 mg
Potasio	1669 mg
Vitamina A	0.69 mg
Vitamina B1	0.34 mg
Vitamina B12	6.22 mg

Fuente: (Martinengo, 2022).

Contiene más antioxidantes a diferencia de otras plantas, al utilizarlo en la cocina aporta mucha nutrición y sabor. En las recetas culinarias, se lo usa más en seco, sin embargo para otros platos como las ensaladas o cocciones finales se utiliza el orégano fresco picado (Cervoni, 2025).

2.2.9 Manejo del cultivo de orégano

Según Sánchez (2023), la planta de orégano llega a permanecer en un terreno por muchos años, su rendimiento y calidad va depender mucho de los cuidados específicos. Se debe realizar una preparación previa en el sitio donde se va a implementar el orégano para que este empiece su producción.

Preparación del terreno:

- Selección del terreno para la siembra: es una especie con elevada capacidad de adaptación a distintas condiciones edáficas, pero debe tener una buena aireación y drenaje. El pH que debe tener el suelo es de 6.0 a 8.0 y una buena materia orgánica para el desarrollo de orégano.

- Preparación del suelo: antes de establecer el cultivo se debe eliminar las malezas que se encuentren en el sitio e incorporar abonos orgánicos para mejorar la fertilidad y la estructura del suelo.

Sembrado y espaciado

- Época de siembra: va depender de la de la región donde se va a cultivar, pero en épocas de primavera es más recomendable.
- Siembra: para plantar el orégano se lo puede hacer por dos formas ya sea por semillas o esquejes. Al utilizar semillas, se requiere de un suelo bien preparado y dar riego constante para que pueda germinar. Si se usa esquejes, se los puede trasplantar directo al suelo o en macetas.
- Espaciado: la distancia que se debe tomar en cuenta entre plantas es de 20 a 30 cm, lo que le permite un adecuado desarrollo y una buena ventilación (Salgado, 2017).

Riego y fertilización

- Riego: el suelo donde se encuentra el orégano debe estar equilibrada, ni muy encharcado ni muy seco. Un riego abundante provoca la pudrición de la raíz. Al ser resistente a las sequías es necesario que en temporadas secas se aplique suficiente agua para favorecer el desarrollo vegetal.
- Fertilización: antes de la siembra aplique abonos orgánicos al suelo. Durante su desarrollo vegetativo aplicar moderadamente fertilizantes si lo requiere para ayudar en su crecimiento.

Control de maleza y plagas

- Control de malezas: el terreno o maceta donde se encuentra la planta de orégano debe estar sin malezas, se las puede eliminar de forma manual o utilizando técnicas de acolchado con materia orgánica.
- Manejo de plagas y enfermedades: hacer una revisión constante para evitar las plagas y enfermedades que perjudiquen el crecimiento del cultivo. Si hay presencia de plagas o enfermedades hacer un control manual o aplicar insecticidas caseros.

Poda y mantenimiento

- Poda: la poda ayuda a mejorar la ventilación, la iluminación y mantener la forma del arbusto para evitar que las plantas se hagan leñosas, realizar la poda

con frecuencia favorece el crecimiento de hojas jóvenes ya que son más aromáticas, brindando una calidad al elaborar aceites esenciales.

- Mantenimiento: mantener el orégano limpio y ordenado. Proporcionando la distancia necesaria entre plantas para permitir una adecuada ventilación.

Cosecha

- Cosecha regular: se realiza la recolección de las hojas al momento que haya alcanzado su tamaño y desarrollo adecuado. Cuando alcance unos 10 a 15 cm de altura se debe hacer la cosecha. Se recomienda utilizar tijeras de podar o cuchillas, luego se las deberá dejar que se recuperen nuevamente para poder realizar la siguiente cosecha.
- Secado y almacenamiento: una vez cosechado, secar las hojas bajo sombra y que este bien ventilado para evitar la pérdida de color y aroma. Cuando este seco se debe almacenar en envases herméticos y poner en áreas con ausencia directa de radiación solar, para mantener su aroma y sabor (Salgado, 2017).

2.2.10 Requerimientos nutricionales del orégano

El orégano requiere de ciertos nutrientes para su desarrollo y crecimiento adecuado. Aunque puede desarrollarse en cualquier tipo de suelos con baja fertilidad, expresa su máximo rendimiento cuando obtiene los requerimientos nutricionales más esenciales, dando como resultado una producción óptima. A continuación, se detallan los principales requerimientos nutricionales de esta especie.

Macronutrientes:

- Nitrógeno (N): importante para el crecimiento vegetativo y síntesis, conservando el color verde intenso del follaje y aun desarrollo vigoroso del cultivo.
- Fosforo (P): es fundamental para los procesos de fotosíntesis y el metabolismo energético, además resulta indispensable para el desarrollo radicular también a la formación y producción de frutas y semillas.
- Potasio (K): Refuerza la resistencia a enfermedades y fortalece la salud general. Interviene en la regulación del equilibrio hídrico, mejora la capacidad de la planta para mitigar condiciones ambientales desfavorables como el estrés y contribuye a la formación de tejidos más funcionales.

Micronutrientes:

- Calcio (Ca): interviene en la firmeza estructural de la pared celular, desarrollo estructural y los procesos de nuevas células, influye positivamente a una mejor organización estructural del suelo reduciendo la compactación.
- Magnesio (Mg): forma parte fundamental de la clorofila, esencial en la producción de energía, fotosíntesis y transporte de nutrientes. Contribuye al desarrollo y calidad de las hojas.
- Hierro (Fe): su función más importante es la síntesis de la clorofila, una disminución de este nutriente provoca la clorosis en las hojas. Además, ayuda a la respiración celular y fijación de nitrógeno.

Otros nutrientes:

- Azufre: participa en la síntesis proteica ya que integra aminoácidos fundamentales en el crecimiento vegetal.
- Oligoelementos (Zinc, Cobre, Magnesio, Boro, Molibdeno): aunque requiera de estos nutrientes en menor cantidad si son esenciales para su desarrollo y producción del cultivo. Además, de participar en procesos metabólicos y enzimáticos (Rosete, Castillo, González & Santiago, 2019).

2.2.11 Enmiendas minerales

La incorporación de las enmiendas minerales cumple la función de poder renovar la estructura o las características edáficas y garantizar componentes nutritivos fundamentales en el desarrollo de las plantas cultivadas. Lo cual promueve un aumento de la porosidad del suelo, facilitando la aireación y el almacenamiento de agua, reduciendo la compactación, optimizando de esa manera la eficiencia de los nutrientes (Arévalo & Castellano, 2009).

2.2.12 Aporte de las enmiendas minerales

Marcillo (2023) expone que los aditivos minerales brindan distintos aportes a las condiciones edáficas, entre ellos corregir las deficiencias nutricionales y el incremento de la producción agrícola. Las ventajas de la aplicación de enmiendas son las siguientes:

- Compactación del suelo: disminuye la compactación del suelo, facilitando el crecimiento radicular al tener una mayor aireación.

- Mejora la estabilidad estructural del suelo: fortalece la formación de agregados y porosidad, condiciones que favorecen la actividad microbiana.
- Aumenta la capacidad de intercambio: mejora los mecanismos de intercambio tanto catiónico como aniónico, optimizando así la concentración de nutrientes en los cultivos.
- Regulación de los ciclos de nutrientes: participa en la absorción y asimilación de nutrientes indispensables por los cultivos.

Al aplicar enmiendas apropiadas para mejorar el suelo, se evita el uso excesivo de residuos de fertilizantes o plaguicidas que pueden desplazarse desde el suelo hasta los ríos o lagos. Las enmiendas se las puede aplicar individualmente, las más comunes son calcio, zeolita, magnesio y roca fosfórica.

2.2.13 Beneficios de los minerales en la agricultura.

En Ecuador las investigaciones sobre la aplicación de Enmiendas minerales son escasas, un ejemplo de aplicación de enmiendas minerales es Delanya, que es una enmienda favorable para corregir las propiedades fisicoquímicas del suelo, investigaciones han utilizado silicio, zeolita, roca fosfórica y calcio de manera independiente (Soca & Núñez, 2016).

Silicio (S): en el siglo XXI fue uno de los elementos más importantes debido a su alta composición en el suelo, además es renovable y sostenible (Álvarez & Osorio, 2014). Se posiciona como el segundo elemento con mayor presencia en la tierra, siendo esencial en la agricultura ya que se destaca en favorecer el desarrollo vegetativo de las plantas (Varas, 2021). El silicio en el suelo representa un 28%, mientras que el oxígeno constituye un 47%, sumando entre ambos un 75% del total del suelo.

Al tomar las plantas el (Si) experimentan mejoras en la estructura y funcionamiento. El silicio (Si) se empieza a movilizar en la parte interna del cultivo transformándose en ácido silícico, luego se va depositando como capa de sílice en los tejidos de la epidermis foliar y también del tallo. Aunque aún su rol fisiológico es poco notorio, se ha reconocido que su presencia genera beneficios en plantas con estrés (Espinoza, 2019).

Beneficios en las plantas:

- El silicio se incorpora en las paredes celulares de las plantas, creando una barrera física más fuerte. Esto no solo ayuda a las plantas a resistir daños

mecánicos y físicos, como el viento y la presión de los frutos, sino que también mejora su resistencia general.

- El silicio en las plantas ha demostrado ser efectivo en la reducción de la incidencia de enfermedades fúngicas y bacterianas, así como en la protección contra insectos.
- El estrés abiótico, como la sequía, la salinidad y las temperaturas extremas, puede afectar gravemente la productividad de los cultivos. El silicio en las plantas mejora el régimen hídrico al reducir la transpiración y la pérdida de agua, lo que les permite enfrentar mejor las condiciones de sequía. Al formar una capa de sílice debajo de la cutícula de las hojas, disminuye la pérdida de agua y protege los cloroplastos (Futureco, 2024).

Tierra de Diatomeas: proviene de los restos fosilizados de unos organismos acuáticos microscópicos conocidos como diatomeas, cuyos esqueletos se encuentran formados de sílice. Desde años atrás las diatomeas se fueron acumulando en sedimentos de ríos, lagos y océanos, en donde actualmente se extrae el sílice de estos lugares (Bunch, Bond & Stone, 2013).

El sílice amorfo (SiO_2) es el elemento principal de la tierra de diatomeas y también en menor cantidad por otros minerales como hidróxido de calcio, magnesio, óxido de hierro, aluminio y sodio (Saravia, 2017).

También se la conoce como tierra blanca por su coloración, en la agricultura se la usa como fertilizante natural que renueva la estructura y fertilidad del suelo. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) señala que el material síliceo es de baja densidad y poroso, derivado de la fosilización a partir de frustulas de algas acuáticas.

Funciones principales en plantas

Insecticida natural y eficaz: Ese exoesqueleto recubierto de sílice es perfecto para eliminar las plagas, actúa de forma natural y evitando el empleo de tóxicos. El elevado porcentaje de minerales deshidrata a los insectos que entran en contacto con la tierra de diatomeas. Por ende es perfecta para combatir enemigos como la cochinilla o la mosca blanca y arañas.

Fertilizante completo y ecológico: aporta silicio y calcio. Además la tierra de diatomeas presenta otras muchas ventajas: favorece la absorción de macronutrientes, mejora la aireación del suelo, la retención de agua o el carácter

esponjoso que necesitan las plantas para mantener sanas sus raíces (Verdecora, 2023).

Zeolita: es una enmienda que contribuye a mejorar en el suelo la composición química, elevando la disponibilidad de intercambio de cationes en la zona radicular, favoreciendo la retención de elementos nutritivos y reduciendo la necesidad de insumos químicos, lo que limita su pérdida por lixiviación y volatilización (Rojas, 2021).

Según (Villavicencio, 2009) la zeolita se distingue por ser aluminosilicatos cristalinos con una estructura porosa, lo que le posibilita realizar intercambio iónico sin cambiar su estructura atómica. Esta acción favorece que los nutrientes que estén retenidos en el suelo se liberen, facilitando que las plantas puedan absorber con facilidad (Barea, 2022).

Los beneficios de la zeolita son: retener la humedad, mejorar el desplazamiento del agua que se desarrolla dentro del perfil edáfico disminuyendo la densidad aparente, logrando así la producción agrícola y disminuyendo el impacto ambiental (Soca, 2016). En Ecuador, la producción de zeolita comenzó en el año 1998 manteniendo un crecimiento considerable, sin embargo, en 2001 se produjo una disminución, relacionada con la reducción de la producción agrícola (Morante, 2004).

Beneficios en la agricultura.

- Retiene nutrientes en la zona de raíces.
- Mejoran propiedades químicas de la planta y suelo.
- Previene la lixiviación y volatilización de los fertilizantes.
- Mejora la capacidad de retención de humedad.
- Mejora la retención de humedad
- Aumenta el rendimiento del cultivo.
- Controla la acidez del suelo (La Colina, 2021).

Roca fosfórica: el fósforo es el principal constituyente de la roca fosfórica, aunque es un elemento abundante en el suelo, en las rocas es reducido. Sin embargo, en las rocas fosfáticas sedimentarias de origen marino el $P_2 O_5$ es mayor del 18%. Apareciendo como costras, esferulitos y nódulos dentro de capas sedimentarias, formando extensos depósitos de fosfatos conformando la fracción mineral de huesos y dientes de vertebrados (Piña & Aurora, 2013).

Menciona (Castro & Melgar, 2018) que dentro de los macronutrientes primarios el fósforo es indispensable en la agricultura y de manera general, forma parte de todas las cadenas alimenticias y se transfiere entre organismos, el fosforo está presente en todas las reacciones químicas como minerales y orgánicos. En las plantas se incorpora a los fosfolípidos y al ácido nucleico, una disminución del fosforo reduce la producción de semillas y granos, así como su valor nutricional.

Las plantas utilizadas como alimento constituyen la principal fuente de fósforo para el ser humano. A través de procesos industriales, las rocas fosfóricas son procesadas con el fin de aumentar el aprovechamiento por parte de las plantas, lo que ocasiona que los minerales fosfatados sean insumos estratégicos en la industria de fertilizantes.

Beneficios de la roca fosfórica:

- La Roca Fosfórica en las plantas ayuda en el proceso de transferencia de energía, el desarrollo de las raíces y la fotosíntesis.
- Prevenir retrasos en el crecimiento y la decoloración de las hojas.
- Ayuda a alcanzar el máximo desarrollo de flores y frutos.
- La Roca Fosfórica no solo proporciona fósforo a corto plazo, sino que también ayuda a mantener la salud del suelo y el crecimiento de los cultivos a largo plazo (Mycsain, 2022).

Calcio: es un elemento principal ya que mantiene la conservación estructural y funcional de las células vegetales, fortalece las paredes celulares, regula el transporte iónico y la actividad de enzimas. Asimismo, interviene el calcio en los daños por salinidad sobre las células, aunque los mecanismos precisos aún no se conocen del todo. Su efecto estabiliza la reducción de proteínas, grupos fosfatos y carboxilato de fosfolípidos, ubicados en la superficie de la membrana (Valdivia, 2022).

A diferencia de otros elementos el calcio presenta participación restringida en la actividad enzimática además, posee escasa movilización al interior de la planta. Una baja concentración de calcio, afecta al fruto haciéndolo más susceptible al ataque de hongos en la pos cosecha. Por ende este mineral es fundamental para producir y obtener productos de calidad y prolongar su vida útil (Cardona, 2023).

Kass (2006) da a conocer que el calcio cumple distintas funciones fisiológicas como las siguientes: firmeza a las paredes celulares por medio del pectato de calcio, responsable de mantener firmeza y resistencia a las paredes celulares, estimula los meristemas radiculares para otorgar un mejor desarrollo en las raíces, participa en la

activación germinativa del polen y el posterior desarrollo del tubo polínico. Importante para la división y elongación celular. Activa los meristemos de la raíz para su crecimiento radicular.

Una deficiencia de calcio se manifiesta en el follaje y tejidos jóvenes, provocando que el crecimiento se detenga lo que genera un aspecto de arbusto, en hojas jóvenes se puede observar que se vuelven deformes y más pequeñas, con presencia de clorosis en los bordes. En ocasiones, las nervaduras se vuelven de color marrón, el follaje puede tener necrosis y presentar grietas en las hojas (Domínguez, 2019).

2.2.14 Factores para la aplicación de enmiendas minerales.

El éxito del uso de enmiendas va depender de una aplicación adecuada, basándose en los requerimientos del cultivo y del suelo. Para un éxito productivo se requiere de factores como el tipo de enmienda, la dosis y la época de aplicación (Colina, 2021).

- Cantidad: el uso inadecuado al aplicar las enmiendas en el suelo con limitada capacidad de intercambio catiónico o con deficiencia en materia orgánica llega a causar la retención de nutrientes, afectando al desarrollo del cultivo.
- Tipo: la selección de la enmienda se elige de acuerdo a los problemas del suelo que se requiera solucionar como la regulación del pH, corregir las condiciones del suelo a una profundidad específica y aumentar la capacidad de intercambio catiónico.
- Momento: la aplicación de enmiendas va depender del cultivo. En cultivos perennes, es recomendable aplicar de forma constante y en menores dosis. Para cultivos de ciclo corto en cambio se debe incorporar mayores cantidades durante la preparación del suelo.

2.2.15 Enmienda mineral Delanya

Esta enmienda mineral es la que se utilizó en la presente investigación donde se aplicara para trabajar con los tratamientos respectivos. Su formulación viene de la combinación de cada mineral mencionando anteriormente. Las proporciones de la combinación fueron comprobadas y definidas en distintos cultivos y regiones climáticas de Ecuador. La enmienda mineral Delanya se encuentra debidamente registrada desde el 2022 ante Agrocalidad 1289-F-AGR-G. Esta formulada a base de calcio, silicio, tierra de diatomeas, zeolita y roca fosfórica minerales que aportan beneficios para mejorar el suelo y la nutrición del cultivo (Figura 1) (Rodríguez, 2024).



Figura 1. Presentación del saco comercial del producto Delanya
Fuente: Fotografía tomada por el autor.

Para obtener este producto comercial, se requiere de rocas provenientes de distintas minas que pasan por un proceso de trituración siguiendo los reglamentos establecidos por la marca, hasta tener una mezcla homogénea dando como resultado un polvo fino de malla 200.

El producto puede aplicarse directamente como polvo pero para otras ocasiones se necesita que sea granulado. Esta modificación implica solo cambio físico pero no químico. Para procesos de granulación se requiere de distintos pasos, primero la preparación de material por lo que se utiliza la malla 200, segundo el mojado en donde se humedece con agua utilizando aspersores, tercero aglomeración, las partículas se unen de forma continua en una centrífuga, donde la acción de la fuerza permite alcanzar el diámetro deseado del granulo y por último el secado, aquellos gránulos formados se los pone en la cámara de calentamiento, logrando reducir la humedad hasta un 2% (Rodríguez, 2024).

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

2.2.16 Fertilizante químico

Los fertilizantes de formulación química o mezclas NPK, son insumos elaborados para aportar una nutrición equilibrada a los cultivos. Pulido (2018) menciona que estos productos están compuestos por distintas cantidades de nitrógeno, fósforo y potasio, nutrientes fundamentales para los procesos de crecimiento y producción. Su aplicación permite cubrir las necesidades nutricionales del cultivo durante las distintas etapas fenológicas.

El empleo de fertilizantes químicos involucra distintos mecanismos relacionados con la captación de elementos minerales indispensables para el desarrollo del cultivo, como la acreción, que consiste en aplicación del fertilizante en la zona radicular. Este método permite que los nutrientes se liberen y sean asimilados lentamente y continúa por la planta.

La aglomeración es otro método común en el que los nutrientes requeridos por parte de las plantas se compacta y permanece en estado sólido y seco, facilitando su aplicación. Este tipo de fertilizantes sólidos limitan la degradación temprana y conservan su eficiencia durante el ciclo del cultivo, garantizando la absorción eficiente por parte de la planta (Armaz, 2019).

- Ventajas y desventajas

Los fertilizantes químicos son de importancia dentro de la producción agrícola debido a que proporcionan nutrientes que favorecen el desarrollo y rendimiento del cultivo. Aunque, su aplicación presenta aspectos positivos y negativos.

Ventajas: favorece el rendimiento agrícola, promueve un buen desarrollo y mantiene al cultivo bien nutrido.

Desventajas: el exceso o inadecuado uso de fertilizantes genera impactos negativos, como la contaminación ambiental, afecta la salud del ser humano y posibles efectos de toxicidad por la presencia de algunos componentes químicos (Arciniegas, 2021).

- Fertilizante 8-20-20

Fertilizante granulado diseñado con el propósito de aplicarse de manera directa al suelo referente al fertilizante compuesto. Contiene macronutrientes importantes en proporciones específicas de nitrógeno 8%, fósforo 20% y potasio 20%. Este fertilizante se lo usa especialmente para cultivos perennes y de ciclo corto donde contribuye a promover la floración y el desarrollo del sistema radicular, incrementa el vigor de los

cultivos frente a patógenos, mejora el desarrollo vegetativo y aumenta la productividad agrícola, facilitando las labores de fertilización a los agricultores (Agripac, 2023) (Figura 2).



Figura 2. Fertilizante formulado 8-20-20
Fuente: (Agripac, 2023)

III. METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

3.1.1. Enfoque

Tiene un enfoque cuantitativo, mediante la información medible y técnicas de análisis estadístico obtenidos a partir de mediciones numéricas, tales como altura del tallo, diámetro foliar, peso fresco, peso seco y el análisis económico, permitiendo analizar los tratamientos aplicados y seleccionar al que genere el mejor desempeño con mayor rendimiento en el orégano.

3.1.2. Tipo de Investigación

- Campo

El ensayo fue ejecutado bajo condiciones controladas de invernadero.

- Experimental

Se estableció en un modelo (DCA), integrado de siete tratamientos con cuatro repeticiones, permitiendo ejecutar el análisis estadístico y así obtener los resultados de cada tratamiento.

- Bibliográfica

Para el desarrollo de la investigación, se consultó una variedad de fuentes bibliográficas como páginas web, revistas, artículos científicos y libros.

3.2. HIPÓTESIS

Ho: La aplicación de enmiendas minerales y fertilizante químico en distintas dosis genera mayor rendimiento en el cultivo de orégano (*Origanum vulgare*).

Ha: La aplicación de enmiendas minerales y fertilizante químico en distintas dosis no genera mayor rendimiento en el cultivo de orégano (*Origanum vulgare*).

3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Tabla 4. Definición y operacionalización de variables

Variables	Dimensión	Indicadores	Técnica	Instrumentos
Independiente: Aplicación de enmienda mineral y fertilizante químico	Enmienda mineral	Aplicaciones de dosis de 10, 20 y 30g por planta, al momento del trasplante y posteriormente después de cada cosecha.	Aplicación manual	Balanza digital
	Fertilizante químico	Aplicaciones de dosis de 10, 20 y 30 g por planta, efectuándose la primera aplicación en el trasplante y repitiéndose luego de cada ciclo de corte del cultivo.		

Dependiente: desarrollo del cultivo de orégano	Altura de la planta (cm)	Cada quince días se realizó la determinación de altura, expresada en cm, tomando como referencia la parte inferior del tallo hasta el apical, utilizando un flexómetro.	Medición manual y registro	Flexómetro y libreta
	Diámetro foliar (cm)	Antes de la cosecha, a los dos meses y medio del desarrollo del cultivo, se registró el diámetro foliar, estimándose en centímetros con el uso del flexómetro.	Medición manual y registro	Flexómetro y libreta
	Peso fresco (g)	Transcurrido los dos meses y medio, tres cm sobre la superficie del suelo se procedió a cortar la masa verde, por cada tratamiento, seguido en una balanza se pesó en gramos.	Pesaje y registro	Balanza digital y libreta de registro
	Peso seco (g)	Después de pesar el peso fresco, se realiza la deshidratación mediante una estufa, tras completar el proceso de secado, se procedió a registrar el peso seco en gramos.	Pesaje y registro	Balanza digital y libreta de registro
	Análisis económico	Una vez finalizado el experimento, se llevara a cabo una evaluación económica individual de los tratamientos aplicados.	C/B	Fórmula

3.4. MÉTODOS UTILIZADOS

3.4.1 Área de ejecución del experimento

El ensayo se efectuó en condiciones controladas de invernadero en el Centro Experimental San Francisco, situada en Huaca. A una altitud de 2834 m.s.n.m cuenta con temperatura aproximada de 12°C, humedad relativa media de 82%, precipitaciones anuales de 1200mm. Los suelos del Centro experimental San Francisco son suelos franco arcillosos (Figura 5) (Peña et al., 2019).



Figura 3. Sitio experimental
Fuente: (Google Earth, 2023)

3.4.2 Características del ensayo

El esquema experimental fue definido mediante un Diseño Completamente al Azar (DCA) (Tabla 5).

Tabla 5. Descripción experimental.

Parámetro	Valor
Tratamientos	7
Repeticiones	4
Total unidades experimentales	28
Superficie total del área experimental	54 m ²
Dimensión de la unidad experimental	1 m ²
Distancia entre tratamientos	0.35 m
Total plantas por unidad	10 plantas
Total de plantas	280 plantas

3.4.3 Población y muestra

El ensayo tiene una población que estará implementada por una área de 54 m², con un total de 280 plantas divididas en 28 unidades experimentales, integrado de 7 tratamientos y cuatro repeticiones, con una distancia entre tratamientos es de 35 cm (Figura 4).

Se delimito un espacio de $1m^2$ como unidad de muestreo. Se establecieron por cada unidad experimental de diez plantas en total, con 28 parcelas netas, de modo que no existió diferenciación entre muestra y población, sumando 280 plantas.

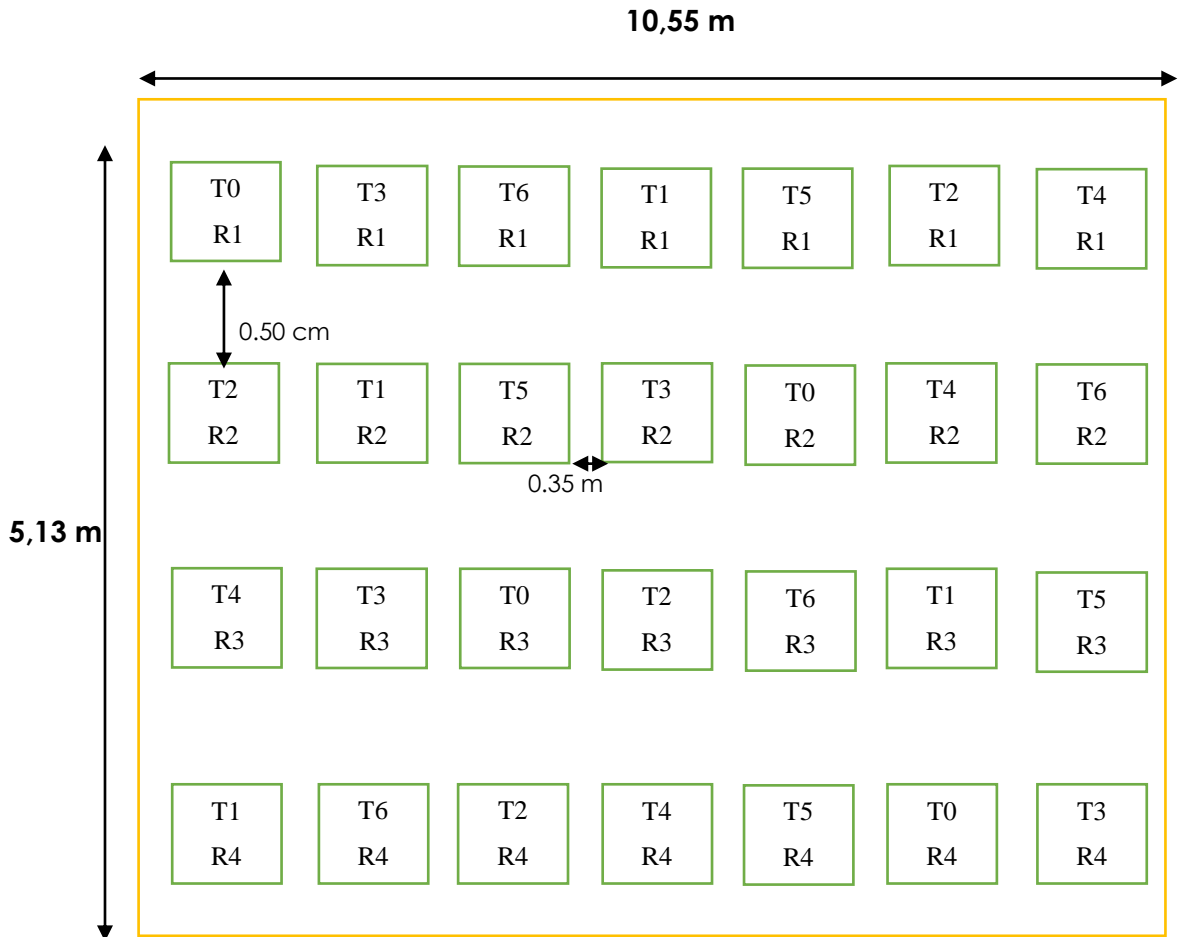


Figura 4. Esquema distribución de tratamientos

3.4.4 Parcela neta

Cada unidad experimental estuvo integrada por diez plantas de orégano, establecidas en fundas plásticas de vivero con una capacidad de 4 kg. La muestra está representada por todas las plantas correspondientes a cada tratamiento (Figura 5).

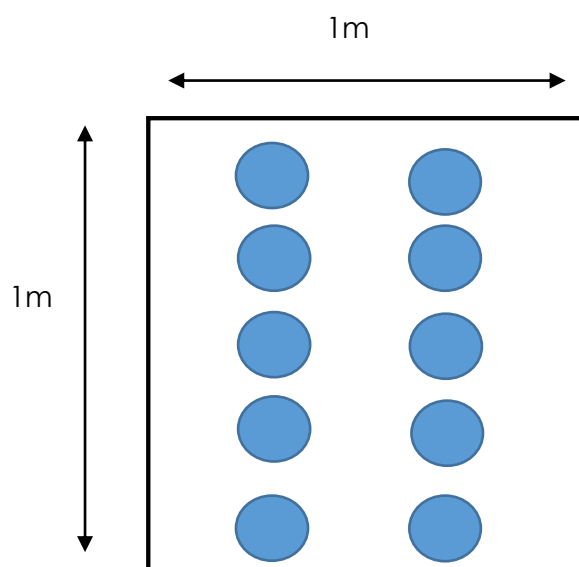


Figura 5. Muestra del ensayo experimental

3.4.5 Tratamientos

La (Tabla 6), expone los tratamientos aplicados.

Tabla 6. Tratamientos analizados

Tratamientos	Especificación
T1	Enmienda mineral (10g/planta)
T2	Enmienda mineral (20g/planta)
T3	Enmienda mineral (30g/planta)
T4	Fertilizante químico 8_20_20 (10g/planta)
T5	Fertilizante químico 8_20_20 (20g/planta)
T6	Fertilizante químico 8_20_20 (30g/planta)
T7	Testigo absoluto (50% arena + 50% tierra)

3.4.6 Procedimiento

La implementación de la investigación se realizó en la finca UPEC, en donde se realizaron distintas actividades, a continuación se detallan:

- Obtención de insumos: para la preparación del cultivo se utilizó un sustrato conformado por 50 % de tierra negra del sitio y 50% de arena, el cual fue colocado en fundas de vivero de 4 kg con sustrato, empleadas para que el cultivo pueda desarrollarse.
- Instalación del ensayo: se llevó a cabo bajo invernadero, con una área total de $54 m^2$, distribuida en 28 unidades experimentales separadas con piola y estacas, con parcelas que miden de largo 1m y de ancho 0,5 m.

- Trasplante de orégano: las plantas de orégano fueron trasplantadas individualmente en fundas de 4kg. Conformada cada unidad por 10 plantas con 280 plantas en total.
- Aplicación de fertilización química y mineral: al momento del trasplante se aplicaron 10, 20 y 30 g por planta de enmiendas minerales y fertilizante químico, esta práctica se repitió tras cada corte de cosecha, a lo largo de tres ciclos de producción.
- Altura de la planta: la evaluación de esta variable se realizó 30 días posteriores al establecimiento del cultivo, por lo que se usó el flexometro y se determinó la longitud desde la parte inferior del tallo hasta el apical. Cada quince días se realizaron las mediciones.
- Diámetro foliar: se realizó la medición del diámetro foliar, a los dos meses y medio previo al corte, mediante el uso del flexometro, registrando los datos en centímetros.
- Peso fresco: se evaluó a los dos meses y medio, mediante el corte de todo el follaje verde a 3cm del suelo, registrando los resultados en gramos.
- Peso seco: Una vez que se pesó el peso fresco, se realizó el secado en una estufa o microondas, hasta eliminar la humedad y posteriormente se registró el peso seco en gramos.
- Análisis económico: al concluir la etapa de la cosecha se efectuó la evaluación económica de cada tratamiento, estimando los costos directos e indirectos, de igual manera los ingresos obtenidos, con el fin de estimar los costos productivos por hectárea.

3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se adoptó un (DCA), en el cual se evaluaron siete tratamientos derivados de la incorporación de distintas dosis de enmienda mineral y fertilizante químico, con cuatro repeticiones. Los datos fueron procesados mediante InfoStat, corroborando previamente los supuestos de normalidad, posterior se hizo el ANOVA. Al encontrar diferencias estadísticas se procedió al análisis comparativo entre medias con prueba Tukey al 5% de significancia.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

4.1.1 Altura de la planta

Esta variable fue sometida a un procedimiento estadístico inferencial mediante el ANOVA, los resultados generados se detallan en la Tabla 7. Las mediciones fueron tomadas en los tres ciclos a los 15, 30, 45, 60 y 75 días posteriores al trasplante. El análisis estadístico evidenció que únicamente a los 60 días del tercer ciclo se registraron variaciones estadísticas entre tratamientos ($p < 0,05$), mientras en los otros ciclos no se identificaron variaciones significativas.

Tabla 7. ANOVA, altura de planta (cm) en 3 ciclos

F.V	GL	Días (ddt)	Ciclo I			Ciclo II			Ciclo III		
			P-valor	C.V (%)	Media I (cm)	P-valor	C.V (%)	Media II (cm)	P-valor	C.V (%)	Media III (cm)
Trat.	6	15	0.084 ns	6,97	4.65	0.920 ns	19.36	3.83	0.100 ns	5.28	4.00
Error	18										
Total	27										
		30	0.575 ns	6,47	5.65	0.474 ns	11.76	4.63	0.685 ns	7.82	4.93
		45	0.595 ns	6,32	8.43	0.417 ns	12.74	6.83	0.908 ns	11.3	7.25
		60	0.443 ns	9,85	11,88	0.137 ns	7.28	9.70	0.0187 *	10.6	10.25
		75	0.816ns	11,16	14,85	0.662 ns	12.58	13.03	0.543 ns	9.99	14.75

Leyenda: ddt= días, después del trasplante, ns= no significativo; * = significativo; **= muy significativo; ***= altamente significativo.

La diferencia estadística entre tratamientos correspondiente a la evaluación realizada a los 60 días del tercer ciclo fue determinada por el método Tukey al 5%. La información obtenida para altura de planta (cm) reflejada en la Tabla 8, indica que los tratamientos T3 (enmienda mineral 30g/planta), T7 (Testigo 50% tierra + 50% arena),

T5 (fertilizante químico 8-20-20 20/planta), T6 (fertilizante químico 8-20-20 30g/planta), T4 (fertilizante químico 10g/planta) y T2 (enmienda mineral 20g/planta), no hay diferencias entre tratamientos, asimismo el T5, T6, T4, T2 y T1, de igual forma entre tratamientos no hay diferencias significativas, aunque, el T3 (Enmienda mineral 30g/planta) mostro mayor valor en la altura con una media de 10.68(cm) pero el T1 (Enmienda mineral 10g/planta) presento menor promedio con 7.95 (cm).

Tabla 8. Prueba Tukey al 5% de altura planta (cm) a los 60 días del 3 ciclo

Tratamientos	Media (cm)	N	E.E	Grupos
T3 (Enmienda mineral 30g/planta)	10,88	4	0,53	A
T7 (Testigo 50% tierra + 50% arena)	10,60	4	0,53	A B
T5 (Fertilizante químico 8-20-20 20g/planta)	10,28	4	0,53	A B
T6 (Fertilizante químico 8-20-20 30g/planta)	10,25	4	0,53	A B
T4 (Fertilizante químico 8-20-20 20g/planta)	10,03	4	0,53	A B
T2 (Enmienda mineral 20g/planta)	9,68	4	0,53	A B
T1 (Enmienda mineral 10g/planta)	7,94	4	0,53	B

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

4.1.2 Diámetro foliar

Tabla 9, presenta ANOVA realizado en la variable diámetro foliar (cm), donde se muestra el diámetro foliar en el ciclo I, ciclo II y ciclo III, después del trasplante. Debido que el análisis no mostro significancia entre tratamientos se omitió el test de Tukey.

Tabla 9. ANOVA, diámetro foliar (cm) en tres ciclos

	G.L	P-valor Ciclo I	P- valor Ciclo II	P- valor Ciclo III
Tratamientos	6	0,80 ns	0,23 ns	0,94 ns
Error	18			
Total	27			
Media (cm)		22,08	22,73	22,40
C.V (%)		6,35	6,97	6,30

Leyenda: ddt: días después del trasplante; ns=significativo; *=significativo; **= altamente significativo.

4.1.3 Peso fresco

La variable peso fresco fue sometida al ANOVA, los resultados se registran en la Tabla 10, en el cual se resumen el comportamiento estadístico durante los tres ciclos de evaluación. El análisis presento efecto significativo de los tratamientos en los dos primeros ciclos, sin embargo, en el tercer ciclo no se mostró variaciones significativas.

En los dos primeros ciclos se hizo el test de Tukey al 5% ya que presentaron diferencias significativas.

Tabla 10. ANOVA para el peso fresco (g) en tres ciclos.

	GL	P- valor Ciclo I	P- valor Ciclo II	P- valor Ciclo III
Trat	6	0,0254*	0,0046**	0,3699 ns
Error	18			
Total	27			
Media (g)		294,50	268,25	272,75
C.V (%)		12,68	14,58	17,45

Leyenda: ddt= días después del trasplante; ns= no significativo; *= significativo; ** muy significativo; ***= altamente significativo.

Para la evaluación del primer ciclo fue determinada a través del análisis de medias por Tukey al 5%, cuyos resultados para peso fresco se resumen en la Tabla 11, los tratamientos T3 (enmienda mineral 30g/planta), T2 (enmienda mineral 20g/planta), T1 (enmienda mineral 10g/planta), T5 (fertilizante químico 20g/planta), T6 (fertilizante químico 30g/planta) y T4 (fertilizante químico 10g/planta), los tratamientos no evidenciaron variación significativa, de la misma manera los tratamientos T1 (enmienda mineral 10g/planta), T5 (fertilizante químico 20g/planta), T6 (fertilizante químico 30g/planta), T4 (fertilizante químico 10g/planta) y T7 testigo arena 50% + tierra 50%) no muestran diferencias significativas, no obstante el tratamiento T3 difiere al tratamiento T7, siendo el mejor con una media de 340,00 (g) en peso fresco.

Tabla 11. Prueba Tukey al 5%, peso fresco (g) primer ciclo

Tratamientos	Media (gr)	N	E.E	Grupos
T3 (Enmienda mineral 30g/planta)	340.00	4	18.69	A
T2 (Enmienda mineral (20g/planta)	323.25	4	18.69	A
T1 (Enmienda mineral (10g/planta)	299.5	4	18.69	A B
T5 (Fertilizante químico 8-20-20 20/planta)	294.5	4	18.69	A B
T6 (Fertilizante químico 8-20-20 30g/planta)	288.75	4	18.69	A B
T4 (Fertilizante químico 8-20-20 10g/planta)	279.75	4	18.69	A B
T7 (Arena 50% + tierra 50%)	237.25	4	18.69	B

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

Para el peso fresco (g) se usó el test de Tukey al 5%. La Tabla 12 presenta la comparación de medias correspondiente al segundo ciclo, indicando que no hay diferencias significativas en los tratamientos T2 (enmienda mineral 20g/planta), T5 (fertilizante químico 20g/planta), T4 (fertilizante químico 10g/planta) y T7 (arena 50% + tierra 50%), como también los T3 (enmienda mineral 30g/planta), T6 (fertilizante químico 30g/planta), T1 (enmienda mineral 10g/planta), T2 (enmienda mineral 20g/planta) y T5 (fertilizante químico 20g/planta) no presentaron diferencia significativas, no obstante, el tratamiento T3 (enmienda mineral 30g/planta) difiere al

tratamiento T7 (testigo arena 50% + tierra 50%), siendo con mayor media de 302,50 g en la variable peso fresco.

Tabla 12. Prueba Tukey 5%, peso fresco en (g) II ciclo.

Tratamientos	Media (gr)	N	E.E	Grupos	
T3 (Enmienda mineral 30g/planta)	302.50	4	18.76	A	
T6 (Fertilizante químico 8-20-20 30g/planta)	282.00	4	18.76	A	B
T1 (Enmienda mineral 10g/planta)	277.50	4	18.76	A	B
T2 (Enmienda mineral 20g/planta)	268.25	4	18.76	A	B
T5 (Fertilizante químico 8-20-20 20g/planta)	256.25	4	18.76	A	B
T4 (Fertilizante químico 8-20-20 10g/planta)	232.50	4	18.76	A	B
T7 (Testigo arena 50% + tierra 50%)	182.25	4	18.76	B	

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

4.1.4 Peso seco

En el peso seco (g) se realizó el ANOVA. La Tabla 13 reporta que en el primero y segundo ciclo detecta variación significativa entre tratamientos, sin embargo, no hay diferencias significativas para el tercer ciclo. Por ende, para el primer y segundo ciclo se realizó el test de Tukey al 5% debido a la presencia de significancia.

Tabla 13. ANOVA peso seco (g) en los 3 ciclos.

	GL	P- valor Ciclo I	P- valor Ciclo II	P- valor Ciclo III
Tratamientos	6	0,0088**	0,0005***	0,1357
Error	18			
Total	27			
Media (g)		45,28	56,50	54,57
C.V (%)		12,21	13,57	14,27

Leyenda: ddt= días después del trasplante; ns= no significativo; *= significativo; **= muy significativo; ***= altamente significativo.

La diferencia entre tratamientos para el peso seco (g) fue determinada mediante el método Tukey al 5% se encuentran descritos en la Tabla 14, donde el tratamientos T3 (enmienda mineral 30g/planta), T6 (fertilizante químico 30g/planta), T4 (fertilizante químico 10g/planta), T2 (enmienda mineral 20g/planta), T5 (fertilizante químico 20g/planta) y T1 (enmienda mineral 10g/planta), no existe una diferencia, pero también en el T4 (fertilizante químico 10g/planta), T2 (enmienda mineral 10g /planta), T5 (fertilizante químico 20g/planta), T1 (enmienda mineral 10g/planta) y T7 (arena 50% + tierra 50%), no han presentado diferencias, no obstante, el T3 (enmienda mineral 30g/planta) y T6 (fertilizante químico 30g/planta) difieren del tratamiento T7 (50% arena + 50% tierra) siendo el mejor el T3 (enmienda mineral 30g/planta) con una media de 46,44 en peso seco.

Tabla 14. Prueba Tukey 5%, peso seco (g) primer ciclo.

Tratamientos	Media (gr)	N	E.E	Grupos	
T3 (Enmienda mineral 30g/planta)	46.44	4	8.33	A	
T6 (Fertilizante químico 8-20-20 30g/planta)	46.08	4	8.33	A	
T4 (Fertilizante químico 8-20-20 10g/planta)	45.29	4	8.33	A	B
T2 (Enmienda mineral 20g/planta)	45.28	4	8.33	A	B
T5 (Fertilizante químico 8-20-20 20g/planta)	45.16	4	8.33	A	B
T1 (Enmienda mineral 10g/planta)	45.05	4	8.33	A	B
T7 (Arena 50% + tierra 50%)	44.5	4	8.33	B	

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

Tabla 15, para peso seco en (g) se observa que en el segundo ciclo los tratamientos T3 (enmienda mineral 30g/planta), T6 (fertilizante químico 30g/planta), T2 (enmienda mineral 20g/planta), T5 (fertilizante químico 20g/planta), T1 (enmienda mineral 10g/planta), T4 (fertilizante químico 10g/planta), no se muestra diferencias significativas, por lo que también el T2 (enmienda mineral 20g/planta), T5 (fertilizante químico 20g/planta), T1 (enmienda mineral 10g/planta), T4 (fertilizante químico 10g/planta) y T7 (arena 50% + tierra 50%) no se encontró diferencias significativas, por lo que el tratamiento T3 (enmienda mineral 30g/planta) y T6 (fertilizante químico 30g/planta) difieren del tratamiento T7 (arena 50% + tierra 50%), siendo el mejor el T3 (enmienda mineral 30g/planta) con una media de 57,87 g.

Tabla 15. Prueba Tukey 5% peso seco (g) segundo ciclo.

Tratamientos	Media (gr)	N	E.E	Grupos	
T3 (Enmienda mineral 30g/ planta)	57.87	4	5.44	A	
T6 (Fertilizante químico 30g/planta)	57.85	4	5.44	A	
T2 (Enmienda minera 20g/planta)	56.51	4	5.44	A	B
T5 (Fertilizante químico 8-20-20 20g/planta)	56.5	4	5.44	A	B
T1 (Enmienda mineral 10g/planta)	56.5	4	5.44	A	B
T4 (Fertilizante químico 20g/planta)	56.1	4	5.44	A	B
T7 (Testigo arena 50% + tierra 50%)	54.49	4	5.44	B	

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

4.1.5 Porcentaje rendimiento de peso seco

En el porcentaje de rendimiento de peso seco se realizó el ANOVA. La Tabla 16 reporta que en el primero, segundo y tercer ciclo detecta variación significativa entre tratamientos. Por ende, para el primer, segundo y tercer ciclo se realizó el test de Tukey al 5% debido a la presencia de significancia.

Tabla 16. ANOVA porcentaje de rendimiento peso seco en tres ciclos.

	GL	P- valor Ciclo I	P- valor Ciclo II	P- valor Ciclo III
Tratamientos	6	0,0072**	0,0067**	0,0087**
Error	18			
Total	27			
Media (%)		10,55	17,81	17,12
C.V (%)		13,21	16,93	12,30

Leyenda: ddt= días después del trasplante; ns= no significativo; *= significativo; **= muy significativo; ***= altamente significativo.

La diferencia entre tratamientos para el porcentaje de rendimiento de peso seco fue determinada mediante el método Tukey al 5% se encuentran descritos en la Tabla 17, donde el tratamientos T3 (enmienda mineral 30g/planta), T2 (enmienda mineral 20g/planta), T1 (enmienda mineral 10g/planta), T5 (fertilizante químico 20g/planta), T4 (fertilizante químico 10g/planta) y T6 (fertilizante químico 30g/planta) no existe una diferencia, pero también en el T5 (fertilizante químico 20g/planta), T4(fertilizante químico 10g/planta), T6 (fertilizante químico 30g/planta) y T7 (arena 50% + tierra 50%), tampoco han presentado diferencias, no obstante, el T3 (50 % arena +50% tierra), T2 (enmienda mineral 10g/planta) y T1 (enmienda mineral 10g/planta) difieren del tratamiento T7 (50% arena + 50% tierra) siendo el mejor el T3 (enmienda mineral 30g/planta) con una media de 11,49 %.

Tabla 17. Prueba Tukey 5% del porcentaje de rendimiento de peso seco primer ciclo

Tratamientos	Media (%)	N	E.E	Grupos
T3 (Enmienda mineral 30g/planta)	11,49	4	0,68	A
T2 (Enmienda mineral 20g/planta)	11,28	4	0,68	A
T1 (Enmienda mineral 10g/planta)	11,17	4	0,68	A
T5 (Fertilizante químico 8-20-20 20g/planta)	10,55	4	0,68	A B
T4 (Fertilizante químico 8-20-20 10g/planta)	10,25	4	0,68	A B
T6 (Fertilizante químico 8-20-20 30g/planta)	10,25	4	0,68	A B
T7 (Arena 50% + tierra 50%)	9,87	4	0,68	B

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

La diferencia entre tratamientos para el porcentaje de rendimiento de peso seco en el segundo ciclo fue determinada mediante el método Tukey al 5% se encuentran descritos en la Tabla 18, donde el tratamientos T3 (enmienda mineral 30g/planta), T6 (fertilizante químico 30g/planta), T1 (enmienda mineral 10g/planta), T2 (enmienda mineral 20g/planta), T5 (fertilizante químico 20g/planta) y T4 (fertilizante químico 10g/planta), no se encontraron diferencias significativas, como también el T5 (fertilizante químico 20g/planta), T4 (fertilizante químico 10g/planta) y T7 (50% arena + 50% tierra) no existe una diferencia, pero también en el T3 (enmienda mineral

30g/planta), T6 (fertilizante químico 30g/planta), T1 (enmienda mineral 10g/planta) difieren del tratamiento T7 (50% arena + 50% tierra) siendo el mejor el T3 (enmienda mineral 30g/planta) con una media de 19,66 %.

Tabla 18. Prueba Tukey 5% del porcentaje de rendimiento de peso seco segundo ciclo

Tratamientos	Media (%)	N	E.E	Grupos	
T3 (Enmienda mineral 30g/planta)	19,66	4	1,42	A	
T6 (Fertilizante químico 8-20-20 30g/planta)	18,28	4	1,42	A	
T1 (Enmienda mineral 10g/planta)	18,13	4	1,42	A	
T2 (Enmienda mineral 20g/planta)	17,81	4	1,42	A	
T5 (Fertilizante químico 8-20-20 20g/planta)	17,57	4	1,42	A	B
T4 (Fertilizante químico 8-20-20 10g/planta)	15,14	4	1,42	A	B
T7 (Arena 50% + tierra 50%)	10,99	4	1,42	B	

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

La diferencia entre tratamientos para el porcentaje de rendimiento de peso seco fue determinada mediante el método Tukey al 5% se encuentran descritos en la Tabla 19, donde el tratamientos T3 (enmienda mineral 30g/planta), T6 (fertilizante químico 30g/planta), T5 (fertilizante químico 20g/planta), T2 (enmienda mineral 20g/planta), T1 (enmienda mineral 10g/planta) no existe una diferencia, pero también en el T5 (fertilizante químico 20g/planta), T2 (enmienda mineral 20g/planta), T7 (arena 50% + tierra 50%), T1 (enmienda mineral 10g/planta) y T4 (fertilizante químico 10g/planta) tampoco han presentado diferencias, no obstante, el T3 (50 % arena +50% tierra), T6 (fertilizante químico 30g/planta) difieren del tratamiento T4 (fertilizante químico 10g/planta) siendo el mejor el T3 (enmienda mineral 30g/planta) con una media de 22,35 %.

Tabla 19. Prueba Tukey 5% del porcentaje de rendimiento de peso seco tercer ciclo

Tratamientos	Media (%)	N	E.E	Grupos	
T3 (Enmienda mineral 30g/planta)	22,35	4	2,54	A	
T6 (Fertilizante químico 8-20-20 30g/planta)	20,87	4	2,54	A	
T5 (Fertilizante químico 8-20-20 20g/planta)	18,53	4	2,54	A	B
T2 (Enmienda mineral 20g/planta)	17,12	4	2,54	A	B
T7 (Arena 50% + tierra 50%)	16,52	4	2,54	A	B
T1 (Enmienda mineral 10g/planta)	15,33	4	2,54	A	B
T4 (Fertilizante químico 8-20-20 10g/planta)	12,90	4	2,54	B	

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

4.1.6 Relación costo – beneficio

Análisis de la relación costos –beneficio se presenta en la Tabla 16, de todos los tratamientos. Entre los factores evaluados se incluyeron, la producción anual estimada, el rendimiento expresado en kg/ha, los costos unitarios por hectárea y precio de mercado del producto (30 USD/kg). Con base a estos parámetros se determinó la rentabilidad para los años 2025 y 2026.

Ningún tratamiento es rentable para el 2025, ya que presentaron relaciones costo – beneficio negativos, demostrando que ninguno logro compensar los costos productivos. La respuesta obtenida se vincula con la alta inversión inicial realizada al invernadero. El tratamiento T8 (50% tierra + 50% arena) presento el valor más bajo con (-0,56) por lo que no logro generar ingresos suficientes para poder compensar los costos de producción. Los tratamientos T6 y T3 registraron la menor pérdida económica, ambos con el valor de (-0,39).

Para el año 2026, mostro valores positivos en todos los tratamientos, indicando un mayor retorno económico. El T6 resalto nuevamente con un valor de 1,63, generando un beneficio de \$1,63 por cada dólar invertido. Por lo que el T6 fuel el más rentable en ambos periodos evaluados, en contraste con el T8 que obtuvo los resultados económicos más bajos en ambos años.

Si bien el tratamiento T3 fuel el mejor en rendimiento pero no resulto ser el más rentable económicamente. En cambio, el T6 mostro la relación costo –beneficio más alta, por lo cual, a pesar de presentar un rendimiento un poco bajo, es más rentable económicamente. Y en el testigo al no aplicar ningún fertilizante, se obtiene resultados económicos perjudiciales.

Tabla 20. Relación costo-beneficio a 30USD kg⁻¹ de orégano seco

Tratamiento	Enmienda mineral y fertilización química	Costo de producción Ha⁻¹	Rendimiento kgHa⁻¹año⁻¹	Precio de Venta 30 USDkg⁻¹	Costo Beneficio Directo 2025	Costo Beneficio Directo 2026
T3	Enmienda mineral 30g/planta	61475.0	1462.5	43875.0	-0.28	1.63
T2	Enmienda mineral 20g/planta	59975.0	1312.5	39375.0	-0.34	0.91
T6	Fertilizante químico 30g/planta	61475.0	1311.0	39330.0	-0.36	0.78
T4	Fertilizante químico 10g/planta	59675.0	1162.5	34875.0	-0.42	0.41
T5	Fertilizante químico 20g/planta	60575.0	1127.5	33825.0	-0.44	0.26
T1	Enmienda mineral 10g/planta	59375.0	1050.0	31500.0	-0.47	0.13
T7	Testigo 50% tierra + 50% arena	58775.0	862.5	25875.0	-0.56	-0.21

4.2. DISCUSIÓN

La altura de planta registro diferencias significativas a los 60 días del tercer ciclo reproductivo, por lo que el tratamiento T3 (enmienda mineral 30g/planta) mostro mayor altura con 10.88 cm, mientras que el T1 (enmienda mineral 10g/planta) presento la menor altura con 7.94 cm.

Esta respuesta está relacionada a que durante esta etapa, el cultivo presenta mayor desarrollo radicular y un incremento en la demanda nutricional, permitiendo aprovechar con mayor eficiencia los nutrientes liberados por las enmiendas minerales. Lo que concuerda con Gómez (2015) indica que, el orégano en vivero no responde de forma inmediata a la fertilización aplicada. Esto sugiere un tiempo de adaptación, tras el cual los tratamientos nutricionales empiezan a generar diferencias en la altura por su crecimiento vigoroso. De la misma forma, Maschner (2012) manifiesta que la nutrición mineral no produce efectos inmediatos siempre, ya que va estar relacionada con la formación del sistema de raíces bajo la liberación progresiva de los nutrientes.

Respecto al diámetro foliar, no registro diferencias significativas en ningún ciclo, este comportamiento podría relacionarse a que los nutrientes ya se encuentran en niveles adecuados por lo que las plantas no muestran diferencias a las distintas aplicaciones de fertilización ya que sus requerimientos fisiológicos y nutricionales ya están recubiertos. Además al estar el experimento bajo invernadero sus condiciones son controladas como el manejo de riego, humedad y temperatura, haciendo un desarrollo más homogéneo de las plantas (Pal et al., 2009).

En cuanto al peso fresco, en los dos primeros ciclos de producción se encontraron diferencias significativas, especialmente el tratamiento T3 (enmienda mineral 30g/planta) mostro el mayor rendimiento con promedio de 340g y 302,50g, respectivamente y el testigo T7 (suelo +arena) presento el menor valor con 237,25g y 182.25 g en ambos cortes.

Estos resultados demuestran que la aplicación de enmiendas minerales favorece significativamente la acumulación de la biomasa fresca. Asimismo, coincide con lo señalado por Rodríguez (2024) indica que un aumento en la dosis de enmiendas minerales incrementa la disponibilidad de nutrientes esenciales entre ellos silicio, fosforo y calcio, claves para el desarrollo del cultivo.

También, Ayala (2024) al encontrar que la combinación de humus de lombriz con arena en conjunto con la aplicación del 25% de biol, mejoraron significativamente la producción de biomasa, a causa de una elevada disponibilidad nutricional al utilizar fuentes minerales balanceadas.

En el tercer ciclo no se encontraron diferencias significativas, por lo que puede estar relacionada con la viabilidad de captar nutrientes, la adaptación gradual del orégano al entorno protegido. De igual forma, con las condiciones ambientales y la interacción de características fisicoquímicas del suelo. Por ende, los resultados demuestran que las enmiendas minerales en dosis alta, mejoran el desarrollo vegetativo del cultivo bajo condiciones de invernadero.

Para las variables peso seco, en el primero y segundo ciclo se encontraron diferencias significativas, siendo el T3 (30g/planta) con un rendimiento de 46.44 g y 57.87 g y con menor valor el tratamiento T7 (50% tierra + 50% arena) con 44,50 y 54,49 g. Este comportamiento puede explicarse por el efecto positivo de las enmiendas minerales en la liberación temprana de los nutrientes esenciales y en mejorar las propiedades físicas del sustrato, lo que contribuye a un incremento en la biomasa vegetal. Gómez (2015), reporta que un suministro de nutrición mineral en etapas tempranas, maximiza el crecimiento, ya que al mejorar la absorción y el transporte de nutrientes, se obtiene una mayor acumulación de materia seca.

Para la variable porcentaje de rendimiento de peso seco, se encontraron diferencias significativas en los tres ciclos, lo que indica que los tratamientos influyeron en la proporción de biomasa seca acumulada por el cultivo. Este comportamiento sugiere que, aunque en algunos casos el peso seco absoluto no presentó diferencias en el tercer ciclo, la relación entre el peso fresco y seco sí evidenció variaciones importantes entre tratamientos.

Este resultado puede atribuirse a la eficiencia en la acumulación de materia seca, la cual depende de procesos fisiológicos como la fotosíntesis, la absorción de nutrientes y la regulación hídrica. En este sentido, tratamientos que favorecen una mejor estructura del suelo y disponibilidad de nutrientes permiten una mayor conversión de biomasa fresca en biomasa seca.

De acuerdo con Taiz & Zeiger (2010) la acumulación de materia seca está directamente relacionada con la actividad fotosintética y la eficiencia en el uso de los recursos, lo que influye en el rendimiento de los cultivos.

Sin embargo, se discrepa con Quiroz (2026) mientras en que su investigación no se presentó diferencias significativas en ningún ciclo, en cambio en el presente estudio se evidenciaron diferencias estadísticas significativas, en los dos primeros ciclos. Esta diferencia sugiere que la enmienda mineral a una dosis de 30g/planta posee un potencial de respuesta inmediata superior a los insumos evaluados por el autor citado.

Los resultados de la relación costo –beneficio presentaron diferencias entre tratamientos al comparar el año 2025 y la proyección para el 2026. En él año 2025, se registró balance económico desfavorable en todos los tratamientos, causado por la inversión alta de instalación y el mantenimiento de invernadero. Aunque, el tratamiento T3 (enmienda mineral 30g/planta) presento la menor pérdida económica con (-0,28) a diferencia con el tratamiento T7(50% tierra + 50% arena) con un resultado desfavorable (-0,56).

Para el 2026, hay un cambio favorable, dado que casi todos los tratamientos presentan relación costo –beneficio positivos, reflejando mayor rentabilidad tras la inversión en el primer año, el tratamiento T3 nuevamente sobresale como una opción rentable, registrando un valor de \$1,63, este indicador refleja que por cada dólar invertido hay ganancia de \$1,63. Estos resultados coinciden con Rodríguez (2024) quien afirma que la producción de orégano bajo invernadero requiere elevados costos de inversión en el primer año, pero para los años posteriores hay mejoras. Este estudio demuestra que los resultados agronómicos esta relacionando con el uso de enmiendas minerales y para resultados económicos el uso de fertilizantes químicos. Por otra parte la comparación con el tratamiento T7 que es el testigo evidencia que la falta de fertilizantes, afecta negativamente el desarrollo del cultivo y disminuye la rentabilidad del sistema. Por ende, la aplicación de fertilizantes equilibrados es fundamental para potenciar el rendimiento sostenible del cultivo de orégano en invernadero.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Se determina que las enmiendas minerales contribuyen a un mayor desarrollo vegetativo del orégano, destacándose en altura de la planta, peso fresco, seco y porcentaje de rendimiento de peso seco, mientras que el uso de fertilizantes químicos no mostro efectos positivos en estas variables. El tratamiento con mejor desempeño agronómico fue el T3 (enmienda mineral 30g/planta) presentando mayor crecimiento y rendimiento.
- En el diámetro foliar, no se evidenciaron diferencias significativas, debido a que el tamaño foliar del orégano está regulado por mecanismos genéticos y fisiológicos, mientras que la fertilización afecta principalmente la ramificación, elongación del tallo y cantidad de hojas. Por ello, el aumento de biomasa es por la mayor cantidad de tejido vegetal y no por el incremento de hojas más grandes.
- Desde la perspectiva económica, el análisis costo –beneficio mostro que desde el segundo año, casi todos los tratamientos generaron rentabilidad positiva, especialmente el T3 (enmienda mineral 30g/planta) registro el mayor desempeño económico con \$ 1,63 por cada dólar invertido.

5.2. RECOMENDACIONES

- Usar enmiendas minerales como alternativa en el manejo nutricional sostenible, debido a que las enmiendas disminuyen la dependencia de fertilizantes químicos, ayudan a aumentar la absorción de nutrientes e incrementar la productividad.
- Difundir entre los productores agrícolas acerca de los beneficios del uso de enmiendas minerales en el cultivo de orégano, como una estrategia para producir plantas sanas, mejorar el desarrollo y minimizar el exceso fertilizantes químicos, promoviendo de esta manera una producción más segura para el consumidor.

- Se recomienda priorizar el uso de enmiendas minerales en dosis de 30g siendo la opción más rentable, lo que implica que por cada dólar invertido hay rentabilidad de \$ 1.63. Posicionándose como una alternativa hacia el productor ya que no solo favorece la productividad sino que también la rentabilidad.

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 <https://www.freshplaza.es/article/9497238/brasil-fue-el-principal-destino-del-oregano-peruano-en-2022-con-una-participacion-del-38/>
- Agripac. (2020). Mezcla 8-20-20. Obtenido de <https://agripac.com.ec/productos/com-8-20-20-compuesto-8-n-20-p-20-k/>
- 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., & Osorio, W. (2014). Silicio agronómicamente esencial (No. DC-0483). aniones sobre zeolitas sintéticas modificadas con surfactantes.
- Arcila, C., Loarca, G., Lecona, S., & González, E. (2004). El orégano: propiedades, composición y actividad biológica de sus componentes. *54(1)*. Obtenido de https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222004000100015
- Árvalo, G., & Castellano, M. (2009). Manual Fertilizantes y Enmiendas. Obtenido de https://www.se.gob.hn/media/files/media/Modulo_6_Manual_Fertilizantes_y_Enmiendas..pdf
- Armaz. (enero de 2019). Armaz. Obtenido de Fertilizante NPK:. Obtenido de <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, D. (2024). "Evaluación de sustratos y biol producido en el Centro Experimental San Francisco - UPEC en el cultivo de orégano (*Origanum vulgare*), Huaca – Ecuador. Obtenido de <https://repositorio.upec.edu.ec/handle/123456789/2648>

Azizi. (2009). Effect of different levels of nitrogen and phosphorus fertilizers on flower yield and essential oil content of Oregano.

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

Bunch, T. R., Bond, C., K, B., & Stone, D. (2013). Información sobre la tierra de diatomeas. Obtenido de <https://npic.orst.edu/factsheets/degen.es.html>

Carlosama, F. (2017). Rendimiento agronómico del cultivo de orégano (*Origanum vulgare* L.), mediante la fertilización orgánica con tres tipos de bioles, en el cantón Montufar, provincia del Carchi. Obtenido de <https://dspace.utb.edu.ec/items/00b106ff-872b-405d-bff3-db2abec0090d>

Castro, L. N., & Melgar, R. (2018). Rocas fosfóricas. Minerales para la agricultura de fosfatos sobre el desarrollo de plántulas de café. *Agronomía Mesoamericana*. Obtenido de <https://www.scielo.sa.cr/pdf/am/v28n1/43748637011.pdf>

Cervoni, B. (2025). Todo lo que necesitas saber sobre el orégano. Obtenido de <https://www.verywellhealth.com/oregano-8412166>

Cisneros, C., Sánchez, M., & Menjivar, J. (2017). Efecto de bacterias solubilizadoras .

Domínguez, F. E. (2019). Implementación Del Programa De Buenas Prácticas Agrícolas, En La Producción De Tomate De Mesa Bajo Cubierta Con 12 Productores En El Municipio De Balboa Cauca (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Abierta).

Fertisa. (2020). 8-20-20 Fertilizante mezcla. Obtenido de <https://dev.fertisa.com/producto/8-20-20-fertilizante-mezcla/fosfatos-sedimentarios>, mediante correlación de condiciones genéticas y técnicas de beneficio mineral.

Futureco. (2024). Beneficios del silicio en la plantas para la producción de exportación. Obtenido de <https://www.futurecobioscience.com/el-silicio-en-las-plantas/>

García, D. F. (2018). Manual Técnico de cultivo ecológico de orégano (*Origanum* sp. L.). Obtenido de <https://louvaincooperation.org/sites/default/files/2019-10/81-MANUAL%20T%C3%89CNICO%20DE%20CULTIVO%20ECOL%C3%93GICO%20DE%20OR%C3%89GANO.pdf>

Gómez, J. (2015). Sustratos y nutrición para la producción de orégano en vivero. Obtenido de http://colposdigital.colpos.mx:8080/jspui/bitstream/handle/10521/2682/Gomez_Garcia_J_MC_Edafologia_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- González, R. (2024). Enmiendas minerales: ¿ Qué son y cómo mejoran tus cultivos? Obtenido de <https://agroenlace.co/enmiendas-minerales-tipos-usos-y-ventajas/>
- Goya, F., & Alvarez, M. (2018). Proyecto para la exportación del orégano al mercado de Brasil y Estados Unidos. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/1091/1/2145.pdf>
- Javier, V. L. (2025). "EFECTO DE ENMIENDA MINERAL DE CALCIO CON APLICACIONES EDÁFICAS Y FOLIARES EN LA PRODUCCIÓN DE MAIZ (*Zea mays* L.) EN EL CANTÓN VALENCIA". Obtenido de <https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/4a9fe3eb-0690-4f10-bb18-52d95e7c4b06/content>
- Jiménez, L. A. (2021). Manejo agronómico del cultivo de orégano (*Origanum vulgare*) y sus procesos agroindustriales. Obtenido de <https://dspace.utb.edu.ec/server/api/core/bitstreams/0274a26d-f9ed-42ab-aec5-7e2f66cb937c/content>
- 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-api.istmas.edu.ec/server/api/core/bitstreams/9f6dd414-84bb-4f44-9e4b-6e4e9086e899/content>
- La Colina. (2021). ¿Qué beneficios aporta la zeolita en la agricultura?. Obtenido de <https://lacolina.com.ec/que-beneficios-aporta-la-zeolita-en-la-agricultura-ecuador-lacolina/>
- LAVANGUARDIA. (2022). No te pierdas todos los usos del orégano además de dar sabor a las pizzas. Obtenido de <https://www.lavanguardia.com/comer/materia-prima/20211227/1946/oregano-propiedades-beneficios-valor-nutricional.html>
- Marcillo, L. (2023). APLICACIÓN DE ENMIENDAS MINERALES EN SUELOS SALINOS PARA EL MEJORAMIENTO PRODUCTIVO DEL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa*), CANTÓN DAULE. Obtenido de <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/MARCILLO%20GONZALEZ%20LADY%20LIS%20SETTE.pdf>
- Martinengo, A. (2022). Cuáles son los beneficios del orégano y su valor nutricional. Obtenido de <https://republica.com/vive-guatemala/cuales-son-los-beneficios-del-oregano-y-su-valor-nutricional-2022123112150>
- Menéndez, J. (26 de 02 de 2007). *Origanum vulgare* L. Obtenido de https://www.asturnatura.com/especie/origanumvulgare?expand_article=1

- Morante, 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 <https://louvaincooperation.org/sites/default/files/2019-10/81-MANUAL%20T%C3%89CNICO%20DE%20CULTIVO%20ECOL%C3%93GICO%20DE>
- Mycsain. (2022). Roca fosfórica. Obtenido de <https://www.mycsainc.com/roca-fosforica>
- Nortes, S. (13 de Julio de 2023). Descubre todo sobre el orégano: origen, cultivo y propiedades y beneficios para la salud. Obtenido de <https://especiaseexplorador.com/descubre-todo-sobre-el-oregano-origen-cultivo-y-propiedades-y-beneficios-para-la-salud/>
- Núñez, M. S., & Villarreal-Nuñez, J. E. (2015). Influencia de zeolita y roca fosfórica. Obtenido de <http://www.revistacienciaagropecuaria.ac.pa/index.php/ciencia-agropecuaria/article/view/122>
- 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*, 5, 41-61. doi:<https://doi.org/10.32645/26028131.923>
- Piña, D., & Aurora, B. (2013). Identificación de variables para toma de decisiones en. Puca, E. F. (2021). Caracterización morfo-fenológica de cuatro accesiones de orégano cultivadas bajo invernadero. Obtenido de <http://dspace.otalca.cl/handle/1950/12532>
- Pulido, I. D. (octubre18 de 2018). YARA. Obtenido de Mezclas físicas vs complejos químicos. Obtenido de <https://www.yara.com.mx/noticias-y-eventos/noticiasmexico/mezclas-fisicas-vs-complejos-quimicos/>
- Quimis, C. (2024). Uso de fertilizantes químicos y su efecto en la degradación de suelos en cultivos de maíz en la finca del Peso de la parroquia El Anegado 2024. Obtenido de <https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/7388/1/Quimis%20Indacoc%20Carlos%20Alberto.pdf>
- Quiroz, C. (2026). Evaluación de enmiendas minerales más combinación de fertilización química en diferentes dosis para la producción de orégano (*Origanum vulgare*) bajo invernadero en la cantón Huaca - Carchi. Obtenido de <https://repositorio.upec.edu.ec/items/402fb1da-6adb-4add-90fd-c25804a5a6e4>
- Ramírez, R. (2011). Propiedades, físicas, químicas y biológicas de los suelos. Bogotá, Colombia : Produmedios.

- Rodríguez, D. (2024). Sustratos, Bioinsumos y Nutrición para la Producción de Orégano (*Origanum vulgare*) bajo Invernadero en Carchi - Ecuador. Obtenido de <https://repositorio.upec.edu.ec/items/87bc87b7-e0ff-43c4-8b31-e88521ef051d>
- Rojas, J. (2021). Influencia del tectosilicato-zeolita en la retención.
- Rosete, C. R., Castillo, J. A., González, C. A., & Santigo, G. A. (10 de 05 de 2019). Producción de biomasa, requerimiento nutrimental de nitrógeno, fósforo y y potasio, y concentración de la solución nutritiva en orégano. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1027-152X2019000100017&script=sci_arttext&tlng=es
- Salgado, A. (16 de 01 de 2017). Cultivo de orégano. Obtenido de <https://www.mundodeportivo.com/uncomo/hogar/articulo/como-cultivar-oregano>
- Sanchez, C. (17 de 02 de 2023). Pasos para cultivar orégano. Obtenido de <https://www.eltiempo.com/vida/tendencias/8-pasos-para-cultivar-la-planta-de-oregano-742950>
- Sánchez, E. A. (2013). Evaluación de biofertilizante en el cultivo de orégano (*Origanum vulgare* L.) en la Granja Experimental Querochaca. Obtenido de <http://repositorio.uta.edu.ec/>
- Saravia, A. (2017). Análisis de la actividad insecticida ecológica de tierra de diatomeas y su impacto en los insectos plaga de granos almacenados del valle. Obtenido de <https://repositorio.uap.edu.pe/xmlui/handle/20.500.12990/7538>
- Soca, M. N., & Núñez, J. E. (2016). Dosis de zeolita y fracciones .
- Suarez, P., & Tul, C. (2023). EVALUACIÓN ANTIMICROBIANA DEL ACEITE ESENCIAL DE ORÉGANO (*Origanum vulgare*) EN EMBUTIDOS ARTESANALES DE PORCINO FRENTE A *Escherichia coli*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/25502/1/TTQ1195.pdf>
- Tirado, E. (2024). El orégano, planta aromática. Obtenido de https://books.instituto-idema.org/sites/default/files/2024_05_18_21_59_47_etcarhhotmail.com_Planta_aromatica.pdf
- Valdivia, R. D. (2022). Desarrollo del mercado peruano de fertilizantes bajo un enfoque y sostenible.
- Varas, I. A. (2021). Efecto de la aplicación edáfica del silicio en el control de *Phytophthora capsici*, en el cultivo de pimiento (*Capsicum annum*). Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/items/02c55453-4a42-4260-afc7-af6dc3d54cb8>

- Velázquez-Chávez, L., Ortiz-Sánchez, I., & Simental, J. C. (25 de 1 de 2022). Influencia de la contaminación del agua y el suelo en el desarrollo agrícola nacional e internacional. *1*, 1-13. TIP Rev Esp Cienc Quim Biol.
- Verdecora. (2023). Uso de tierra de diatomeas. Obtenido de https://verdecora.es/blog/usos-tierra-diatomeas?srsId=AfmBOorNhn1YX6XNkJL3BGH5o1Z_YEEemKzZgQ3nFnzxO7uNX4JaCPuz
- Vidal, Y. H. (2021). Producción orgánica de Orégano (*Origanum vulgare* L.) para exportación por pequeños agricultores de Puquina, Moquegua. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12996/4990>
- Villavicencio, C., Molina, A., & Fernández, L. (2009). Estudio de la adsorción de y pasturas.
- Vizciano, T. B., Suárez, J. A., Illescas, L. A., & Vázquez, L. d. (5 de Junio de 2020). Vista de Diagnóstico de la situación actual de la producción y comercialización de la papa (*Solanum tuberosum* L.) en la Zona 1 del Ecuador. Obtenido de <https://revistas.tec.ac.cr/index.php/eagronegocios/article/view/5103/5286>

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: Cristóbal Páez-Peón Yessenia Alejandra	CÉDULA DE IDENTIDAD: 0401936653
PERIODO ACADÉMICO: 2026 A	DOCENTE TUTOR: PhD. Mora Guillerma Segunda Ramiro
PRESIDENTE TRIBUNAL: Msc. Carlos David Herrera Ramírez	DOCENTE TUTOR: PhD. Mora Guillerma Segunda Ramiro
DOCENTE: Msc. Guillermo Alexander Jácome Sarchi	
TEMA DEL TIC: "Evaluación de enmiendas minerales y fertilización química en diferentes dosis para la producción de orégano (<i>Origanum vulgare</i>) bajo invernadero en el Centro Experimental San Francisco Huaca, Ecuador"	

No.	CATEGORÍA	Evaluación cuantitativa	OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES
1	INTRODUCCIÓN - OBJETIVOS	7.00	Mejorar la redacción del primer objetivo específico
2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	7.00	Definir la función, composición y concentraciones de las enmiendas minerales utilizadas
3	METODOLOGÍA	7.00	
4	RESULTADOS	7.00	Ajustar los Anovas colocando las unidades que correspondan y revisar la coherencia de los datos y la información
5	DISCUSIÓN	7.00	
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	7.00	
7	DEFENSA, ARGUMENTACIÓN Y VOCABULARIO PROFESIONAL	7.00	Argumentar la defensa de la investigación con vocabulario técnico
8	FORMATO, ORGANIZACIÓN Y CALIDAD DE LA INFORMACIÓN	7.00	Ajustar al formato establecido

Obtuvo una nota de: **7.00** 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, firmamos en la ciudad de Tulcán el 25/3/2026



Msc. Carlos David Herrera Ramírez
PRESIDENTE TRIBUNAL



PhD. Mora Guillerma Segunda Ramiro
DOCENTE TUTOR



Msc. Guillermo Alexander Jácome Sarchi

Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI FOREIGN AND
NATIVE LANGUAGES CENTER

ABSTRACT- EVALUATION SHEET				
NAME: Yesenia Alexandra Chitán Piarpuezàn				
DATE: Lunes, 6 de abril de 2026				
Topic: "Evaluation of mineral amendments and chemical fertilization at different doses for the production of oregano (<i>Origanum vulgare</i>) under greenhouse conditions at the San Francisco Experimental Center, Huaca-Ecuador".				
MARKS AWARDED		QUANTITATIVE AND QUALITATIVE		
VOCABULARY AND WORD USE	Use new learnt vocabulary and precise words related to the topic EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	Use a little new vocabulary and some appropriate words related to the topic GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	Use basic vocabulary and simplistic words related to the topic AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	Limited vocabulary and inadequate words related to the topic LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
WRITING COHESION	Clear and logical progression of ideas and supporting paragraphs. De	Adequate progression of ideas and supporting paragraphs.	Some progression of ideas and supporting paragraphs.	Inadequate ideas and supporting paragraphs.
	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: Yesenia Alexandra Chitán Piarpuezán

Fecha de recepción del abstract: Jueves, 02 de abril de 2026

Fecha de entrega del informe: Lunes, 06 de abril de 2026

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 CIDEN

Anexo 3. Costos de producción en una hectárea

COSTOS DE PRODUCCIÓN POR HECTÁREA				
CULTIVO: ORÉGANO		SISTEMA: SEMITECNIFICADO		
LOCALIZACIÓN: HUACA CARCHI				
RESPONSABLE: YESENIA CHITÁN				
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	\$ 1,200.00
SEMILLA				
Plantúlas de orégano	45000	unidad	0,15	\$ 6,750.00
TRATAMIENTOS				
ENMIENDAS MINERALES Y FERTILIZACIÓN QUÍMICA				
Delanya	444	kg	0,6	\$ 266.40
Fertilizante 8-20-20	444	kg	0,9	\$ 399.60
			Subtotal	\$ 666.00
FITOSANITARIOS				
Insecticida Kmelot	300	g	7,40	\$ 22.20
Vítafol	1600	g	0,9	\$ 8.90
Trichitic	2	L	15	\$ 30.00
			Subtotal	\$ 61.10
MAQUINARIAS/EQUIPOS/MATERIALES				
Análisis de suelo	1	Análisis	40,00	\$ 40.00
Invernadero (1ha)	1	Invernadero	40000,00	\$ 40,000.00
			Subtotal	\$ 40,040.00
POSCOSECHA				
Cubetas	10	cubetas	20	\$ 200.00
Empaques	5000	kg	0,2	\$ 1,000.00
Transporte	4000	kg	0,1	\$ 400.00
			Subtotal	\$ 1,600.00
I SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS				\$ 50,317.10
II SUBTOTAL COSTOS INDIRECTOS				
Administración / asistencia técnica (10%)				\$ 5,031.66
TOTAL, COSTOS DE PRODUCCIÓN (\$/HA)				\$ 55,348.76

Anexo 4. Evidencias del ensayo



Figura 6. Implementación de la investigación



Figura 7. Aplicación de tratamientos



Figura 8. Control de malezas.



Figura 9. Toma de datos y cosecha.



Figura 10. Orégano seco.

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



WWW.DELANYACORP.COM

Código: DR-001-DP

FICHA TÉCNICA DATOS DEL PRODUCTO:

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

Fórmula: X(YO₂)_n.mH₂O
 Con X: Na, Ca, Ba, Sr, K,
 Mg, Li Y: Si, Al
 + (CaSiO₃) + (CaCO₃) + Ca₃(PO₄)₂(OH) + (SiO₂ + Al₂O₃+CaO+Fe₂O₃ + K₂O + Na₂O + TiO₂) + Mg

CARGA MINERAL		
Nutriente		Concentración
Zeolita X(YO ₂) _n .mH ₂ O		20.00%
Silicio (CaSiO ₃)		20.00%
Calcio (CaCO ₃)		20.00%
Roca Fosfórica Ca ₃ (PO ₄) ₂ (OH)		19.99%
Tierra de Diatomeas		20.00%
Magnesio		00.01%

(80) 09 9884 5801
 delanya.org@gmail.com
 fertilizantedelanya
 Fertilizante del Futuro Delanya
 Fertilizante Delanya
 @DelanyaMineral

PROPIEDADES FÍSICO – QUÍMICAS

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