

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE AGROPECUARIA

Tema: “Efecto de la aplicación edáfica de Silicio y Magnesio en el desarrollo del cultivo de col morada “*Brassica oleracea var. capitata f. rubra*” en el cantón Tulcán”

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

AUTORA: Tabango Guerrero Talia Lizbeth

TUTOR: Ing. Ortiz Tirado Paul Santiago, MSc.

Tulcán, 2023.

CERTIFICADO DEL TUTOR

Certifico que la estudiante(s) Tabango Guerrero Talia Lizbeth con el número de cédula 1004856082 ha desarrollado el Trabajo de Integración Curricular: "Efecto de la aplicación edáfica de Silicio y Magnesio en el desarrollo del cultivo de col morada "Brassica oleracea var. capitata f. rubra" en el cantón Tulcán".

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de la Unidad de Integración Curricular, Titulación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizo la presentación de la sustentación para la calificación respectiva.

Ing. Ortiz Tirado Paul Santiago, MSc.

TUTOR

Tulcán, diciembre de 2023

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, Tabango Guerrero Talia Lizbeth con cédula de identidad número 1004856082 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, reading 'Talia Lizbeth Tabango Guerrero', written over a horizontal line.


Tabango Guerrero Talia Lizbeth

AUTORA

Tulcán, diciembre de 2023

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Yo Tabango Guerrero Talia Lizbeth declaro ser autor de los criterios emitidos en el Trabajo de Integración Curricular: "Efecto de la aplicación edáfica de Silicio y Magnesio en el desarrollo del cultivo de col morada "Brassica oleracea var. capitata f. rubra" en el cantón Tulcán" 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, reading "Talia Lizbeth Tabango Guerrero", written over a horizontal line.

Tabango Guerrero Talia Lizbeth

AUTORA

Tulcán, diciembre de 2023

AGRADECIMIENTO

A Dios, quien siempre me dio las fuerzas, paciencia y dedicación para lograr mi meta estudiantil.

A mi madre, Elena Guerrero por todo su apoyo incondicional, la que siempre creyó en mí, la que a través de sus sabios consejos siempre supo guiarme por el camino correcto.

A mi novio, Alexis Galarraga por siempre estar a mi lado y de apoyarme incondicionalmente que sin el nada fuera posible.

A mis hermanos, Stalin Tabango, Mirian Tabango y Patricio Tabango, los cuales me han enseñado que nunca hay que rendirse y siempre hay que mirar adelante para lograr cualquier meta que desee alcanzar.

A mi tutor, Paul Ortiz el cual, con su constante apoyo, sabiduría y sus valiosos conocimientos me han sabido guiar de la manera más apropiada en mi investigación.

A la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, por las oportunidades brindadas en mis estudios de pregrado y a toda la comunidad universitaria por sus valiosas enseñanzas.

“Familia no es quien lleva tu sangre,
Familias es quien comparte fragmentos de tu vida
Y los vuelve inolvidables.”

Talia Lizbeth Tabango Guerrero

DEDICATORIA

A Dios,
A mi Familia,

“No importa lo lento que vayas,
siempre y cuando no te detengas.”

Marta Guerri

ÍNDICE

RESUMEN	11
ABSTRACT	12
INTRODUCCIÓN	13
1. 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	22
2.2.1. EL cultivo de col morada	22
2.2.1.1. Importancia del cultivo	23
2.2.1.2. Taxonomía y morfología	23
2.2.1.3. Fenología del cultivo	24
2.2.1.4. Variedades comerciales	24
2.2.1.5. Requerimientos edafoclimáticos del cultivo	24
2.2.1.6. Manejo del cultivo	24
2.2.1.7. Labores culturales	25
2.2.1.8. Valor nutricional	26
2.2.1.9. Plagas.....	26
2.2.1.10. Enfermedades	28
2.2.2. Enmiendas minerales.....	29
2.2.2.1. Silicio en las plantas	29
2.2.2.2. Magnesio en las plantas.....	30
2.2.2.3. Silimagnum en las plantas	31
2.2.2.4. Gallinaza en las plantas	32
2.2.2.5. Químico "10-30-10"	33

III. METODOLOGÍA	35
3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO.....	35
3.1.1. Enfoque.....	35
3.1.2. Tipo de Investigación.....	35
3.2. IDEA A DEFENDER	35
3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	35
3.3.1. Definición de variables.....	35
3.3.2. Operacionalización de variables	36
3.4.1. Localización del experimento	37
3.4.2. Superficie del ensayo	38
3.4.3. Descripción y caracterización de la investigación	38
3.4.4. Características del ensayo.....	38
3.4.5. Tratamientos	38
3.4.6. Distribución de los tratamientos.....	39
3.4.7. Población y muestra	39
3.4.8. Métodos.....	40
3.4.8.1. Manejo de la investigación.....	40
3.4.8.2. Aplicación de tratamientos	40
3.5. VARIABLES EVALUADAS.....	41
3.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	41
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	43
4.1. RESULTADOS	43
4.1.1. Altura de la planta.....	43
4.1.2. Área foliar	44
4.1.3. Longitud de la hoja.....	45
4.1.4. Rendimiento	46
4.1.5. Análisis de costos de producción.....	47
4.2. DISCUSIÓN	48
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	50
5.1. CONCLUSIONES	50
5.2. RECOMENDACIONES.....	50
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía de la col.	23
Tabla 2. Composición nutricional en 100g de col.	26
Tabla 3. Operacionalización de variables independiente y dependiente.	36
Tabla 4. Características del ensayo.	38
Tabla 5. Descripción de tratamientos.	38
Tabla 6. Esquema del ANAVAR.	42
Tabla 7. Análisis de Varianza para altura de la panta.	43
Tabla 8. Prueba de Tukey al 5% para altura de la planta.	44
Tabla 9. Análisis de varianza para Área foliar en cm.	44
Tabla 10. Prueba de Tukey al 5% para el área foliar.	45
Tabla 11. Análisis de varianza para la variable longitud de la hoja.	45
Tabla 12. Prueba de Tukey al 5% para longitud de la hoja a los 90 y 120 ddt.	46
Tabla 13. Variable rendimiento a la cosecha.	46
Tabla 14. Prueba de Tukey al 5% para rendimiento a la cosecha.	47
Tabla 15. Relación costo- beneficio.	47
Tabla 16. Costo de producción del cultivo de col en una Ha sin tratamientos.	65
Tabla 17. Costo de producción del cultivo de col en 731 m ²	66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Larvas de la mosca de la col.	27
Figura 2. Gusano medidor falso	27
Figura 3. Mariposa de la col	28
Figura 4. Babosas en el cultivo de col.	28
Figura 5. Alternaria en el cultivo de col.	29
Figura 6. Ubicación de los cultivos en el Centro Experimental San Francisco.	37
Figura 7. Esquema de distribución de tratamientos.	39
Figura 8. Diseño de la parcela y ubicación de plantas evaluadas.	39
Figura 9. Preparación del terreno.	61
Figura 10. Micronutriente silicio.	61
Figura 11. Fertilizante Silimagnum.	61
Figura 12. Abono 10-30-10.	61
Figura 13. Fertilizante Magnesio.	62

Figura 14. Presencia de primera plaga en el cultivo.....	62
Figura 15. Gusano medidor falso.	62
Figura 16. Control fitosanitario.	62
Figura 17. Gusaphos.	62
Figura 18. Agronate.....	62
Figura 19. Dinastia.....	63
Figura 20. Shaman.	63
Figura 21. Aplicación de dosis.....	63
Figura 22. Mezcla del fertilizante.	63
Figura 23. Control de malezas.	63
Figura 24. Aporque.....	63
Figura 25. Toma la variable altura de la planta en cm.....	64
Figura 26. Longitud de la hoja en cm.....	64
Figura 27. Medición de altura.	64
Figura 28. Cosecha de la pella.	64
Figura 29. Pesaje de la pella en gramos.	64

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Acta de la sustentación de predefensa del TIC.....	58
Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas	59
Anexo 3. Evidencias de la investigación.....	61
Anexo 4. Costos de producción.	65

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la aplicación edáfica de silicio y magnesio en el desarrollo del cultivo de col morada "*Brassica oleracea var. capitata f. rubra*" en el cantón Tulcán. El diseño experimental fue de Bloques Completos al Azar (BCA), con siete tratamientos y cuatro repeticiones, los cuales consistieron en T1: silicio dosis baja 0.75 g/L, T2: silicio dosis alta 2.25 g/L, T3: magnesio dosis baja 1.5 g/L, T4: magnesio dosis alta 3 g/L, T5: silicio + magnesio dosis baja 60 g/L, T6: silicio + magnesio dosis alta 75 g/L) y T7 fertilización química de (10-30-10) 50 g por planta. las variables evaluadas fueron altura de la planta, área foliar, longitud de la hoja, rendimiento y análisis de costos de producción. Para el análisis estadístico se empleó el programa Statistix 8.0 y para la comparación de las medias se utilizó la prueba de Tukey $p < 0.05$. El análisis de resultados mostró que, el T7 (Químico) (10-30-10) presentó el rendimiento más alto con 56019 kg/ ha⁻¹. Demostrando que la fertilización química con formulación (10-30-10) en el cultivo de col morada actúa de manera muy eficaz aumentando su rendimiento, estimulando un adecuado desarrollo de la planta, y el tratamiento que registro un mejor costo beneficio fue el T3(magnesio dosis baja) con una rentabilidad de 3.14 dólares por cada dólar invertido.

Palabras Claves: Silicio, magnesio, rendimiento, desarrollo.

ABSTRACT

The objective of this research work was to evaluate the effect of the edaphic application of silicon and magnesium in the development of the purple cabbage crop "Brassica oleracea var. capitata F. rubra" at Tulcán canton. The experimental design was Randomized Complete Blocks. (BCA), with seven treatments and four repetitions, which consisted of T1: silicon low dose 0.75 g/L, T2: high dose silicon 2.25 g/L, T3: low dose magnesium 1.5 g/L, T4: high dose magnesium 3 g/L, T5: silicon + magnesium low dose 60 g/L, T6: silicon + magnesium high dose 75 g/L) and T7 chemical fertilization of (10-30-10) 50 g per plant. Variables evaluated were plant height, leaf area, leaf length, yield and production cost analysis. For the statistical analysis, the program used Statistix 8.0, and the Tukey test $p < 0.05$ was used to compare the means. The analysis of results showed that T7 (Chemical) (10-30-10) presented the performance highest with 56019 kg/ ha⁻¹. Demonstrating that chemical fertilization with formulation (10-30-10) in the cultivation of purple cabbage acts very effectively by increasing its performance, stimulating adequate development of the plant, and the treatment that registered a better cost-benefit was T3 (low dose magnesium) with profitability of 3.14 dollars for every dollar invested.

Keywords: Silicon, magnesium, performance, development.

INTRODUCCIÓN

En Ecuador, La producción de coles se enfoca principalmente en la región del callejón interandino, particularmente en las provincias de Pichincha, Imbabura, Tungurahua, Cotopaxi, Chimborazo, Azuay, Loja y Cañar. Debido a sus atributos, esta planta se desarrolla mejor en climas que oscilan entre temperados y fríos, con rangos de temperatura entre 13 -18 grados centígrados (°C). Es una planta que presenta una notable adaptación a climas fríos, incluso tolerando con cierta resistencia ligeras heladas de hasta -7°C.

Atlas (2023) menciona que, actualmente, a nivel mundial se produce 71803.269 toneladas de col por año y en Ecuador 13672 toneladas. Rosales (2021) mencionó que en la provincia del Carchi se siembra 18 mil plántulas en las cuales está incluida la col, esta es sembrada especialmente en las localidades de El Carmelo, Tufiño, Santa Martha de Cuba, en Tulcán; Piartal, en el cantón Montúfar y San Rafael, en Bolívar. Pazmiño (2021) señala que este cultivo es rico en vitamina C y hierro, y se ha demostrado que su contenido de gluconatos posee propiedades efectivas contra el cáncer, especialmente el cáncer de pulmón.

Un grave desafío que afecta a la agricultura en Ecuador es la utilización excesiva de productos químicos agrícolas, como fertilizantes, fungicidas, acaricidas y herbicidas, lo que conlleva a la contaminación del entorno ambiental en su conjunto. Esto tiene consecuencias negativas en el suelo, el agua, el aire y los productos provenientes de la agricultura y, en especial, en la salud de quienes consumen estos productos (Muñoz, 2018).

Los abonos orgánicos son un método alternativo para fertilizar los cultivos, esto contribuye a evitar el desgaste del suelo debido al uso indiscriminado de fertilizantes químicos, evita el desequilibrio ecológico. Además, ayudan al desarrollo de las plantas, incrementando el número de frutos en las cosechas y contribuye a la seguridad alimentaria de las personas.

El silicio (Si) y el magnesio (Mg) son dos nutrientes esenciales para el crecimiento y desarrollo de las plantas. El silicio, a menudo pasado por alto en la fertilización convencional, ha demostrado tener un impacto significativo en la resistencia de las plantas a plagas y enfermedades, así como en su capacidad para absorber otros

nutrientes. Por otro lado, el magnesio es un componente crucial de la clorofila, esencial para la fotosíntesis y, por lo tanto, para la producción de alimentos en las plantas.

Sela, (2022) asegura que el silicio es un elemento muy importante en las plantas ayudando a que esta tenga mayor crecimiento vegetal, plantas más fortalecidas y compactas, hojas más fuertes, mayor fotosíntesis, mayor tolerancia a condiciones de baja luminosidad, y tolerancia a estrés hídrico y térmico.

El magnesio es un elemento esencial en las plantas el cual brinda un adecuado desarrollo de clorofila su función es activar la catálisis de diversos procesos, por lo que su deficiencia afecta el desempeño energético de la planta (Lopez, 2022).

De tal manera que en el Centro Experimental San Francisco se realizó la investigación sobre el "Efecto de la aplicación edáfica de Silicio y Magnesio en el desarrollo del cultivo de col morada "Brassica oleracea var. capitata f. rubra" en el cantón Tulcán" a dos dosis; alta y baja con cuatro repeticiones en respuesta del cultivo de col morada contribuyendo a una producción orgánica y saludable hacia el consumidor.

1. EL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El silicio es el segundo elemento más abundante en la corteza sólida de la Tierra y constituye el 27.72% de la corteza sólida. Está presente en forma cristalina es muy duro y poco soluble de tal manera que las plantas no lo puedan asimilar ocasionando que su deficiencia en las plantas pueda aumentar el potencial de toxicidad por manganeso, cobre o hierro, también produce plantas quebradizas y susceptibles a patógenos y plagas. (Canna, 2023).

El magnesio es un elemento que aparece frecuentemente en la naturaleza: alrededor de un 2,09% de la corteza terrestre, su deficiencia en las plantas ocasiona clorosis entre las nervaduras obstruyendo la función vital de absorber la luz solar para la fotosíntesis puede conducir a la necrosis (muerte del tejido foliar) junto con un crecimiento lento de las plantas y una producción deficiente de los cultivos (Canna, 2023).

Instituto Nacional de Estadística y Censos (2013) asegura que, en el país, las prácticas convencionales como el exceso de plaguicidas, agroquímicos y el monocultivo a largo plazo tienen efectos negativos, produciendo contaminación de los suelos y el agua. Esto provoca un desequilibrio en los agroecosistemas, afectando la seguridad alimentaria de las familias. Además, la aplicación excesiva ha llevado a la contaminación del suelo y la muerte de microorganismos beneficiosos, lo que resulta en infertilidad, acidez, erosión e impactos en la salud humana.

El uso intensivo e indiscriminado de agroquímicos en las últimas décadas, como fertilizantes sintéticos, fungicidas e insecticidas, se relaciona con la disminución de la capacidad de los suelos para satisfacer las necesidades nutricionales de los cultivos y el aumento de plagas y enfermedades. En Ecuador, aproximadamente el 12% de los suelos, especialmente en la Sierra ecuatoriana, ha sufrido una degradación severa o moderada (León, 2020). Cuellar (2018) menciona que en la actualidad existen nuevos químicos que se pueden aprovechar para obtener una rápida germinación de las semillas y minucioso cuidado de las plántulas para obtener una buena

producción, pero si estos químicos no son dosificados correctamente pueden ocasionar gran pérdida al agricultor y perjudicar la seguridad alimentaria de las personas.

Govoni, Mocelin, Bartell y Marlei (2019) aseguran que los plaguicidas pueden provocar cambios celulares y problemas de salud tanto en los agricultores como en los consumidores de alimentos. Además, los residuos de pesticidas se mantienen en los alimentos, lo que puede ser perjudicial para la salud de las personas, ya que es difícil eliminarlos por completo.

En Ecuador, el 12% de las hectáreas de cultivos permanentes y el 10% de los cultivos transitorios son utilizados por agricultores que desconocen la toxicidad de los plaguicidas. La provincia del Carchi es una región agrícola y ganadera de gran importancia para la distribución de alimentos, donde la actividad agropecuaria representa el 36% de la población económicamente activa (INEC, 2013).

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El poco conocimiento de la aplicación de fertilizantes orgánicos por parte de los agricultores de la provincia del Carchi ha conllevado a que estos usen de manera indiscriminada químicos, provocando la contaminación del suelo y su desgaste como erosión, acidez e infertilidad.

1.3. JUSTIFICACIÓN

Torres (2014) menciona que, en la provincia del Carchi, Ecuador, se cultivan hortalizas en diferentes escalas, desde pequeñas áreas hasta grandes extensiones, con el objetivo de asegurar la alimentación de las familias. Sin embargo, los métodos de producción utilizados no suelen ser apropiados debido al uso de productos químicos, lo cual ha llevado a buscar alternativas para reducir el uso de químicos y mejorar el desarrollo de las variables evaluadas.

Las enmiendas minerales que se utilizaron para esta investigación fueron silicio y magnesio los cuales se aplicaron en plantas de col morada "*Brassica oleracea var. capitata f. rubra*" mismos que fueron asimilados de una manera rápida, con la finalidad de que los cultivos puedan tener más vigorosidad y su desarrollo de raíces sea mucho mejor y así obtener una producción eficiente.

Toapanta (2022) asegura que la inclusión de silicio en métodos de fertilización tiene beneficios en el tiempo de producción. Al agregar silicio, se observa un mayor

crecimiento de las plantas, estas se fortalecen y se vuelven más compactas. Las hojas adquieren mayor resistencia, lo que les permite realizar una mayor fotosíntesis y tolerar mejores condiciones de baja luminosidad, estrés hídrico y térmico. Además, el silicio reduce la pérdida de agua a través de la epidermis, lo que brinda una mayor resistencia a las plagas y enfermedades. En cuanto a la toxicidad por manganeso, se ha comprobado que el silicio aumenta la tolerancia de las plantas. Ayuda a distribuir de manera más uniforme el manganeso dentro de las hojas, evitando la acumulación de manchas pardas rodeadas por zonas cloróticas y necróticas, que son síntomas característicos de la toxicidad por manganeso.

Toapanta (2022) menciona que el magnesio (Mg) desempeña diversas funciones clave en las plantas. Algunas de estas funciones incluyen:

- 1) Fotofosforilación: el Mg está involucrado en la formación de ATP en los cloroplastos, que es la principal fuente de energía en las plantas.
- 2) Respiración vegetal.
- 3) Síntesis y formación de proteínas.
- 4) Formación de clorofila.
- 5) Transporte de savia elaborada a través del floema.
- 6) Participación y utilización de foto asimilados.
- 7) Absorción de agua.

Como resultado, la deficiencia de magnesio puede afectar seriamente muchos procesos fisiológicos y bioquímicos en las plantas, lo que resulta en un crecimiento y rendimiento deficiente. En la mayoría de los casos, los problemas asociados con la falta de magnesio se deben a su participación en numerosas actividades enzimáticas. Una enzima importante que requiere la presencia de magnesio es la Ribulosa-1,5-Bifosfato (RuBP) Carboxilasa, que desempeña un papel clave en el proceso de fotosíntesis y es la enzima más abundante en el planeta.

Por medio de esta investigación se pretendió mejorar el efecto en desarrollo de col morada mediante la aplicación de silicio y magnesio en diferentes dosis y así poder evaluar altura de la planta, área foliar, longitud de la hoja ,rendimiento y análisis de costos de producción, las personas beneficiadas serán los agricultores debido a que

tendrán un mejor conocimiento sobre el desarrollo del cultivo y cosecharán las hortalizas con menos aplicación de químicos ayudando a tener una buena cosecha.

1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

- Evaluar el efecto de la aplicación edáfica de silicio y magnesio en el desarrollo del cultivo de col morada "*Brassica oleracea var. capitata f. rubra*" en el cantón Tulcán.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Identificar las dosis adecuadas de silicio, magnesio y su efecto en el desarrollo fenológico del cultivo.
- Identificar el tratamiento que registra los mejores rendimientos del cultivo.
- Determinar costos de producción en el cultivo de col mediante la aplicación de silicio y magnesio.

1.4.3. Preguntas de Investigación

¿Cuáles serán las dosis de silicio que obtendrán un mayor desarrollo fenológico?

¿Cuáles serán las dosis de magnesio que obtendrán un mayor desarrollo fenológico?

¿Cuál tratamiento me da mayor rendimiento en el cultivo de col?

¿Cuál tratamiento me da una mejor calidad de la col?

¿Cuáles son los costos de producción en cada uno de los tratamientos evaluados?

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

En la investigación "Effect of magnesium and silicon on yield, quality and mineral content of purple cabbage" realizada por Gharibi et al. (2015) en la Universidad de Tabriz, Irán, se evaluó el efecto de la aplicación de magnesio y silicio en el cultivo de col morada. En el estudio se aplicaron diferentes dosis de magnesio y silicio al suelo y las hojas. En el suelo se aplicaron 0, 50, 100 y 150 kg/ha de $MgSO_4$ y 0, 250, 500 y 750 kg/ha de SiO_2 . En el caso de la col morada, se sabe que es un cultivo rico en nutrientes y compuestos antioxidantes, por lo que se buscó evaluar cómo la aplicación de magnesio y silicio podría mejorar estos aspectos. En cuanto a las conclusiones del estudio, los autores encontraron que la aplicación de magnesio y silicio tuvo un efecto positivo en la producción de col morada, mejorando tanto la cantidad como la calidad del cultivo. También se encontró que la aplicación de estos nutrientes aumentó el contenido de algunos minerales importantes en la col morada, como calcio y hierro. Los autores sugieren que la aplicación de magnesio y silicio puede ser una práctica efectiva para mejorar la producción y calidad de la col morada.

Khalid et al. (2020) en su investigación denominada "Influence of silicon and magnesium on leaf production and crop quality of lettuce (*Lactuca sativa* L.) grown in controlled environment" donde evalúa los efectos de la aplicación de silicio y magnesio en la producción de hojas y calidad de la cosecha de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en un ambiente controlado. Se encontró que la aplicación conjunta de silicio y magnesio tuvo un efecto significativo en la producción de hojas y calidad de la cosecha. La investigación se llevó a cabo en la Universidad de Agricultura de Faisalabad, Pakistán. Se aplicaron diferentes dosis de silicio y magnesio. La dosis de silicio utilizada fue de 100, 200 y 300 mg kg^{-1} de suelo, mientras que la dosis de magnesio utilizada fue de 50, 100 y 150 mg kg^{-1} de suelo, se aplicaron diferentes combinaciones de silicio y magnesio en la solución de nutrientes para el cultivo de lechuga. Cada tratamiento se aplicó a las plantas de lechuga a lo largo de todo el ciclo de cultivo, y se midieron variables como la producción de hojas, la calidad del

cultivo (contenido de nitratos, vitamina C, carotenoides y clorofila) y la acumulación de silicio y magnesio en las hojas de la lechuga. En esta investigación, los autores buscaban evaluar el efecto de la aplicación de silicio y magnesio en la producción de hojas y calidad del cultivo de lechuga en un ambiente controlado. Los autores concluyen que la aplicación de silicio y magnesio puede ser una estrategia efectiva para mejorar el rendimiento y la calidad de la lechuga en un ambiente controlado. Además, sugieren que futuras investigaciones deberían considerar la aplicación conjunta de silicio y magnesio con otros nutrientes esenciales para mejorar aún más la producción y calidad del cultivo.

En la investigación de Xic (2021) se realizó la evaluación del efecto de fuentes de silicio en el rendimiento de cebolla. La metodología utilizada en esta investigación es la dosificación correcta del producto Dióxido de Silicio (98% SiO₂), utilizando una dosis de 0.61 g/L, realizándose cuatro aplicaciones foliares, cada 15 días. Las variables de rendimiento fueron peso del bulbo, millares de plantas por hectárea, y las variables de crecimiento: altura de planta, número de hojas, diámetro de tallo, diámetro polar de bulbo, diámetro ecuatorial de bulbo. Concluyendo que el mejor tratamiento fue el que tuvo un buen desarrollo en diámetro del bulbo. Se concluye estadísticamente que los tratamientos uno, dos y cinco son iguales pero el que tuvo mejores resultados fue el tratamiento número dos (dióxido de silicio + fertilizantes).

Lozada (2021) evaluó el comportamiento agronómico del cultivo de tomate riñón (*Solanum lycopersicum*) con aplicación de dióxido de silicio la metodología a utilizar fue en dos frecuencias Cada 15 días (F1) Cada 21 días (F2), estableciendo cinco dosis (0, 50, 100 y 200% de SiO₂), las variables a evaluar fueron altura de la planta, color, número de flores por racimo, número de frutos, peso de fruto, producción total, porcentaje de incidencia de plagas y enfermedades los resultados obtenidos fueron Los mejores resultados se obtuvieron al aplicar fertilizantes con contenidos de sílice de 33 y 40% presentando los valores más altos de las variables, se concluye que se demostró menor incidencia de plagas y enfermedades siendo así un aspecto positivo, también se observó mayor rendimiento en crecimiento de la planta y producción de frutos en las plantas que recibieron el tratamiento de silicio y los testigos estuvieron por debajo de las plantas tratadas.

Siso Rodriguez & Yelozza Quiroga, (2015) En su investigación titulada "Efecto de Aplicaciones de Magnesio, Boro y Zinc en el Rendimiento de Variedades de Arroz FEDEARROZ 174, Agrocom4 y Semillano (Victoria)", el objetivo principal fue determinar

cuál de estos elementos tenía un impacto más significativo en el rendimiento de cada variedad. Los resultados indicaron que el magnesio fue el elemento que generó los mejores resultados en términos de rendimiento, alcanzando 5683,41 kg/ha. Se concluyó que la variedad FEDEARROZ 174 respondió de manera específica a la aplicación de dosis altas de magnesio y zinc, logrando excelentes niveles de producción, alcanzando un pico productivo de 6,4 toneladas por hectárea y un porcentaje de vaneamiento entre el 13% y el 16%. Estos hallazgos respaldan la eficacia de la estimulación con estos dos elementos para un rendimiento productivo óptimo.

Bejarano & Méndez (2011) mencionan en su investigación denominada: "Fertilización orgánica comparada con la fertilización química en el cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris*), para minimizar el efecto de degradación del suelo". Su objetivo en el estudio es demostrar que el uso del fitoestimulante BIOL, tanto aplicado al suelo como en forma foliar, puede tener un impacto significativo en la producción y productividad del cultivo de frijol, y que resulta en una rentabilidad económica superior en comparación con el uso de humus de lombriz y fertilización química. Los resultados de su investigación en el cultivo de frijol en la provincia de Imbabura indican que, si bien la fertilización química con una fórmula 10-30-10 arrojó el mejor rendimiento de 1,709.1 kg/ha, el tratamiento con BIOL al 5% logró un respetable rendimiento de 1,478.7 kg/ha. El segundo tratamiento (Abono químico 10-30-10) también resultó en una altura promedio de la planta de 33.7 cm.

Barzola (2012) En su estudio titulado "Efecto de la fertilización orgánica, química y distancia de siembra en el cultivo del pimiento (*Capsicum annum*) en la zona del Empalme", se propuso evaluar los efectos de la fertilización orgánica y química en el cultivo de pimiento a tres distancias de siembra en la zona del Empalme. Los objetivos planteados incluyeron: 1. Evaluar cómo la fertilización orgánica y química influye en el cultivo de pimiento (*Capsicum annum*) a tres diferentes distancias de siembra. 2. Determinar cuál de los tratamientos de fertilización (química u orgánica) resulta en la mejor producción de pimiento. 3. Establecer la densidad de siembra óptima para la producción de pimiento. 4. Analizar la relación costo/beneficio de los tratamientos evaluados en el estudio. Al evaluar el efecto combinado del tipo de fertilización y la distancia de siembra en relación con el diámetro del tallo, se observaron las siguientes tendencias: a los 30 días, la mayor circunferencia del tallo se registró en el grupo que recibió el abono 10-30-10 con una distancia de siembra de 0.60 cm entre hileras y 0.30

cm entre plantas, con un diámetro de tallo de 4.1 mm. A los 60 días, el mayor diámetro del tallo se presentó en el grupo tratado con Yaramila y con una distancia de siembra de 0.70 cm entre hileras y 0.25 cm entre plantas, alcanzando un diámetro de tallo de 9.7 mm. A los 90 días, la mayor circunferencia del tallo se obtuvo con la combinación de Yaramila y, finalmente, a los 120 días, nuevamente la combinación de Yaramila mostró el diámetro promedio más grande, que fue de 13.8 cm. Los resultados obtenidos sugieren que la hipótesis "La aplicación del abono orgánico biopurin resulta en los rendimientos más altos en la producción de pimiento (*Capsicum annum*)" puede ser rechazada.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. EL cultivo de col morada

Su origen está ligado al área Mediterránea desde tiempo inmemorial. Tan es así que hay datos que indican que ya era cultivada por los egipcios 2.500 años antes de Cristo. Fue la civilización romana la encargada de extender sus atributos culinarios y medicinales por todo el Mediterráneo en la Edad Media, la planta se valoraba por su abundancia de vitaminas y minerales, lo que la llevó a ser reconocida como una especie de "médico para los pobres". Incluso se utilizaba en forma de cataplasma con el fin de lograr efectos curativos (Burgos, 2022).

Col morada, llamada también lombarda, se trata de una variedad de col con la denominación científica *Brassica oleracea* var. *capitata* f. *rubra*, y su relevancia en la dieta humana radica en su agradable sabor ligeramente dulce, así como en su contenido de vitaminas A, B, C y carbohidratos. Además, esta hortaliza se distingue por la coloración púrpura de sus hojas, la cual se origina a partir de la presencia de un pigmento conocido como antocianina, cuya tonalidad está influenciada por el grado de acidez o alcalinidad del suelo (pH) (Guashca, 2023).

Actualmente se cultiva en todo el mundo, siendo los principales países productores China, India, Rusia y Corea. Aproximadamente el 65% de la producción se obtiene en Asia. Esta verdura pertenece a la familia botánica de las crucíferas. Su cultivo se ha extendido por los cinco continentes. Se adapta muy bien a los terrenos fríos (Bonduelle, 2022).

2.2.1.1. Importancia del cultivo

La col es un alimento popular con un precio bastante asequible, pero ha experimentado una reducción en la demanda debido a la percepción de ser un producto susceptible de contaminación, a pesar de que se consume cocida. Aunque su relevancia económica ha disminuido, todavía conserva cierta importancia, ya que se cultiva en torno a 500 hectáreas al año. Es importante destacar que es una hortaliza común y beneficiosa en los huertos familiares. La producción de hortalizas desempeña un papel esencial en la seguridad alimentaria de la población y ha experimentado un aumento en la demanda en años recientes debido a consideraciones relacionadas con la salud (Sotelo, 2012).

2.2.1.2. Taxonomía y morfología

- Taxonomía

A continuación, en la Tabla 1 se describe la taxonomía de la col morada.

Tabla 1. Taxonomía de la col.

Taxonomía	
Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Brassicales
Familia:	Brassicaceae
Género:	Brassica
Especie:	Brassica oleracea
Subespecie:	Brassica oleracea var. capitata f. rubra

Fuente: (Lyndad, 2018)

- Características morfológicas

Se trata de una planta que, aunque es perenne por naturaleza, se cultiva como anual. Su tallo es de longitud reducida y posee una raíz pivotante, profunda y robusta, aunque no es dominante. El sistema de raíces es ramificado y se extiende en la superficie del suelo, siendo que aproximadamente el 80% de las raíces se encuentran a una profundidad que varía entre los 5 y 30 centímetros. Las hojas sin pecíolo o con pecíolos cortos pueden presentar diferentes características según la variedad de col. Por ejemplo, en el repollo blanco, las hojas pueden ser de un tono verde claro y tener una textura lisa. En cambio, en el repollo colorado, las hojas pueden ser rojizas o de color púrpura y también tener una textura lisa. Por otro lado, en la variedad creso, las hojas son de color verde oscuro y presentan una superficie abollada (rugosa) (Burgos, 2022). Las hojas se cubren parcialmente abrazándose unas a otras formando

una "cabeza" compacta que constituye la parte comestible; su forma es variable según el cultivar, El fruto es una silicua; la semilla es redonda o algo angulosa, de color castaño-rojizo o negruzco (Sotelo, 2012).

2.2.1.3. Fenología del cultivo

Días desde la siembra y evento relacionado

35 - 40 días: Trasplante

65 - 70 días: Inicio formación de cabeza

90 - 100 días: Cosecha de cabezas (Fernandes de Sousa, 2016).

2.2.1.4. Variedades comerciales

- Repollo blanco liso
 - Ciclo corto (hasta 90 días): Cecile, Rotonda.
 - Ciclo medio (90 - 120 días): Brunswick, Early Glory, Ducati. Híbridos: Gloria F1, Rotan.
 - Ciclo tardío (120 días aproximadamente): Quintal de Alsacia.
- Repollo colorado
 - Colorado Mammoth-Ranchero, Híbrido Red Head.
 - Repollo crespo
 - Milán Vertus.

2.2.1.5. Requerimientos edafoclimáticos del cultivo

La temperatura ideal para su desarrollo se sitúa alrededor de los 17 °C, y el cultivo se beneficia de temperaturas frescas, con máximas en torno a 25 °C. Este cultivo es propio de estaciones frías y prospera en ambientes con niveles adecuados de humedad. Cuando las plantas han alcanzado su madurez, la exposición prolongada al frío estimula la producción temprana de flores y semillas. En lo que respecta a la salinidad, el repollo muestra una tolerancia moderada, soportando niveles de hasta 4 dS/m, y también es relativamente resistente a la acidez del suelo, con un pH óptimo entre 6,0 y 6,8 Fernández de Sousa, (2016).

2.2.1.6. Manejo del cultivo

Sistema de iniciación: trasplante (lo más común).

Momento de siembra: verano.

Densidad de siembra: 30 a 40 plantas por metro cuadrado.

Siembra directa: 3 a 5 Kg/ha.

Profundidad óptima: 1 a 1.5 cm.

Trasplante: cuando el plantín tiene 15 a 20 cm de altura y 5 mm de diámetro. Los espaciamientos más frecuentes son de aproximadamente 70-80 cm de distancia entre las hileras de cultivo y de 50-60 cm entre cada planta (Burgos, 2022).

2.2.1.7. Labores culturales

- Siembra: Lo apropiado para llevar a cabo el trasplante de las plantas generalmente se sitúa entre los 18 y 38 días posteriores a la siembra inicial. Una vez que las plantas hayan desarrollado tres hojas y alcancen una altura de aproximadamente 10-13 cm (4 a 5 pulgadas), estarán listas para ser trasplantadas en la ubicación deseada.

La separación típica entre las plantas en la fila suele estar en el rango de 40-70 cm (equivalente a 15-27 pulgadas), y la distancia convencional entre las hileras se sitúa alrededor de 60-90 cm (unos 23-35 pulgadas). Es importante tener en mente que estos valores pueden variar dependiendo del tamaño deseado para cada cabeza de repollo. Cuando las plantas se encuentran más próximas entre sí, tienden a producir cabezas de menor tamaño (Valeriano, 2006).

- Fertilización: Responde de manera positiva a la adición de micronutrientes como zinc (Zn), manganeso (Mn) o cobre (Cu). Antes del trasplante, es beneficioso incorporar estiércol de ave junto con urea o sulfato de amonio en el momento de la plantación. La mayor absorción de nutrientes ocurre principalmente durante la formación de la parte comestible conocida como "cabeza" (Sinavimo, 2022).
- Aporque: Cuando las plantas poseen aproximadamente 30 cm de altura.
- Cosecha: Es necesario cosechar las coles cuando estén en su punto tierno, utilizando un cuchillo limpio y afilado. Se deben retirar las hojas exteriores y consumirlas poco tiempo después de la recolección. No es posible utilizarlas en fitoterapia como plantas secas, ya que pierden sus propiedades Masats, (2021).

La recolección debe llevarse a cabo cuando la col ha alcanzado su tamaño máximo.

El momento adecuado para la recolección del repollo es cuando su cabeza está sólida y ha alcanzado su pleno desarrollo.

Es importante verificar periódicamente la firmeza de la col. Una vez que alcance un tamaño de aproximadamente 12 cm (5 pulgadas), podemos presionarla ligeramente para evaluar su firmeza Masats, (2021).

Si observamos que las cabezas de repollo empiezan a dividirse, es esencial que las recojamos de inmediato. Para hacerlo, podemos cortar el repollo con cabeza desde la base utilizando un cuchillo bien afilado.

Una vez que se ha recolectado el repollo, es importante almacenarlo de inmediato en un lugar sombreado (Valeriano, 2006).

2.2.1.8. Valor nutricional

A continuación, en la Tabla 2 se presenta la composición nutricional que existe en 100g de col.

Tabla 2 . Composición nutricional en 100g de col.

Nutriente	Valor	Nutriente	Valor	Nutriente	Valor
Agua (%)	93	P (mg)	23	Acido ascórbico (mg)	47.3
Energía (k cal)	24	Fe (mg)	0.6	Vitamina B6 (mg)	0.10
Proteína	1.2	Na (mg)	18	Niacina (mg)	0.30
Grasa (g)	0.2	K (mg)	246	Ca (mg)	47
Carbohidrato (g)	5.4	Vitamina A (UI)	126	Riboflavina (mg)	0.03
Fibra (g)	0.8	Tiamina (mg)	0.05		

Fuente: (Saiz, 2021)

2.2.1.9. Plagas

- Plagas
 - Larvas de la mosca.

Dañan la raíz y la planta infectada se identifica por su marchitez. La mosca puede depositar alrededor de ciento cincuenta huevos, y las larvas eclosionarán en aproximadamente una semana. Los huevos se fijan en la planta directamente o en la capa superficial del suelo. Impedir que la mosca deposite sus huevos en el repollo y, en caso de que ocurra, evitar que las larvas lleguen a las raíces. Si las larvas llegan a penetrar en el sistema de raíces, la planta sufrirá daños irreversibles (Evans, 2021). Como se muestra en la Figura 1.



Figura 1. Larvas de la mosca de la col
Fuente: (Evans,2021)

- Gusano medidor falso.

La larva de la polilla *Trichoplusia* es ampliamente encontrada en plantas de la familia de las crucíferas y tiene una alta capacidad de dispersión en el campo. Esta especie puede completar varias generaciones en un solo año, las hembras son capaces de poner entre 300 y 600 huevos. En su etapa larval esta consume las hojas más bajas, pero a medida que crece, comienza a crear orificios considerables en las hojas. Este tipo de daño puede llegar a ser tan extenso que incluso puede perforar la cabeza del repollo. (Sáenz, 2022). Como se muestra en la Figura 2.



Figura 2. Gusano medidor falso
Fuente: (Evans,2021)

- Mariposa de la col.

Se trata de una mariposa blanca con manchas negras que deposita huevos amarillos en la parte inferior de las hojas de las coles. Las larvas, que son de tono verde y poseen cierta vellosidad, se alimentan al masticar las hojas hasta que solo quedan los nervios centrales. Para prevenir su presencia, se pueden buscar los huevos en la parte posterior de las hojas y eliminarlos manualmente con los dedos, o bien recoger las orugas de forma manual (Masats J. , 2021). Como se muestra en la Figura 3.



Figura 3. Mariposa de la col
Fuente: (Evans,2021)

- Babosas.

Aunque no representan un problema grave, es posible que los insectos se alimenten de las hojas del repollo, especialmente las hojas más externas y duras que normalmente no consumimos. Para evitar su presencia, se puede aprovechar los días lluviosos para recogerlos manualmente y también se puede colocar tejas alrededor del cultivo como refugio para estos insectos, facilitando así su posterior recolección (Masats J. , 2021). Como se muestra en la Figura 4.



Figura 4. Babosas en el cultivo de col.
Fuente: (Evans,2021)

2.2.1.10. Enfermedades

- Enfermedades
 - Mancha foliar del repollo o mancha negra de las crucíferas.

Esta patología surge debido a la presencia de hongos pertenecientes al género *Alternaria*, específicamente *A. brassicae* y *A. brassicicola*. Estos agentes patógenos afectan a las hojas, tallos y flores de la planta, provocando daños en las partes de interés comercial. En su fase inicial, se manifiesta a través de lesiones que adoptan la forma de manchas concéntricas, cuyo color varía de marrón oscuro a gris o negro, y presentan un borde amarillento en las hojas más antiguas (Sáenz, 2022).

Este hongo tiene la capacidad de subsistir en los restos de la cosecha, en las malezas y en las semillas de plantas crucíferas. Por lo tanto, se aconseja optar por semillas certificadas que estén libres de enfermedades o someter las semillas a un tratamiento de agua caliente antes de sembrarlas. Asimismo, se recomienda utilizar variedades

de plantas que sean resistentes, llevar a cabo una rotación de cultivos que no incluya crucíferas al menos cada 2-4 años, evitar el riego excesivo y la aspersion, ya que el agua puede propagar y favorecer el desarrollo del hongo. Para prevenir la propagación de esta enfermedad, se sugiere la eliminación de las plantas afectadas y la aplicación de fungicidas aprobados (Sáenz, 2022). Como se muestra en la Figura 5.



Figura 5. Alternaria en el cultivo de col.
Fuente: (Sáenz, 2022)

2.2.2. Enmiendas minerales

2.2.2.1. Silicio en las plantas

- Función del silicio en el desarrollo vegetal

El silicio es el segundo elemento más presente en la corteza terrestre después del oxígeno y se presenta en diversas formas químicas. Entre ellas, el ácido monosilícico ($\text{Si}(\text{OH})_4$) es la variante que las raíces pueden utilizar de la solución del suelo. La mayoría de las especies absorben el silicio a través de un proceso de difusión pasiva, lo que permite que se mueva a través del xilema y llegue a la parte aérea siguiendo el flujo de transpiración (Mengel & Kirkby, 2022).

Dentro de la planta, el silicio se almacena en forma de sílice amorfo hidratado ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$), principalmente en las paredes celulares, aportando características mecánicas como la firmeza y la flexibilidad.

Se han investigado los mecanismos que explican la acumulación de silicio en las plantas, y se han identificado tres procesos involucrados en la silificación. Estos incluyen el transporte de silicio que depende de la energía, el papel del silicio como un elemento biológicamente activo que activa las respuestas naturales de defensa de la planta y cómo el silicio mitiga las tensiones abióticas. La acumulación de silicio en las plantas, a pesar de que no se considera un nutriente esencial para las plantas superiores debido a la falta de criterios directos e indirectos de esencialidad, ha demostrado tener efectos beneficiosos. Estos efectos incluyen la promoción del

crecimiento, la reducción de la pérdida de agua a través de la transpiración, la influencia en la actividad de las enzimas, la capacidad de resistir la toxicidad de metales pesados, la mejora en la estructura de las plantas, la reducción del tumbado de las plantas, la resistencia a plagas, y la tolerancia al estrés hídrico y salino (Araque, 2022).

Las pruebas demuestran que las plantas que carecen de silicio tienden a presentar una estructura más frágil y un tamaño, desarrollo, viabilidad y reproducción reducidos. También son más propensas a sufrir estrés causado por factores no biológicos, como la toxicidad de los metales, y son más vulnerables a plagas y enfermedades (Lawrence, 2017).

2.2.2.2. Magnesio en las plantas

- Función del magnesio en el desarrollo vegetal

El magnesio (Mg) es uno de los tres nutrientes secundarios esenciales, junto con el calcio y el azufre, que las plantas necesitan para su desarrollo óptimo y saludable (Promix, 2021).

Aunque este elemento nutritivo no suele tenerse muy en cuenta en los planes de fertilización, Es crucial comprender la función que desempeña en diversos procesos fisiológicos de las plantas, como la fosforilación (que conlleva la formación de ATP en los cloroplastos), la captura fotosintética de dióxido de carbono (CO₂), la síntesis de proteínas, la producción de clorofila, el recarga del floema, la partición y asimilación de productos derivados de la fotosíntesis, y la protección de los tejidos foliares contra el daño por la luz. Además, la enzima ribulosa 1,5-bifosfato carboxilasa (RuBP), comúnmente conocida como RuBisco, solo se activa en presencia de magnesio (Mg), y esta activación es fundamental para llevar a cabo el proceso de la fotosíntesis (G.J, 2020).

- Las principales funciones del magnesio son:

Juega un papel fundamental en la estructura de la molécula de clorofila, lo que contribuye al color verde característico de las plantas.

Participa en la síntesis y formación de proteínas, ya que ciertos metabolitos esenciales, como los carotenoides y las xantofilas, requieren magnesio para llevar a cabo funciones básicas en la planta.

Regula la transferencia de carbohidratos desde las hojas y tallos hasta las raíces, lo que afecta el equilibrio energético y el crecimiento de la planta. Este aspecto hay que tenerlo muy en cuenta en determinados cultivos como por ejemplo la patata o remolacha entre otros (G.J, 2020).

2.2.2.3. Silimagnum en las plantas

- Función del silimagnum en el desarrollo vegetal

Este fertilizante proporciona Silicio y Magnesio, que son elementos cruciales para elevar la productividad y sostenibilidad de los suelos y cultivos. En la mayoría de los tipos de suelos, contribuye a mejorar la eficiencia de la aplicación y retención del fósforo, al mismo tiempo que contrarresta la presencia de metales pesados como el Cadmio, Arsénico, Plomo, Cromo y Aluminio. Es Ideal para toda clase de cultivos como fuente de Silicio y Magnesio. Es una valiosa fuente de ácido monosilícico, que ayuda a reducir los efectos negativos del estrés biótico, como plagas y enfermedades. Además, mejora la eficiencia del uso del agua por parte de la planta, lo cual resulta especialmente beneficioso durante períodos de sequía. La dosis de aplicación debe ser calculada de acuerdo con el cultivo, el estado de desarrollo y el clima (Cedeño, 2022).

Libera gradualmente los nutrientes. Acondicionador de suelos con muy buen desempeño en suelos ácidos, neutros o alcalinos. Aporta ácido ortosilícico (H_4SiO_4), que es la forma soluble que tiene un efecto en el suelo y es la única forma que la planta puede utilizar. Además, suministra magnesio, que puede reaccionar en el complejo del suelo o ser absorbido por la planta como un nutriente. El silicio mejora la eficacia de la aplicación de fósforo, actúa como neutralizador de la acidez del suelo y contrarresta las formas tóxicas de aluminio, hierro, manganeso y metales pesados que están presentes en el suelo y que pueden ser perjudiciales para la planta. En suelos alcalinos, previene que la planta absorba un exceso de sales, en particular de sodio, que podría interferir en la absorción de agua y nutrientes, lo que podría afectar el metabolismo de la planta.

Dentro de la planta, el silicio estimula la generación de una cantidad mayor de materia vegetal en forma de biomasa. Potencia los sistemas de protección ante situaciones de estrés ocasionadas por factores bióticos y abióticos. Estimula las defensas naturales de las plantas, fomentando la producción de sustancias como las fitoalexinas, lo que resulta en una reducción en la frecuencia de enfermedades

causadas por hongos y bacterias. Funciona como una barrera física al obstaculizar la germinación de esporas de patógenos y dificultar los ataques de plagas, ya que forma una capa continua que se encuentra entre la cutícula y las células de la epidermis. Además, el silicio que se acumula en las raíces reduce la incidencia de nematodos y enfermedades fungosas originadas en el suelo.

El magnesio desempeña un papel fundamental como componente de la clorofila, vital para facilitar la absorción de fósforo, mantener el equilibrio de pH y la presión osmótica, y participa en diversas funciones, como las reacciones de fosforilación, la transferencia de energía y el transporte de carbohidratos dentro de la planta. Presentado en forma de polvo. Bueno en hortalizas (Liñán, 2022).

Beneficios:

- Aporta ácido hortosilícico (H_4SiO_4).
- Es apto para ser usado en la agricultura orgánica.
- Neutraliza los excesos de Al, Fe, Mn y otros metales pesados.
- Libera gradualmente los nutrientes.
- Mejora la capacidad de respuesta ante situaciones de estrés tanto biológico como ambiental.

2.2.2.4. Gallinaza en las plantas

- Aporte nutrimental de la gallinaza

Si se utiliza adecuadamente, la gallinaza es un fertilizante de alta calidad. Contiene una cantidad significativa de nitrógeno, así como fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre y varios micronutrientes. Además, su aplicación al suelo mejora la materia orgánica, la fertilidad y la calidad general del suelo (García, 2022).

Es importante resaltar que la gallinaza se encuentra entre los abonos orgánicos con una tasa de mineralización especialmente alta. Esto la convierte en una fuente excepcional de nitrógeno para los cultivos, ya que, en aproximadamente tres semanas, alrededor del 75% del nitrógeno orgánico contenido en la gallinaza se convierte en forma mineral (García, 2022).

Aspectos a tener en cuenta en la aplicación:

- Mezcla con el suelo: Es fundamental mezclar la gallinaza con el suelo para evitar la pérdida de nutrientes, especialmente nitrógeno, ya que de lo contrario podría perderse más del 50 % del nitrógeno presente en el abono.

- Contenido de nutrientes: Se aconseja llevar a cabo un análisis para determinar el contenido nutricional de la gallinaza, así como un análisis de fertilidad del suelo. Con estos datos y considerando las necesidades específicas del cultivo, se puede planificar la cantidad de gallinaza y otros fertilizantes requeridos.

Con relación a la salinidad, es importante tener en cuenta que la gallinaza contiene niveles altos de sales. Por lo tanto, es fundamental monitorear el suelo en cada aplicación para evitar acumulación, ya que niveles elevados pueden afectar la disponibilidad de la mayoría de los nutrientes. En cuanto a los metales pesados, la aplicación de gallinaza en un terreno no está directamente relacionada con la acumulación de estos en el suelo, sino que depende del origen del abono utilizado (García, 2022).

2.2.2.5. Químico "10-30-10"

El empleo de fertilizantes compuestos implica la correcta aplicación de técnicas de fertilización, una vez que se han identificado las necesidades de nutrientes de los cultivos, incluyendo nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), magnesio (Mg) y azufre (S). La tendencia actual consiste en suministrar a las plantas una cantidad óptima de nutrientes en una sola aplicación, manteniendo un equilibrio adecuado. Estas fórmulas son ajustadas de acuerdo con las demandas específicas de diversos cultivos, las deficiencias del suelo, la eficiencia de los fertilizantes, entre otros factores. Además, las nuevas formulaciones también incorporan macroelementos cruciales, como el magnesio y el azufre, para asegurar una nutrición completa de las plantas Fertiza, (2023).

A continuación, se presentan las ventajas del 10-30-10:

- Favorece un crecimiento rápido, confiriendo un color verde intenso a las hojas y mejorando su calidad.
- Incrementa el contenido de proteínas, así como la producción de frutos y semillas.
- Sirve como nutriente para los microorganismos del suelo.
- Estimula el temprano desarrollo de las raíces y el crecimiento de la planta, proporcionando un crecimiento rápido y robusto a las plántulas.
- Promueve la formación de flores y la maduración de los frutos, siendo esencial en la producción de semillas.

- Concede vigor y resistencia a las plantas, ayudando a prevenir su caída o inclinación, especialmente cuando se combina con calcio (Ca) y magnesio (Mg).

III. METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

3.1.1. Enfoque

La investigación que se realizó tuvo un enfoque cuantitativo, ya que consistió en evaluar el efecto de silicio y magnesio a diferentes dosis y su efecto en el desarrollo del cultivo de col en las variables: Altura de la planta, área foliar, longitud de la hoja, rendimiento y análisis de costos de producción.

3.1.2. Tipo de Investigación

El tipo de investigación es experimental, debido a que se va a evaluar que tan beneficioso es el silicio y magnesio a diferentes dosis en el cultivo de col morada, de tal manera que se pueda demostrar el efecto en desarrollo fenológico determinando cual tratamiento presenta los resultados benévolos.

3.2. IDEA A DEFENDER

H0: La aplicación edáfica de silicio y magnesio no incide en el efecto del desarrollo del cultivo de col morada "Brassica oleracea var. capitata f. rubra.

H1: La aplicación edáfica de silicio y magnesio incide en el efecto del desarrollo del cultivo de col morada "Brassica oleracea var. capitata f. rubra.

3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

3.3.1. Definición de variables

Variable independiente:

- Dosis de silicio y magnesio con una base de fertilización orgánica (Gallinaza).
- Químico utilizado por agricultor.

Variable dependiente:

- Altura de la planta
- Área foliar
- Longitud de la hoja
- Rendimiento

- Análisis de costos de producción

3.3.2. Operacionalización de variables

A continuación, en la Tabla 3 se muestra las variables a evaluar mediante la aplicación edáfica del silicio y magnesio en el cultivo de col.

Tabla 3. Operacionalización de variables independiente y dependiente.

Variable Definición	Dimensión	Indicador Dosis de aplicación	Técnica	Instrumentos
	Silicio dosis baja	0.75 g/L de silicio una vez al mes los cuales fueron mezclados en 1 litro de agua y fueron distribuidos 25 cc por cada planta.		
	Silicio dosis alta	2.25 g/L de silicio una vez al mes, los cuales fueron mezclados en 1 litro de agua y fueron distribuidos 25 cc por cada planta.	Aplicación edáfica manualmente	
	Magnesio dosis baja	1.5 g/L de magnesio semanal, los cuales fueron mezclados en 1 litro de agua y fueron distribuidos 25 cc por cada planta.		
Independiente: Fertilización	Magnesio dosis alta	3 g/L de magnesio semanal, los cuales fueron mezclados en 1 litro de agua y fueron distribuidos 25 cc por cada planta.		Balanza digital, copa dosificadora y jeringas
	Silicio +Magnesio dosis baja	60 g/L Silicio + magnesio cada 15 días, los cuales fueron mezclados en 1 litro de agua y fueron distribuidos 25 cc por cada planta.		
	Silicio +Magnesio dosis baja	75 g/L Silicio + magnesio cada 15 días, los cuales fueron mezclados en 1 litro de agua y fueron distribuidos 25 cc por cada planta.		
	Dosis de 10-30-10	50 g/planta a 15 días después del trasplante por todo el ciclo.		

Dependiente: Efecto en el desarrollo del cultivo de col.	Altura de la planta	Base hasta el punto más alto	Toma de datos medición en cm	Flexómetro
	Área foliar	Plantas por unidad de estudio	Cálculo matemático	AF: Cálculo empírico
	Longitud de la hoja	Altura en centímetros del follaje	Medición y observación	Flexómetro
	Rendimiento	Peso en gramos	Diferencia de pesos	Balanza digital
	Análisis de costos de producción	Luego de la cosecha se procedió a realizar el análisis de costos de producción de cada tratamiento.	Registro/ Cálculo	Microsoft Excel

3.4. MÉTODOS UTILIZADOS

3.4.1. Localización del experimento

La presente investigación se llevó a cabo en la Centro Experimental San Francisco perteneciente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi; la misma que se encuentra ubicada en la provincia del Carchi, cantón San Pedro de Huaca y cantón Tulcán, sector la Calera Huaca con una altitud de 2834 msnm. Es de clima frío de altura, su temperatura varía de 3 a 18°C con un promedio de 10°C, precipitación 1100 mm anual (Chamorro, 2012).

A continuación, en la Figura 6 se muestra el centro experimental San Francisco de la finca UPEC, en donde se va a realizar la investigación.

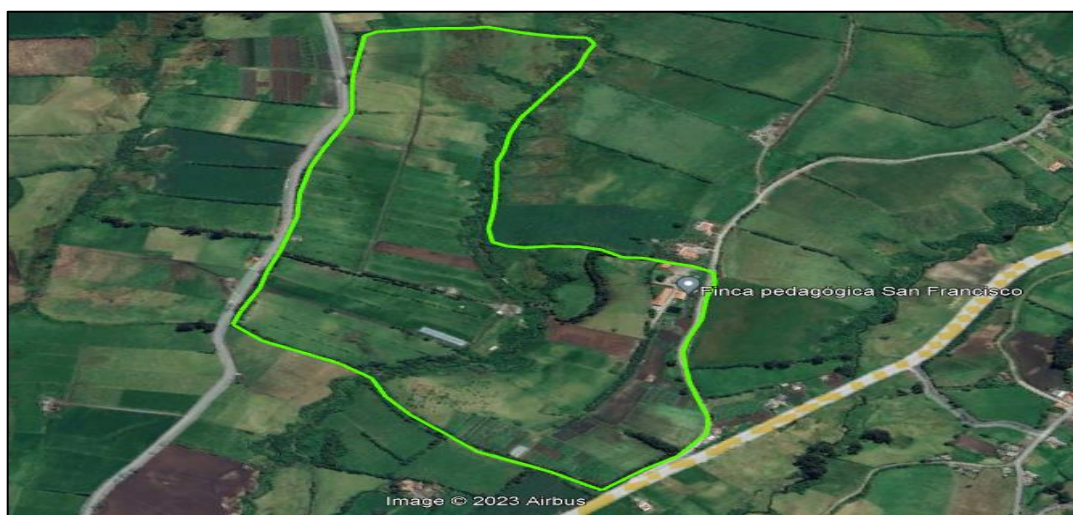


Figura 6. Ubicación de los cultivos en el Centro Experimental San Francisco.

Fuente: Google Earth (2023).

3.4.2. Superficie del ensayo

El ensayo cuenta con una superficie de 731m², la cual está conformada por 17m de largo y 43 de ancho, las dimensiones de las unidades experimentales están dadas por 3 m largo y 5 ancho en un total de 15 m², con una distancia de 1 metro entre unidades experimentales y bloques.

3.4.3. Descripción y caracterización de la investigación

Se utilizo el diseño de bloques completos al azar en donde cada bloque contiene a los tratamientos y cada tratamiento cuenta con 4 repeticiones/bloques, la investigación cuenta con 28 unidades experimentales en donde se plantaron 1120 plantas de col. La densidad de siembra se calcula con un espaciamiento de 70 cm entre surcos y 50 cm entre plantas, a una profundidad de 4 cm, Cada unidad experimental cuenta con 40 plantas, esto con el objetivo de comparar el crecimiento y desarrollo de la planta.

3.4.4. Características del ensayo

En la Tabla 4 se muestra los datos del ensayo que se estudió.

Tabla 4. Características del ensayo

Datos del experimento	Dimensiones
Tratamientos	7
Bloques	4
Área del ensayo	731 m ²
Unidades experimentales	28
Parcela neta	15 m ²
Distancia entre surcos	70cm
Distancia entre plantas	50cm
Plantas por unidad experimental	40
Total, de plantas en el ensayo	1120

3.4.5. Tratamientos

A continuación, la Tabla 5 se presentan los tratamientos y dosis utilizadas en la presente investigación.

Tabla 5. Descripción de tratamientos

Tratamiento	Descripción	Dosis
T1	Silicio dosis baja	0.75 g/L de silicio al 73.69% una vez al mes.
T2	Silicio dosis alta	2.25 g/L de silicio al 73.69% una vez al mes.
T3	Magnesio dosis baja	1.5 g /L de magnesio al 12% semanal.
T4	Magnesio dosis alta	3 g/L de magnesio al 12% semanal.
T5	Silicio + magnesio dosis bajo	60g/L Silicio 36 + magnesio 31% cada 15 días.
T6	Silicio + magnesio dosis alta	75g/L Silicio 36 + magnesio 31% cada 15 días.
T7	Testigo químico (10-30-10)	50g/planta a 15 días después del trasplante.

Leyenda: Las dosis y frecuencias recomendado por el fabricante del producto utilizado.

3.4.6. Distribución de los tratamientos

A continuación, en la Figura 7 se presenta el esquema de la distribución en campo de los tratamientos a ser evaluados en esta investigación.

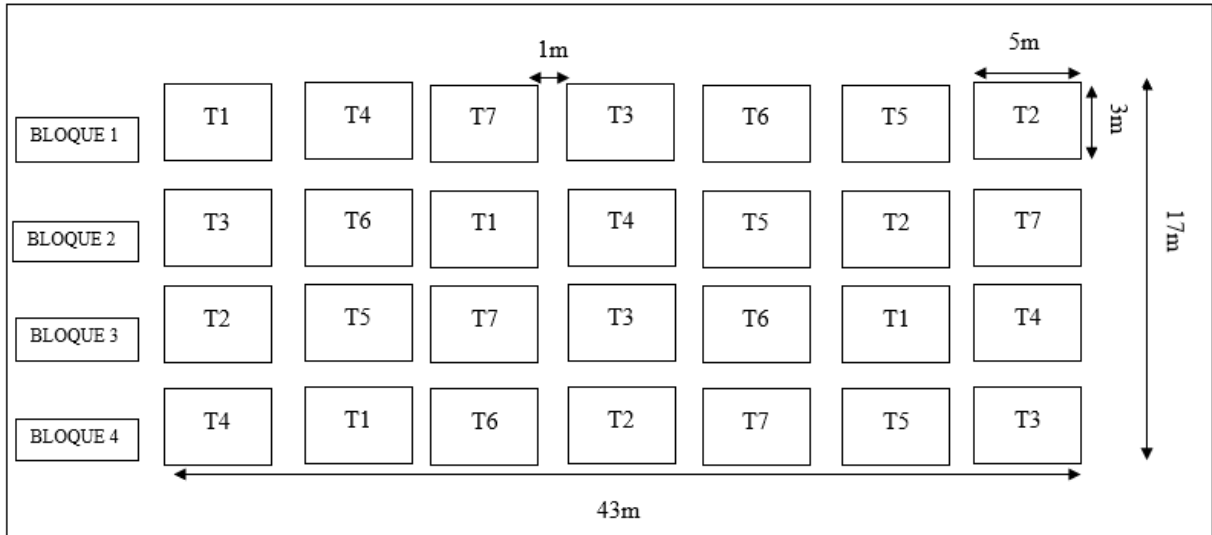


Figura 7. Esquema de distribución de tratamientos

3.4.7. Población y muestra

La población de la presente investigación está representada por un total de 1120 plantas de col variedad Lombarda, en donde se aplicó edáficamente siete diferentes tratamientos (silicio dosis baja, silicio dosis alta, magnesio dosis baja, magnesio dosis alta, silicio + magnesio dosis baja, silicio + magnesio dosis alta y testigo en una formulación 10-30-10). Cada unidad experimental está constituida por 40 plantas, en donde se muestrearon 8 plantas, las plantas del centro, en el cual se descartó 1 fila de la parte superior, inferior y 3 de extremo a extremo. En la Figura 8 se representa el esquema de la unidad experimental a muestrear.

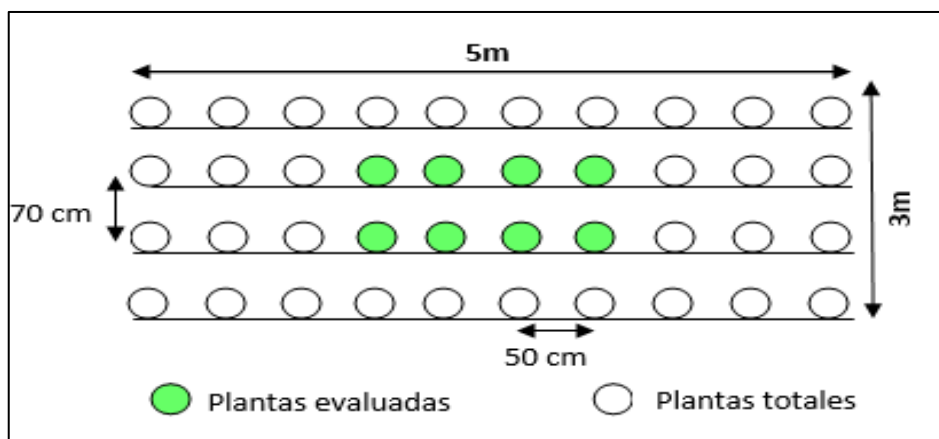


Figura 8. Diseño de la parcela y ubicación de plantas evaluadas

3.4.8. Métodos

3.4.8.1. Manejo de la investigación

- Preparación del terreno: Se realizó la respectiva solicitud para la designación del terreno, posteriormente situados en el centro experimental San Francisco se solicitó la maquinaria agrícola (tractor) la cual realizó tres pasadas de mano de rastra para que el suelo quedara suelto y más fácil de realizar los surcos.
- Instalación del ensayo: En el área de 731 m² se delimitó con piolas y estacas, en donde se levantaron 28 parcelas de 3 m largo y 5 ancho en un total de 15 m² con sus respectivos caminos para así poder realizar las labores culturales de una mejor manera, cada parcela constó con un letrero en donde se señalaba el tratamiento y bloque que representaba.
- Trasplante: Una vez realizado la instalación del ensayo se realizaron los surcos y la desinfección en cada parcela, los surcos fueron cuatro por cada unidad experimental entrando diez plantas por cada surco a una profundidad de 4cm.
- Fertilización: La fertilización base(gallinaza) se realizó un día antes del trasplante y la fertilización con silicio y magnesio se realizó 15 días después de la siembra.
- Deshierbe: El deshierbe se realizó cada mes el cual constó de quitar malas hierbas y arrimar tierra al cultivo para así evitar la aparición de plagas y enfermedades.
- Cosecha: La cosecha se realizó cuando los tratamientos ya tenían la pella rígida, indicador de que la pella esta lista para su cosecha.

3.4.8.2. Aplicación de tratamientos

- Fertilización química: Hace referencia al testigo debido a que se hace una comparación de los insumos orgánicos con el químico, en este caso se aplicó 50 g de 10-30-10 debido a que estimula el crecimiento de raíces y ayuda a un buen desarrollo de la planta, su aplicación fue una vez por todo el ciclo a partir de los 15 días después del trasplante.
- Silicio: La fertilización de silicio se realizó una vez al mes a dos dosis, la dosis baja (0.75 g/L) y alta (2.25 g/L), a partir de los 15 días después del trasplante una vez al mes.

- Magnesio: La aplicación de magnesio se la realizó semanalmente a dos dosis, dosis baja (1.5 g/L) y alta (3 g/L), a partir de los 15 días después del trasplante cada ocho días.
- Silicio más magnesio: La aplicación se realizó semanalmente a dos dosis, dosis baja (60 g/L) y alta (75 g/L), a partir de los 15 días después del trasplante a los 30,45,60,75,90,105 y 120 ddt.

3.5. VARIABLES EVALUADAS

- Altura de la planta: A los 15 días de haber aplicado los tratamientos se realizó la primera toma de los datos con la ayuda de un flexómetro, la toma se realizó de la base de la planta hasta la hoja más larga y así cada 15 días hasta que la col estuvo lista para su cosecha.
- Área foliar : Se realizó la toma del área foliar de 2 plantas con un flexómetro por cada unidad de estudio, después de haber aplicado los tratamientos, se tomó el largo y el ancho de cada hoja luego se multiplico el resultado por un factor de 0.75, luego se sumó los valores individuales de cada hoja por planta y finalmente se calculó el promedio de los resultados por planta y así cada 15 días siguiendo la metodología propuesta por Montgomery,(1911) citado por Alfaro, (2006).
- Longitud de la hoja: La longitud se tomó cada 15 días después de la primera aplicación de los tratamientos hasta la cosecha de la col, con la ayuda de un flexómetro se tomó los datos en cm de la hoja más grande que presentaba la col, el dato se tomó desde la base de la hoja hasta la punta.
- Rendimiento: Se lo realizó cuando la pella ya estaba lista para la cosecha, con una navaja se cortó la base de la pella, se retiró las hojas maduras y mediante una pesa digital se tomó el peso de la pella en gramos.
- Análisis de costos de producción: Se llevo un registro de todos los gastos realizados en toda la investigación, posteriormente mediante el programa Excel se pudo realizar el costo de producción de cada tratamiento y sacar el costo beneficio del precio en el que se vendió el repollo en esa época.

3.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis estadístico se realizó utilizando el programa estadístico Statistix 8.0 para el análisis de varianza (ANAVAR) y una prueba de Tukey al 5%. El esquema del ANAVAR utilizado se presenta en la Tabla 6.

Tabla 6. Esquema del ANAVAR

Fuente de variación	Formula	Grados de libertad
Tratamientos	$T-1$	$7 - 1 = 6$
Repeticiones	$R-1$	$4 - 1 = 3$
Error experimental	$(T-1) (R-1)$	18
Total	$Tr-1$	27

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

4.1.1. Altura de la planta

En la Tabla 7, análisis de varianza para altura de la planta se puede observar que no existe diferencia significativa ($p > 0.05$) para bloques; de igual manera se puede observar que no existe diferencia significativa ($p > 0.05$) entre los tratamientos a los 30 y 45 ddt; a los 60 y 75 ddt se observa diferencia significativa ($p < 0.05$); y, finalmente a los 90, 105 y 120 ddt se muestra diferencias altamente significativas ($p < 0.01$); además se observa que existe una media de 10.71, 15.00, 21.00, 26.39, 29.39, 30.75, 31.50 cm y un coeficiente de variación de 15.51, 20.93, 18.06, 13.64, 9.45, 7.75, 6.53 % respectivamente durante los días evaluados.

Tabla 7. Análisis de Varianza para altura de la panta.

F. V	G. L	Días después del trasplante						
		30	45	60	75	90	105	120
		P(Valor)						
Rep/Bloq	3	0.99 ns	0.90 ns	0.98 ns	0.81 ns	0.45 ns	0.25 ns	0.44 ns
Tratamiento	6	0.11 ns	0.13 ns	0.02*	0.00**	0.00**	0.00**	0.00**
Error	18							
Total	27							
Media (cm)		10.71	15.00	21.00	26.39	29.39	30.75	31.50
C.V. (%)		15.51	21.93	18.06	13.64	9.45	7.75	6.53

Leyenda: ns=no significativo; *=Significativo; **= Altamente significativo.

En la Tabla 8 que corresponde a la prueba de Tukey al 5% para la variable altura de planta desde los 30 hasta los 120 ddt se puede observar que a los 60 días después del trasplante (ddt) que los mejores tratamientos fueron el T7 (Químico) con una media de 25.50 cm y el T4 (magnesio dosis alta) con 23.75cm, mientras que a los 75, 90, 105 y 120 ddt el T7, con medias de 33.50, 39.00, 41.00, 41.50 cm se registró como el mejor tratamiento durante la investigación, desde los 60 hasta los 120 ddt como tratamiento

menos favorable fue T2 (silicio dosis alta) con una media de 15.50, 20.50, 22.50, 24.00, 25.50 cm en la investigación.

Tabla 8. Prueba de Tukey al 5% para altura de la planta.

TRATAMIENTOS	Días					
	60	75	90	105	120	
T1 (Silicio baja)	18.25 AB	22.50 BC	25.50 CD	27.50 BC	29.00 BC	
T2 (Silicio alta)	15.50 B	20.50 C	22.50 D	24.00 C	25.50 C	
T3 (Magnesio baja)	22.50 AB	26.50 ABC	29.00 BC	29.50 BC	31.25 B	
T4 (Magnesio alta)	23.75 A	29.00 AB	31.75 B	31.75 B	32.25 B	
T5 (Silicio + magnesio baja)	20.50 AB	25.50 BC	28.00 BCD	30.50 B	29.50 BC	
T6 (Silicio + magnesio alta)	21.00 AB	27.25 ABC	30.00 BC	31.00 B	31.50 B	
T7 (Químico)	25.50 A	33.50 A	39.00 A	41.00 A	41.50 A	

Leyenda: ABCD. Letras diferentes en los rangos de los tratamientos, muestran diferencias entre ellos.

4.1.2. Área foliar

A continuación, en la Tabla 9 análisis de varianza para área foliar se puede observar que no existe diferencia significativa ($p>0.05$) para bloques; de igual manera se puede observar que no existe diferencia significativa ($p>0.05$) a los 30, 45, 60 y 90 ddt; a los 75, 105 y 120 ddt se muestra diferencias altamente significativas ($p<0.01$) entre los tratamientos evaluados, además se puede observar una media de 12.82, 18.53, 27.78, 33.32, 45.29, 45.82, 46.89 cm y un coeficiente de variación de 23.44, 33.04, 24.64, 18.41, 49.11, 9.35, 8.50 % durante los días evaluados.

Tabla 9. Análisis de varianza para Área foliar en cm.

F. V	G. L	Días después del trasplante						
		30	45	60	75	90	105	120
Rep/Bloq	3	0.095 ns	0.98 ns	0.82 ns	0.71 ns	0.55 ns	0.92 ns	0.66 ns
Tratamiento	6	0.51 ns	0.53 ns	0.25 ns	0.01**	0.41 ns	0.00**	0.00**
Error	18							
Total	27							
Media (cm)		12.82	18.53	27.78	33.32	45.29	45.82	46.89
C.V. (%)		23.44	33.04	24.64	18.41	49.11	9.35	8.50

Leyenda: ns=no significativo; *=Significativo; **= Altamente significativo

En la Tabla 10 se muestran los resultados de la Prueba de Tukey al 5% para la variable área foliar en la cual a los 75 días el tratamiento T7 (químico) fue el mejor con una media de 44.75, 59.75, 61.00 cm y como tratamiento más deficiente a T2 (Silicio dosis alta) con una media correspondiente a 26.00, 37.00 y 37.75 cm durante la recolección de datos.

Tabla 10. Prueba de Tukey al 5% para el área foliar.

TRATAMIENTOS	Días					
	75		105		120	
T1 (Silicio baja)	29.25	B	39.50	BC	44.00	BC
T2 (Silicio alta)	26.00	B	37.00	C	37.75	C
T3 (Magnesio baja)	35.00	AB	44.25	BC	43.75	BC
T4 (Magnesio alta)	34.75	AB	46.75	B	47.75	B
T5 (Silicio + magnesio baja)	30.75	B	46.50	B	46.50	BC
T6 (Silicio + magnesio alta)	32.75	AB	47.00	B	47.50	B
T7 (Químico)	44.75	A	59.75	A	61.00	A

leyenda: ABCD. Letras diferentes en los rangos de los tratamientos, muestran diferencias entre ellos.

4.1.3. Longitud de la hoja

Tabla 11. Análisis de varianza para la variable longitud de la hoja.

F. V	G. L	Días después del trasplante						
		30	45	60	75	90	105	120
Rep/Bloq	3	0.61 ns	0.83 ns	0.83 ns	P(valor)	0.20 ns	0.29 ns	0.09 ns
Tratamiento	6	0.86 ns	0.74 ns	0.19 ns	0.14 ns	0.00**	0.00**	0.00**
Error	18							
Total	27							
Media (cm)		6.67	10.10	15.07	19.96	23.50	25.03	26.92
C.V. (%)		20.03	32.70	24.41	19.94	12.72	10.52	8.31

Leyenda: ns=no significativo; *=Significativo; **= Altamente significativo.

En la Tabla 11 análisis de varianza para longitud de la hoja se puede observar que no existe diferencia significativa ($p>0.05$) para bloques; de igual manera se puede observar que no existe diferencia significativa ($p>0.05$) entre tratamientos a los 30, 45, 60 y 75 ddt; a los 90, 105 y 120 ddt se muestra diferencias altamente significativas ($p<0.01$), se puede observar una media de 6.67, 10.10, 15.07, 19.96, 23.50, 25.03, 26.92 cm y un coeficiente de variación de 20.03, 32.70, 24.41, 19.94, 12.72, 10.52, 8.31 % durante los días evaluados.

A continuación, en la Tabla 12 se muestran los resultados correspondientes para la Prueba de Tukey al 5% para longitud del follaje, dando como resultado que el T7 (químico) fue el mejor tratamiento con una media de 31.25, 33.00 y 35.75 cm, difiriendo de los demás tratamientos, con esto, el T1 (Silicio dosis baja) a los 90 y 105 ddt presentó la menor longitud con una media de 20.50 y 22.25 cm para dichas fechas, mientras que a los 120 ddt T2 (silicio dosis alta) con una media de 22.75 cm siendo el menos favorable, numéricamente, a lo que corresponde a longitud de la hoja.

Tabla 12. Prueba de Tukey al 5% para longitud de la hoja a los 90 y 120 ddt.

TRATAMIENTOS	Días					
	75		105		120	
T2 (Silicio alta)	20.50	B	22.50	B	22.75	B
T3 (Magnesio baja)	22.75	B	23.50	B	24.75	B
T4 (Magnesio alta)	23.50	B	25.00	B	27.50	B
T5 (Silicio + magnesio baja)	22.50	B	24.00	B	26.25	B
T6 (Silicio + magnesio alto)	23.50	B	25.00	B	27.25	B
T7 (Químico)	31.25	A	33.00	A	35.75	A

Legenda: ABCD. Letras diferentes en los rangos de los tratamientos, muestran diferencias entre ellos.

4.1.4. Rendimiento

En el análisis de varianza para rendimiento a la cosecha se puede observar que no existe diferencia significativa ($p > 0.05$) para bloques; de igual manera se puede observar que existe diferencia altamente significativa ($p < 0.01$) entre tratamientos, además una media de 1294.90 gramos por pella y un coeficiente de variación de 29.67 % en la variable evaluada.

Tabla 13. Variable rendimiento a la cosecha.

Peso de la pella a la cosecha		
F. V	G. L	p-valor
Rep/Bloq	3	0.26 ns
Tratamiento	6	0.00**
Error	18	
Total	27	
Media (g)		1294.90
C.V. (%)		29.67

Legenda: ns=no significativo; *=Significativo; **= Altamente significativo.

Para la variable Rendimiento, en la prueba de Tukey al 5% (Tabla 14), se registra el peso de la pella en gramos y el rendimiento por hectárea, en las que existió una diferencia entre los tratamientos, sobresaliendo T7 (Químico) al registrar una media de 2100,03 gramos por pella y 56019.00 Kg por hectárea de rendimiento, seguido de T3 (magnesio baja) con 1468,8 gramos y 39179.3 Kg por hectárea de rendimiento, T4 (Magnesio alto) con 1204.0 gramos y con un rendimiento de 32122.73 Kg por hectárea, difiriendo de los demás tratamientos, T2 (silicio dosis alta) se registró como el tratamiento con los resultados más desfavorables con un peso de 980.8 gramos y un rendimiento de 26163 Kg por hectárea.

Tabla 14. Prueba de Tukey al 5% para rendimiento a la cosecha.

TRATAMIENTOS	Peso pella (g)		Rendimiento (Kg/ha)
T1 (Silicio baja)	1001.5	B	26715.3 B
T2 (Silicio alta)	980.8	B	26163 B
T3 (Magnesio baja)	1468.8	AB	39179.3 AB
T4 (Magnesio alta)	1204.0	AB	32122.73 AB
T5 (Silicio + magnesio baja)	1122.3	B	29943.40 B
T6 (Silicio + magnesio alta)	1186.5	B	31648.73 B
T7 (Químico)	2100.3	A	56019.00 A

Leyenda: ABCD. Letras diferentes en los rangos de los tratamientos, muestran diferencias entre ellos.

4.1.5. Análisis de costos de producción

En la Tabla 15 se muestra el análisis económico, en el cual se detallan: costos de producción de los tratamientos relacionados a kilogramos por hectárea (Kg ha⁻¹), el precio de venta de la producción, la utilidad neta por tratamiento y el costo beneficio. Para este análisis se consideró el precio de esa época 0,20 centavos por kg (precio al cual se vendió el producto), ningún tratamiento generó pérdida, observando que todos los tratamientos obtuvieron valores de Beneficio/Costo (B/C) positivos y por lo tanto generaron ganancia, es así que el tratamiento con mayor costo beneficio fue T3 (Magnesio baja) indicando que, por cada dólar invertido se obtiene un beneficio de 3 dólares con 14 centavos; seguido de T7 con un costo beneficio muy rentable de 2 dólares con 48 centavos.

Tabla 15. Relación costo- beneficio.

Trat.	Costo marginal sin tratamiento Ha.	Costo de producción/tratamiento Ha	Costo total	Producción Kg ha ⁻¹	Venta (\$)	Utilidad neta (\$)	Costo/beneficio (\$)	Costo/beneficio directo (\$)
T1	1618.36	20.00	1638.36	26715.3	5343.07	3704.71	3.26	2.26
T2	1618.36	66.60	1684.96	26163	5232.60	3547.64	3.11	2.11
T3	1618.36	275.00	1893.36	39179.3	7835.87	5942.51	4.14	3.14
T4	1618.36	576.00	2194.36	32122.73	6424.55	4230.19	2.93	1.93
T5	1618.36	626.66	2245.02	29943.40	5988.68	3743.66	2.67	1.67
T6	1618.36	786.66	2405.02	31648.73	6329.75	3924.73	2.63	1.63
T7	1618.36	1600.00	3218.36	56019.00	11203.80	7985.44	3.48	2.48

4.2. DISCUSIÓN

Con base en los datos obtenidos en campo, a continuación, se presenta la discusión de las variables evaluadas.

Como resultados obtenidos en la variable altura de planta se pudo observar que el T7 (químico) presentó los mejores resultados en todas las evaluaciones, alcanzando una altura final de 40.50cm, este resultado pudo obtenerse debido a que la concentración de nutrientes en el fertilizante químico fue de rápida absorción e influyó directamente en el crecimiento por su contenido alto en N, P y K, mientras que los tratamientos con silicio tuvieron menor crecimiento debido a que el Si actúa diferente al N previniendo el ataque de plagas, estos resultados concuerdan con lo expresado por Bejarano y Méndez (2011) en donde obtuvieron que la fertilización química con 10-30-10 correspondiente al T2 arrojó mejores resultados a los 60 y 90 días con una altura promedio en la planta de 24.7 cm y 33.7 cm; esto se corrobora con lo mencionado por Barzola (2012), quien al aplicar fertilización química vs una enmienda de silicio obtuvo un mayor crecimiento vegetal al aplicar fertilización química.

Como resultados obtenidos, tanto en variable área foliar y longitud de la hoja tenemos que el tratamiento que superó fue T7 (Químico) con medias de 61.00 y 35.75 cm, valores que se pueden obtener gracias a que el 10-30-10 ayuda a Incrementar el nivel de proteínas, sirve como fuente de nutrición para los microorganismos del suelo, fomenta el crecimiento temprano de las raíces y el desarrollo robusto de las plantas jóvenes, mientras que los tratamientos con silicio no obtuvieron valores tan benévolos como fue el T2 (silicio dosis alta) con valores de 37.75 y 22,75 cm, de tal manera que no existe concordancia con Xic (2021), en cual menciona en su investigación que el tratamiento con dióxido de silicio + fertilizantes, obtuvo un buen resultado en lo que se refiere al diámetro de bulbo de cebolla, longitud de hoja, altura de la planta y área foliar siendo este corroborado por Lozada (2021) quien menciona que en su investigación con silicio, los tratamientos superaron al testigo.

Los resultados obtenidos de la variable rendimiento dieron como respuesta que el tratamiento T7(químico)obtuvo los mejores resultados con una media de 56019.00 kilogramos de por hectárea, seguido de la fertilización orgánica la cual obtuvo una media de 39179.3 kilogramos por hectárea siendo este uno de los mejores de tal manera que Gharibi et al. (2015)) menciona que la aplicación de magnesio y silicio

tuvo un efecto positivo en la producción de col morada, mejorando tanto la cantidad como la calidad del cultivo, Los autores sugieren que la aplicación de magnesio y silicio puede ser una práctica efectiva para mejorar la producción siendo esta corroborada por Siso Rodriguez & Yeloza Quiroga, (2015) en el cual se pudo determinar cuál fue el elemento que presentó mayor incidencia en el rendimiento de cada una de las variedades de arroz y la que mejores resultados en rendimiento fue el magnesio con 5683.41 kg/ha lo que nos permite afirmar que la estimulación con estos dos elementos es idónea para un comportamiento productivo eficiente.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

El tratamiento que promovió un mayor desarrollo fenológico fue T7 (químico), asimismo cabe recalcar que la dosis de silicio que obtuvo un mayor desarrollo fenológico fue el T1 (silicio dosis baja) en las variables altura de la planta, área foliar y longitud de la hoja con medias finales de 29.00, 44.00, 24.25 cm y la dosis de magnesio que obtuvo un mayor desarrollo fenológico fue T4 (Magnesio dosis alta) ya que es el tratamiento que destacó de su homólogo en las variables altura de la planta, área foliar y longitud de la hoja con medias finales de 32.25, 47.75, 27.50 cm.

El tratamiento que obtuvo mejor rendimiento fue el T7 (químico) con 56019.00 kilogramos por hectárea en una formulación (10-30-10) comparado con las alternativas orgánicas, por su parte, T3 se destacó en peso de la pella con un peso de 39179.3 kilogramos por hectárea.

El tratamiento que generó menor inversión fue el T1 (silicio dosis baja) con un costo de producción de 1638,36 dólares, mientras que el tratamiento con mayor costo de producción fue el T7 (químico) con 3218,36 dólares; y el tratamiento que generó mayor rentabilidad fue T3 (Magnesio dosis baja) con un costo de producción de 1893,36 dólares y un costo beneficio de 3.14 dólares.

5.2. RECOMENDACIONES

Se debería realizar una nueva investigación con las dosis de silicio y magnesio utilizadas en esta investigación y ensayar en otros cultivos de importancia económica de la zona.

Se recomienda producir col con la alternativa de T3 (Magnesio dosis baja) por que genera mayor rentabilidad con un costo beneficio muy viable.

Se recomienda realizar una combinación de los tratamientos evaluados en este experimento, con diferentes concentraciones, con el fin de aprovechar las propiedades de cada uno de ellos y potenciar el desarrollo de los cultivos para verificar su viabilidad.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alfaro, C. A. (2006). Modelación del Índice de área foliar y su relación con el rendimiento, en función del arreglo espacial del cultivo de maiz. Obtenido de Repositorio:
http://repositorio.cucba.udg.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/5171/Lopez_Uriarte_Ernesto.pdf?sequence=1.

Araque, R. M. (2022). Rio claro. Obtenido de Para que sirve el silicio en la agricultura:
<https://www.rioclaro.com.co/-para-que-sirve-el-silicio-en-la-agriculturar-content-70.html>.

Atlas. (2023). Obtenido de <https://www.atlasbig.com/es-mx/paises-por-produccion-de-col#:~:text=En%20todo%20el%20mundo%20se%20producen%2071.803.269%20toneladas,lugar%20con%20una%20producci%C3%B3n%20anual%20de%208%2C755%2C000%20toneladas>.

Barzola, L. O. (2012). UTEQ. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/items/d6d93942-d2a0-4e02-ac1d-b77dc358a95d>

Bejarano López, C. R., & Méndez Cevallos, H. J. (2011). Fertilización Orgánica Comparada con la Fertilización Química en el Cultivo de Fréjol (*Phaseolus vulgaris*), para minimizar el efecto de Degradación del Suelo (Bachelor's thesis).

Bonduelle. (2022). col lombarda. Obtenido de <https://www.bonduelle.es/desde-1853/campo-hasta-plato/col-lombarda/1433/1433>

Canna. (2023). Obtenido de https://www.canna.es/info-courier_magnesium

Cedeño, M. (17 de 03 de 2022). entufinca. Obtenido de entufinca:
<https://entufinca.com/comprar/silimagnum-x-50-kg/>

Chamorro, J. J. (2012). Repositorio. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/5475/3/Mg.DCEv.Ed.1705.pdf>

- Cuellar, A. (12 de 2 de 2018). Magazine. Obtenido de Magazine: <https://www.floresyplantas.net/sustratos-para-semilleros/>
- Evans, A. (2021). Plagas y enfermedades. Obtenido de <https://www.farmer-online.com/es/enfermedades-y-plagas-comunes-del-tratamiento-y-prevenci%C3%B3n-del-repollo/>
- Fernandes de Sousa, M. &. (2016). Tecnología Agroalimentaria. Obtenido de Cultivo de la berza; cultivo del brócoli; cultivo de la coliflor; cultivo de las coles: <https://ria.asturias.es/RIA/handle/123456789/8405>
- Fertiza. (2023). Obtenido de <https://fertisa.com/producto/10-30-10-fertilizante-compuesto/>
- Fu, X., Mehmood, S., Ahmed, W., Ou, W., Suo, P., Zhang, Q., ... y Li, W. (2023). Reduction of chromium toxicity in Chinese cabbage through the synergistic effects of silicon and selenium: A study of plant growth, chromium content, and biochemical parameters. *Sustainability*, 15(6), 5361.
- G.J, A. (13 de 01 de 2020). Fertibox. Obtenido de El magnesio y su importancia en el crecimiento vegetal: <https://www.fertibox.net/single-post/magnesio-agricultura>
- Gharibi, S., Khoshgoftarmanesh, A. H., Afyuni, M., Fallah, S., & Rezaei, M. (2015). Effect of magnesium and silicon on yield, quality, and mineral content of purple cabbage. *Journal of Plant Nutrition*, 38(3), 439-450.
- García. (28 de 06 de 2022). La gallinaza como fertilizante. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/gallinaza-como-fertilizante#:~:text=Aporte%20nutrimental%20de%20la%20gallinaza&text=Es%20un%20material%20con%20buen,fertilidad%20y%20calidad%20del%20suelo.>
- Govoni, B., Mocelin, A., Barteltt, B., & Marlei, J. (20 de 09 de 2019). Análisis de la exposición directa e indirecta a compuestos agrícolas: biovigilancia de la salud humana. Obtenido de <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/3307>
- Guashca, J. (2023). Evaluación de dos métodos de extracción de ruda, ortiga y ajo para el control de *Brevicoryne brassicae* (pulgón) en el cultivo de col morada (*Brassicaceae oleracea* var. *capitata* f. *rubra*) (Bachelor's thesis). Obtenido de <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/38173/1/031%20Agronom%20c3%ada%20-%20Guashca%20Millingalli%20Jos%c3%a9%20Francisco.pdf>

- Guzmán, A. (2013). repositorio. Obtenido de <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/6868/Cepeda%20Guzm%C3%A1n%2C%20Alejandro.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- INEC. (2013). Ecuador en cifras. Obtenido de https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/plaguicidas/Plaguicidas-2013/Documento_Tecnico-Uso_de_Plaguicidas_en_la_Agricultura_2013.pdf
- Intagri. (2022). Toapanta. Obtenido de Silicio para la nutrición y protección vegetal: <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/silicio-para-la-nutricion-y-proteccion-vegetal#:~:text=Conforme%20a%20trabajos%20realizados%2C%20los,a%20estr%C3%A9s%20h%C3%ADrico%20y%20t%C3%A9rmico.>
- Khalid, M., Bibi, N., Akram, N. A., & Ashraf, M. (2020). Influence of silicon and magnesium on leaf production and crop quality of lettuce (*Lactuca sativa* L.) grown in controlled environment. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B-Soil & Plant Science*, 70(3), 232-240.
- Lawrence, D. (24 de 03 de 2017). Red agricola. Obtenido de <https://www.redagricola.com/cl/productos-de-silicio-ayudan-las-plantas/>
- León, D. (2020). Biodiversidad microbiana y almacenamiento de carbono en suelos con distinto uso en la provincia del Carchi (República de Ecuador). Obtenido de <https://minerva.usc.es/xmlui/handle/10347/24537>
- Li, H., Cao, J., & Jiang, W. (2018). Effect of Silicon and Magnesium on Antioxidant Activity and Quality of Red Cabbage (*Brassica oleracea* L. var. capitata f. rubra). *Journal of Chemistry*, 2018, 1-9. doi: 10.1155/2018/9615942
- Liñán, C. d. (04 de 06 de 2022). Tecnoagricola. Obtenido de Tecnoagricola: <https://www.buscador.portaltecnogricola.com/vademecum/col/producto/SILIMAGNUM%20Mix%20P>
- Llantoy, C. (2020). repositorio. Obtenido de <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/4439/mendoza-llantoy-cinthia-sarita.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Lopez, J. C. (15 de 09 de 2022). promix. Obtenido de <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/la-funcion-del-magnesio-en-el-cultivo-de-plantas/>

- Lozada, M. B. (06 de 07 de 2021). repositorio. Obtenido de repositorio: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/33282/1/Tesis-277%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-%20Pe%C3%B1aloza%20Lozada%20Mar%C3%ADa%20Bel%C3%A9n.pdf>
- Lucero, V. A. (2022). BAN. Obtenido de <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/5575>
- Lyndad. (19 de 08 de 2018). Taxonomía vegetal. Obtenido de <http://danyenede.blogspot.com/2018/08/brassica-oleracea-var.html>
- Masats, J. (7 de 12 de 2021). Botanical. Obtenido de Cultivo de col: <https://www.botanical-online.com/cultivo/col-como-plantar-cuidados>
- Masats, J. (7 de 12 de 2021). El cultivo de la col. Obtenido de <https://www.botanical-online.com/cultivo/col-como-plantar-cuidados#:~:text=Labores%20culturales%20de%20las%20coles%20%20semanas%20despu%C3%A9s,las%20hojas%2C%20ha%20florecido%20Riego%20de%20la%20col>
- Matthews, G. y. (2 de 4 de 1988). repollo. Obtenido de repollo: http://www7.uc.cl/sw_educ/hort0498/HTML/p150.html
- Mengel, K., & Kirkby, E. (2022). Intagri. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/silicio-para-la-nutricion-y-proteccion-vegetal#:~:text=Conforme%20a%20trabajos%20realizados%2C%20los,a%20estr%C3%A9s%20h%C3%ADdrico%20y%20t%C3%A9rmico>.
- Mera Arriaga, R. A. (2015). Evaluación de cinco dosis de aplicación de ceniza de cascarilla de arroz como fuente de silicio y complemento a la fertilización en el cultivo del fréjol (*Phaseolus vulgaris*) en la zona de Quevedo (Bachelor's thesis, Quevedo: UTEQ).
- Mousavi, S. R., Modarres Sanavy, S. A. M., & Sharifi, M. (2019). Effect of magnesium and silicon on physiological and agronomic characteristics of purple cabbage under salt stress. *Journal of Plant Nutrition*, 42(6), 678-687. doi: 10.1080/01904167.2018.1554951.
- Muñoz, G. (2018). Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/5182/TE-UTB-FACIAG-ING%20AGROP-000025.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Siso Rodriguez, R., & Yeloza Quiroga, L. (2015). EFECTO DE APLICACIONES EDÁFICAS DE MAGNESIO, BORO Y ZINC . Obtenido de <https://repositorio.unillanos.edu.co/bitstream/handle/001/326/Tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Sotelo, T. S. (2012). Grelo y repollo, dos cultivos con perspectivas de futuro en Galicia. Obtenido de cultivo de hortalizas: https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_Vrural%2FVrural_2012_350_20_24.pdf

Torrez, Wildina Rosario Perez. (16 de 06 de 2014). Repositorio. Obtenido de Repositorio: <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/5604/T-2026.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Valeriano, M. A. (2006). Repositorio. Obtenido de CONTROL QUÍMICO DE LAS PRINCIPALES ENFERMEDADES Y PLAGAS DEL REPOLLO (Brassica oleracea var. capitata): <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/12349/T-1038.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Xic, F. E. (1 de 02 de 2021). EVALUACIÓN DEL EFECTO DE FUENTES DE SILICIO EN EL RENDIMIENTO DE CEBOLLA. ZUNIL,. Obtenido de EVALUACIÓN DEL EFECTO DE FUENTES DE SILICIO EN EL RENDIMIENTO DE CEBOLLA. ZUNIL,,: <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2021/06/14/Huix-Francisco.pdf>

Zamora, E. (02 de 2016). Dagus. Obtenido de <https://dagus.unison.mx/Zamora/COL%20O%20REPOLLO-DAG-HORT-011.pdf>

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:	Tabango Guerrero Talia Lizbeth	CÉDULA DE IDENTIDAD:	1004856082
PERIODO ACADÉMICO:	2023B	DOCENTE TUTOR:	MSC. ORTIZ TIRADO PAUL SANTIAGO
PRESIDENTE TRIBUNAL	PHD MORA QUILISMAL SEGUNDO RAMIRO		
DOCENTE:	MSC. JACOME SARCHI GUILLERMO ALEXANDER		
TEMA DEL TIC:	"Efecto de la aplicación edáfica de Silicio y Magnesio en el desarrollo del cultivo de col morada "Brassica oleracea var. capitata f. rubra" en el cantón Tulcán"		

No.	CATEGORÍA	Evaluación cuantitativa	OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES
1	PROBLEMA - OBJETIVOS	8.17	Enfocarse en los problemas de la producción de col morada
2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	8.17	Hablar de las funciones del silicio y magnesio en las plantas
3	METODOLOGÍA	8.17	Detallar de mejor manera la aplicación de las dosis de los tratamientos
4	RESULTADOS	8.17	Incluir el valor de p para los bloques
5	DISCUSIÓN	8.17	
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	8.17	
7	DEFENSA, ARGUMENTACIÓN Y VOCABULARIO PROFESIONAL	8.17	Mejorar el lenguaje técnico y científico
8	FORMATO, ORGANIZACIÓN Y CALIDAD DE LA INFORMACIÓN	8.17	Revisar signos de puntuación y faltas ortográficas en el documento

Obteniendo una nota de: 8.17 Por lo tanto, **APRUEBA** ; debiendo el o los investigadores acatar el siguiente artículo:

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

Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el **miércoles, 15 de noviembre de 2023**


PHD MORA QUILISMAL SEGUNDO RAMIRO
PRESIDENTE TRIBUNAL


MSC. ORTIZ TIRADO PAUL SANTIAGO
DOCENTE TUTOR


MSC. JACOME SARCHI GUILLERMO ALEXANDER
DOCENTE

Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE CENTER**

ABSTRACT- EVALUATION SHEET				
NAME: Talia Lizbeth Tabango Guerrero				
DATE: 4 de diciembre de 2023				
TOPIC: "Efecto de la aplicación edáfica de Silicio y Magnesio en el desarrollo del cultivo de col morada "Brassica oleracea var. capitata f. rubra" en el cantón Tulcán"				
MARKS AWARDED		QUANTITATIVE AND QUALITATIVE		
VOCABULARY AND WORD USE	Use new learnt vocabulary and precise words related to the topic	Use a little new vocabulary and some appropriate words related to the topic	Use basic vocabulary and simplistic words related to the topic	Limited vocabulary and inadequate words related to the topic
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1 Vera Játiva Edwin Andrés,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
WRITING COHESION	Clear and logical progression of ideas and supporting paragraphs.	Adequate progression of ideas and supporting paragraphs.	Some progression of ideas and supporting paragraphs.	Inadequate ideas and supporting paragraphs.
	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 checked="" 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 type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" 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 LANGUAGE CENTER

Informe sobre el Abstract de Artículo Científico o Investigación.

Autor: Talia Lizbeth Tabango Guerrero

Fecha de recepción del abstract: 4 de diciembre de 2023

Fecha de entrega del informe: 4 de diciembre de 2023

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 los rubrics de evaluación de la traducción en Inglés, ésta alcanza un valor de 9, por lo cual se valida dicho trabajo.

Atentamente



Firmado electrónicamente por:
EDISON BOANERGES
PENAFIEL ARCOS

Ing. Edison Peñafiel Arcos MSc
Coordinador del CIDEN

Anexo 3. Evidencias de la investigación



Figura 9. Preparación del terreno.



Figura 10. Micronutriente silicio.



Figura 11. Fertilizante Silimagnum.



Figura 12. Abono 10-30-10.



Figura 13. Fertilizante Magnesio.



Figura 14. Presencia de primera plaga en el cultivo.



Figura 15. Gusano medidor falso.



Figura 16. Control fitosanitario.



Figura 17. Gusaphos.



Figura 18. Agronate.



Figura 19. Dinastia.



Figura 20. Shaman.



Figura 21. Aplicación de dosis.



Figura 22. Mezcla del fertilizante.



Figura 23. Control de malezas.



Figura 24. Aporque



Figura 25. Toma la variable altura de la planta en cm.



Figura 26. Longitud de la hoja en cm.



Figura 27. Medición de altura.



Figura 28. Cosecha de la pella.



Figura 29. Pesaje de la pella en gramos.

Anexo 4. Costos de producción.

Tabla 16. Costo de producción del cultivo de col en una Ha sin tratamientos.

COSTO DE PRODUCCIÓN POR HECTAREA				
CULTIVO: Col, variedad lombarda		SISTEMA: Semitecnificado		
PROVINCIA: Carchi		CANTÓN: Tulcán		
RESPONSABLE: Talia Lizbeth Tabango Guerrero		FECHA: 12-07-2023		
CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1.-COSTOS DIRECTOS				
Mano de obra :				
Surcado	2	Jornal	13	26
Siembra/fertilización	10	Jornal	13	130
Deshierbas/aporque	10	Jornal	13	130
Fumigación	2	Jornal	13	26
Cosecha	5	Jornal	13	65
				377
PLÁNTULAS				
Variedad lombarda	15321	unidad	0,024	367,704
FERTILIZANTES				
Silicio	12	kg	5,5	
Magnesio	24	kg	9,45	
Silimagnum	4	quintal	49	
(10-30-10)	2	quintal	43,35	
Gallinaza	150	quintal	4	600
				600
FITOSANITARIO				
INS SHAMAN 250 CC	1	unidad	10,19	10,19
INS DINASTIA 100 CC	1	unidad	7,60	7,60
INS AGRONNATE 90SP (100GR)	1	unidad	2,63	2,63
Gusapox	1	unidad	3	3
				23,41
MAQUINARIA/EQUIPOS/MATERIALES				
Arada/rastra/surcado	6	Hora	25	150
				150
POSCOSECHA				
Costales	221	unidad	0,25	55,25
Transporte	3	carro	15	45
				100,25
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN				1618,36

Tabla 17. Costo de producción del cultivo de col en 731 m².

COSTO DE PRODUCCIÓN EN 731m2				
CULTIVO: Col, variedad lombarda		SISTEMA: Semitecnificado		
PROVINCIA: Carchi		CANTÓN: Tulcán		
RESPONSABLE: Talia Lizbeth Tabango Guerrero		FECHA: 12-07-2023		
CONCEPTO	Cantidad	Unidad de medida	Precio unitario	Total
1.-COSTOS DIRECTOS				
Mano de obra :				
Surcado	2	Jornal	13	26
Siembra/fertilización	10	Jornal	13	130
Deshierbas/aporque	10	Jornal	13	130
Fumigación	2	Jornal	13	26
Cosecha	5	Jornal	13	65
				377
PLÁNTULAS				
Variedad lombarda	1120	unidad	0,024	26,9
FERTILIZANTES				
Silicio	1	kg	5,5	5,5
Magnesio	1	kg	9,45	9,45
Silimagnum	1	quintal	49	49
(10-30-10)	1	arroba	13,75	13,75
Gallinaza	4	quintal	4	16
				93,7
FITOSANITARIO				
INS SHAMAN 250 CC	1	unidad	10,19	10,19
INS DINASTIA 100 CC	1	unidad	7,60	7,60
INS AGRONNATE 90SP (100GR)	1	unidad	2,63	2,63
Gusapox	1	unidad	3	3
				23,4108
MAQUINARIA/EQUIPOS/MATERIALES				
Arada/rastra/surcado	1	Hora	10	10
Estacas	116	Unidad	0,25	29
Letreros	31	Unidad	0,45	13,95
Jeringas	4	Unidad	0,5	2
Baldes	2	Unidad	1,5	3
Cuchillo	1	unidad	1	1
Hilo atafacil	1	Unidad	4,69	4,69
				63,64
POSCOSECHA				
Costales	112	unidad	0,25	28
Transporte	1	carro	15	15
				43
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN				627,631