

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



T E S I S

**Efecto del azufre y zinc foliar en el rendimiento y el contenido de
vitamina C en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea var. italica*) en
condiciones de Yanahuanca - Pasco**

Para optar el título profesional de:

Ingeniero Agrónomo

Autores:

Bach. Susi Flor GABRIEL TRUJILLO

Bach. Jojans Jonatan LUCAS LOYOLA

Asesor:

Mg. Josué Hernán INGA ORTIZ

Cerro de Pasco – Perú – 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



T E S I S

**Efecto del azufre y zinc foliar en el rendimiento y el contenido de
vitamina C en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea var. italica.*) en
condiciones de Yanahuanca - Pasco**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Mg. Manuel LLANOS ZEVALLOS
PRESIDENTE

Mg. Fernando James ALVAREZ RODRIGUEZ
MIEMBRO

Mg. Fidel DE LA ROSA AQUINO
MIEMBRO



Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Unidad de Investigación

INFORME DE ORIGINALIDAD N° 084-2023/UIFCCAA/V

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión ha realizado el análisis con exclusiones en el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Presentado por

LUCAS LOYOLA, Jojans Jonatan

GABRIEL TRUJILLO, Susi Flor

Escuela de Formación Profesional
Agronomía - Yanahuanca

Tipo de trabajo

Tesis

Efecto del azufre y zinc foliar en el rendimiento y el contenido de vitaminas C en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea var. Italica*) en condiciones de Yanahuanca - Pasco

Asesor

Mg. INGA ORTIZ, Josué Hernán

Índice de similitud

13%

Calificativo

APROBADO

Se adjunta al presente el reporte de evaluación del software anti plagio.

Cerro de Pasco, 22 de agosto de 2023



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

Dr. Luis A. Huanes Tovar
Director

DEDICATORIA

Dedicamos esta tesis a nuestros hijos fruto de nuestro amor eterno, así mismo a nuestros padres, quienes nos apoyaron de manera especial en todo el proceso de la ejecución y en toda nuestra carrera profesional.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi reconocimiento al Mg. Josué Hernán Inga Ortiz por el asesoramiento en todo el proceso de ejecución de la presente tesis.

Es propicia la oportunidad para reconocer a los siguientes docentes de la UNDAC: Mg. Manuel LLANOS ZEVALLOS, Mg. Fernando James ALVAREZ RODRIGUEZ y al Mg. Fidel DE LA ROSA AQUINO, por haber revisado detenidamente la tesis y por las sugerencias realizadas para mejorar la redacción.

Agradecer también a mis profesores de la Escuela de Formación Profesional de Agronomía Filial Yanahuanca de la UNDAC por todos sus consejos y compartir sus conocimientos en los años que estuve en la universidad.

Así mismo agradecer a mis colegas de aula con quienes compartí muchas experiencias, gracias a todos por su amistad.

RESUMEN

El presente experimento se desarrolló en la localidad de Huaylasjirca distrito de Yanahuanca, provincia de Daniel Alcides Carrión región Pasco, en condiciones de campo. El objetivo de la investigación fue: Determinar el efecto del azufre y zinc foliar en el rendimiento y el contenido de vitamina C en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea var italica*). Se probaron dos variedades de brócoli y cuatro dosis de abono foliar a base de azufre y zinc (Davanco). El diseño estadístico utilizado fue de bloques completos al azar con arreglo factorial de 2 x 4 haciendo ocho tratamientos y tres repeticiones, también se realizó la prueba de Tukey para la comparación de los tratamientos, la fertilización se realizó conforme a las recomendaciones del análisis de suelo reportado por el Instituto Nacional de Innovación Agraria y se obtuvieron datos meteorológicos del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología. Los resultados fueron los siguientes: El efecto del azufre y zinc foliar mejora el rendimiento hasta 43 % y alcanzó 21.3 t/ha, el número de hojas mejoran en las variedades Marathon y Legacy, el diámetro mejoró en 22%, se redujo en 22 días la madurez del cultivo de brócoli y la precocidad en las variedades Legacy y Marathon fueron 91.6 y 91 días respectivamente, la dosis óptima de fertilización foliar a base de azufre y zinc (Davanco) es de 0.7 L/200L H₂O con tres aplicaciones durante el periodo vegetativo, el contenido de vitamina C en el cultivo de brócoli no se incrementa con el uso de fertilización foliar a base de azufre y zinc (Davanco).

Palabras clave: brócoli, azufre, zinc, rendimiento, precocidad, vitamina C.

ABSTRACT

The present experiment was carried out in the town of Huaylasjirca, Yanahuanca district, Daniel Alcides Carrión province, Pasco region, under field conditions. The objective of the research was: To determine the effect of foliar sulfur and zinc on yield and vitamin C content in broccoli (*Brassica oleracea var italica*) cultivation. Two varieties of broccoli and four doses of foliar fertilizer based on sulfur and zinc (Davanco) were tested. The statistical design used was complete random blocks with a 2 x 4 factorial arrangement, making eight treatments and three repetitions, the Tukey test was also carried out for the comparison of the treatments, fertilization was carried out according to the soil analysis reported by the National Institute of Agrarian Innovation and meteorological data were obtained from the National Meteorology and Hydrology Service. The results were the following: The effect of foliar sulfur and zinc improves yield up to 43% and reached 21.3 t/ha, the number of leaves improves in the Marathon and Legacy varieties, the diameter improves by 22%, it is reduced in 22 days the maturity of the broccoli crop and the earliness in the Legacy and Marathon varieties were 91.6 and 91 days recessively, the optimal dose of foliar fertilization based on sulfur and zinc (Davanco) is 0.7 L/200L H₂O with three applications during the period vegetative, the vitamin C content in the broccoli crop does not increase with the use of foliar fertilization based on sulfur and zinc (Davanco).

Keywords: broccoli, sulfur, zinc, yield, earliness, vitamin C.

INTRODUCCIÓN

El brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) es un cultivo altamente nutritivo y ampliamente consumido en todo el mundo debido a su contenido de vitaminas, minerales y compuestos bioactivos beneficiosos para la salud. Sin embargo, diversos factores pueden afectar su rendimiento y calidad nutricional. En este contexto, el azufre y el zinc foliar se han destacado como elementos esenciales en la nutrición de las plantas, desempeñando un papel crucial en su desarrollo y metabolismo.

El azufre es un nutriente secundario esencial para las plantas, ya que es un componente clave de aminoácidos, proteínas y enzimas. Además, participa en la síntesis de vitaminas y en la respuesta de defensa de las plantas frente a patógenos. Por otro lado, el zinc es un micronutriente esencial que desempeña un papel fundamental en la actividad enzimática y la producción de hormonas vegetales, lo que influye en el crecimiento, desarrollo y rendimiento de los cultivos.

El presente estudio se llevó a cabo en la localidad de Yanahuanca, ubicada en la región de Pasco, con el objetivo de evaluar el efecto del azufre y el zinc foliar en el rendimiento y el contenido de vitamina C en el cultivo de brócoli. Se realizaron ensayos con diferentes tratamientos que incluían la aplicación de distintas dosis de azufre y zinc a través de pulverizaciones foliares en las plantas de brócoli en etapas específicas de su desarrollo.

Se recolectaron datos sobre el rendimiento del cultivo, como el peso promedio de las cabezas de brócoli y otras variables. Además, se analizó el contenido de vitamina C en las muestras de brócoli obtenidas de los diferentes tratamientos. Los resultados obtenidos permitieron evaluar el efecto de los nutrientes aplicados en la productividad y calidad nutricional del brócoli en condiciones específicas de Yanahuanca región Pasco.

El estudio de los efectos del azufre y el zinc foliar en el rendimiento y contenido de vitamina C del cultivo de brócoli en la región de Yanahuanca es relevante, ya que puede proporcionar información valiosa para los agricultores y productores locales.

Además, los resultados obtenidos podrían contribuir a mejorar las prácticas de fertilización y manejo de nutrientes en el cultivo de brócoli, promoviendo un mayor rendimiento y una mayor calidad nutricional en este importante alimento.

El capítulo I describe todos los aspectos de la problematización, así mismo el planteamiento de objetivos, la justificación de la investigación y limitaciones que se presentaron en la ejecución. El capítulo II presenta el marco teórico conceptual, así como también el planteamiento de hipótesis a comprobar. El capítulo III describe los materiales y la metodología usada, la técnica de recopilación de datos, el procesamiento estadístico, así como también los aspectos éticos y filosóficos. El capítulo IV presenta los resultados, el análisis de varianza y prueba de Tukey para validar la hipótesis y la discusión de los resultados. Finalmente se presentan las conclusiones, recomendaciones y las referencias bibliográficas.

ÍNDICE

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	
ÍNDICE	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURAS	

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.	Identificación y determinación del problema	1
1.2.	Delimitación de la investigación	2
1.3.	Formulación del problema	3
1.3.1.	Problema general	3
1.3.2.	Problemas específicos	3
1.4.	Formulación de objetivos.....	4
1.4.1.	Objetivo general	4
1.4.2.	Objetivos específicos	4
1.5.	Justificación de la investigación	4
1.6.	Limitaciones de la investigación	5

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes del estudio	7
2.2.	Bases teóricas científicas	9
2.2.1.	La espinaca.....	9

2.2.2.	El azufre y zinc en la planta	19
2.2.3.	Azufre y zinc usados	21
2.3.	Definición de términos básicos.....	21
2.4.	Formulación de Hipótesis	22
2.4.1.	Hipótesis general.....	22
2.4.2.	Hipótesis Específicas	22
2.5.	Identificación de variables	22
2.6.	Definición operacional de variables e indicadores.....	23

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1.	Tipo de investigación	24
3.2.	Nivel de investigación	24
3.3.	Métodos de investigación	24
3.3.1.	Conducción del experimento.....	24
3.4.	Diseño de investigación	26
3.4.1.	Características del experimento	26
3.5.	Población y muestra	27
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	28
3.7.	Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos	28
3.8.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos	28
3.9.	Tratamiento Estadístico.....	30
3.10.	Orientación ética filosófica y epistémica.....	31

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	Descripción del trabajo de campo	33
4.2.	Presentación, análisis e interpretación de resultados	35

4.3. Prueba de Hipótesis	48
4.4. Discusión de resultados	48

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Pág.
Tabla 1 Valor nutricional de la pella de coliflor	18
Tabla 2 Operacionalización de variables.....	23
Tabla 3 Tratamientos en estudio de alfalfa.....	30
Tabla 4 Análisis de varianza para un DBCA con arreglo factorial.....	31
Tabla 5 Resultado de análisis de suelo para alfalfa	34
Tabla 6 Datos meteorológicos durante el desarrollo de la investigación	34
Tabla 7 Análisis de varianza para número de hojas por planta a la cosecha.....	35
Tabla 8 Prueba de Tukey para el factor variedad en el número de hojas por planta .	36
Tabla 9 Prueba de Tukey para el factor dosis de DavancoL SZn en el número de hojas por planta.....	36
Tabla 10 Prueba de Tukey para la interacción variedad de brócoli por dosis de DavancoL SZn en el número de hojas por planta.....	37
Tabla 11 Análisis de varianza para número de días a la maduración (n°)	38
Tabla 12 Prueba de Tukey para el factor variedad en el número de días a la maduración (n°)	38
Tabla 13 Prueba de Tukey para el factor dosis de DavancoL SZn en el número de días a la maduración	38
Tabla 14 Prueba de Tukey para la interacción variedades de brócoli por dosis de DavancoL SZn en el número de días a la maduración	39
Tabla 15 Análisis de varianza para diámetro de inflorescencia o pella (cm).....	40
Tabla 16 Prueba de Tukey para el factor variedad en el diámetro de inflorescencia o pella (cm).....	40
Tabla 17 Prueba de Tukey para el factor dosis de DavancoL SZn en el diámetro de inflorescencia o pella	40

Tabla 18 Prueba de Tukey para la interacción variedades de brócoli por dosis de DavancoL SZn en el diámetro de inflorescencia o pella	41
Tabla 19 Análisis de varianza para peso de inflorescencia o pella por planta (kg)	42
Tabla 20 Prueba de Tukey para el factor variedad en el peso de inflorescencia o pella por planta (kg).....	42
Tabla 21 Prueba de Tukey para el factor dosis de DavancoL SZn en el peso de inflorescencia o pella por planta (kg).....	43
Tabla 22 Prueba de Tukey para la interacción variedades de brócoli por dosis de DavancoL SZn en el peso de inflorescencia o pella por planta (kg)	43
Tabla 23 Análisis de varianza para rendimiento por hectárea (t/ha)	44
Tabla 24 Prueba de Tukey para el factor variedad en rendimiento por hectárea (t/ha)	45
Tabla 25 Prueba de Tukey para el factor dosis de DavancoL SZn en el rendimiento por hectárea (t/ha)	45
Tabla 26 Prueba de Tukey para la interacción variedades de brócoli por dosis de DavancoL SZn en el rendimiento por hectárea (t/ha)	45
Tabla 27 Análisis de varianza para contenido de vitamina C (mg/100 g de muestra).	46
Tabla 28 Prueba de Tukey para el factor variedad en rendimiento por hectárea (t/ha)	47
Tabla 29 Prueba de Tukey para el factor dosis de DavancoL SZn en el rendimiento por hectárea (t/ha)	47
Tabla 30 Prueba de Tukey para la interacción variedades de brócoli por dosis de DavancoL SZn en el rendimiento por hectárea (t/ha)	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Título	Pág.
Figura 1	Croquis del campo experimental	27
Figura 2	Detalles de la parcela experimental	27
Figura 3	Prueba de Tukey para la interacción variedad por dosis de DavancoL SZn en el número de hojas por planta.....	37
Figura 4	Número de días a la cosecha de brócoli con abono foliar de azufre y Zn.....	39
Figura 5	Diámetro de inflorescencia o pella de brócoli con abono foliar de azufre y Zn.	41
Figura 6	Peso de inflorescencia o pella de brócoli con abono foliar de azufre y Zn....	44
Figura 7	Rendimiento de brócoli con abono foliar de azufre y Zn.....	46
Figura 8	Rendimiento de brócoli con abono foliar de azufre y Zn.....	48

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

Este problema se origina en la ausencia de conocimiento científico sólido sobre cómo la aplicación de estos nutrientes (azufre y zinc) a las plantas de brócoli influye en su producción de rendimiento y contenido nutricional, especialmente en el contexto particular de Yanahuanca, Pasco. La investigación busca llenar este vacío de información y proporcionar una base sólida para tomar decisiones informadas en el manejo del cultivo y la mejora de su calidad nutricional en esta ubicación específica.

El rendimiento del cultivo de brócoli en nuestra Provincia Daniel Carrión es (14 ton/ha) y el primer distrito en la producción es Vilcabamba, seguido por el distrito de Tápuc; de acuerdo con el ministerio de agricultura de Daniel Carrión (MINAG, 2012). Tal vez sea por desconocimiento de su manejo, falta de difusión en relación a la siembra, presencia de plagas y enfermedades. Los suelos en la sierra del Perú a menudo son pobres en nutrientes y tienen una baja capacidad de retención de agua. Esto puede dificultar el crecimiento saludable de las plantas de brócoli y afectar su rendimiento. Es necesario implementar prácticas de fertilización y manejo del suelo adecuadas para contrarrestar estas limitaciones, así mismo suplir las deficiencias con aplicaciones foliares. En la

actualidad el mercado consumidor exige al productor hortalizas de calidad y calibre adecuado, en tal sentido en el mercado existen fertilizantes foliares a base de azufre y zinc, que son usados en otros cultivos, estos productos reaccionan de diferente manera según las condiciones ambientales y mejoran significativamente el rendimiento y calidad de los productos cosechados, sin embargo en la región Pasco aún no se han realizado investigaciones al respecto, ante estos problemas se plantea el trabajo de investigación con fines de dar a conocer el manejo y la importancia que tiene esta hortaliza con el uso de abonos foliares a base de azufre y zinc y de esa manera incrementar la calidad en el contenido de vitamina C. El azufre y el zinc son dos nutrientes cruciales para el desarrollo de las plantas, y su aplicación foliar puede influir positivamente en el crecimiento, rendimiento y contenido de vitamina C del brócoli

1.2. Delimitación de la investigación

Ubicación geográfica: La investigación se ejecutó exclusivamente en el área de Yanahuanca, Pasco, sin abordar variaciones que puedan surgir en otras ubicaciones debido a diferencias climáticas, edáficas u otras condiciones.

Cultivo específico: El estudio se enfocará únicamente en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea var. italica*) y no se extenderá a otros tipos de cultivos o especies.

Factores de estudio: Los factores de estudio se limitarán al efecto de la aplicación de azufre y zinc foliar. Otros factores agronómicos, como el tipo de suelo, la cantidad de agua, los fertilizantes nitrogenados, entre otros, se mantendrán constantes o serán controlados si es necesario.

Variables de estudio: Las variables de estudio estarán restringidas al rendimiento del cultivo (por ejemplo, peso de la cosecha, número de cabezas por planta) y al contenido de vitamina C en el brócoli.

Período de estudio: El estudio se realizará durante un período de tiempo específico, lo que podría excluir variaciones estacionales o anuales.

Tamaño y diseño experimental: Se establecerá un número específico de parcelas experimentales y repeticiones, limitando el tamaño muestral y la representatividad en función de recursos disponibles y consideraciones logísticas.

Análisis de resultados: El análisis estadístico se enfocará en la comparación entre los tratamientos de azufre y zinc foliar en términos de rendimiento y contenido de vitamina C, sin abordar análisis más profundos de relaciones causa-efecto.

Aspectos económicos y sociales: Los efectos económicos y sociales derivados de los cambios en el rendimiento y contenido nutricional podrían quedar fuera del alcance de la investigación.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cuál es efecto del azufre y zinc foliar en el rendimiento y el contenido de vitamina C en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea var italica*) en condiciones de Yanahuanca -Pasco?

1.3.2. Problemas específicos

- ¿Cómo se modifican las características morfológicas de las plantas de brócoli (*Brassica oleracea var Italica*) con el uso de fertilización foliar a base de azufre y zinc en condiciones de Yanahuanca – Pasco?
- ¿Cómo será la precocidad del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea var Italica*) con el uso de fertilización foliar a base de azufre y zinc en condiciones de Yanahuanca –Pasco?

- ¿Cuál será la dosis óptima de fertilización foliar a base de azufre y zinc en la producción del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea var Italica*) en condiciones de Yanahuanca –Pasco?
- ¿Cómo se modifica el contenido de vitamina C en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea var Italica*) con el uso de fertilización foliar a base de azufre y zinc en condiciones de Yanahuanca –Pasco?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo general

Determinar el efecto del azufre y zinc foliar en el rendimiento y el contenido de vitamina C en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea var italica*) en condiciones de Yanahuanca -Pasco.

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar las características morfológicas de las plantas de brócoli (*Brassica oleracea var Italica*) con el uso de fertilización foliar a base de azufre y zinc en condiciones de Yanahuanca –Pasco.
- Evaluar la precocidad del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea var Italica*) con el uso de fertilización foliar a base de azufre y zinc en condiciones de Yanahuanca –Pasco.
- Determinar la dosis óptima de fertilización foliar a base de azufre y zinc en la producción del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea var Italica*) en condiciones de Yanahuanca –Pasco.
- Determinar el contenido de vitamina C en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea var Italica*) con el uso de fertilización foliar a base de azufre y zinc en condiciones de Yanahuanca –Pasco

1.5. Justificación de la investigación

El brócoli es una hortaliza altamente nutritiva y ampliamente consumida en todo el mundo debido a su contenido de vitaminas, minerales y compuestos

bioactivos beneficiosos para la salud. La vitamina C, también conocida como ácido ascórbico, es un nutriente esencial presente en el brócoli que desempeña un papel crucial en el sistema inmunológico y actúa como antioxidante.

Yanahuanca, ubicada en la región de Pasco, es una zona con potencial agrícola, pero se enfrenta a desafíos específicos en términos de calidad del suelo y disponibilidad de nutrientes. El azufre y el zinc son dos elementos importantes para el crecimiento y desarrollo de las plantas, y se ha demostrado que su deficiencia afecta negativamente el rendimiento y la calidad de los cultivos.

En este contexto, la investigación busca evaluar el efecto de la aplicación foliar de azufre y zinc en el cultivo de brócoli en Yanahuanca. Se espera que esta intervención nutricional mejore el rendimiento de los cultivos al proporcionar los nutrientes esenciales que pueden estar limitados en el suelo. Además, se espera que esta aplicación tenga un impacto positivo en el contenido de vitamina C del brócoli, lo que aumentaría su valor nutricional y su potencial para mejorar la salud de los consumidores locales.

Los resultados de esta investigación podrían tener implicaciones significativas para los agricultores de Yanahuanca, ya que proporcionaría información sobre prácticas agrícolas sostenibles que pueden mejorar la productividad y la calidad de los cultivos. Además, al aumentar el contenido de vitamina C en el brócoli, esta investigación podría contribuir a la promoción de una alimentación más saludable y variada en la región, ayudando a combatir posibles deficiencias nutricionales.

1.6. Limitaciones de la investigación

Yanahuanca puede experimentar variaciones climáticas significativas a lo largo del año, lo que podría influir en los resultados de la investigación. Las condiciones ambientales, como la temperatura, la humedad y la cantidad de luz solar, pueden afectar el crecimiento y desarrollo de las plantas, así como la

absorción y utilización de nutrientes. Esta variabilidad climática puede dificultar la interpretación de los resultados y la comparación entre diferentes tratamientos.

La calidad del suelo puede variar considerablemente en diferentes áreas de Yanahuanca. Los factores como el pH, la textura, la fertilidad y la presencia de otros nutrientes pueden influir en la disponibilidad y absorción de azufre y zinc por parte de las plantas. Si existen deficiencias o desequilibrios nutricionales previos en el suelo, podrían afectar la respuesta de las plantas a la aplicación foliar de azufre y zinc. Es importante tener en cuenta las características del suelo y su impacto en los resultados de la investigación.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del estudio

En la provincia de Daniel Alcides Carrión, no se han llevado a cabo trabajos de investigación referente a uso de fertilizantes foliares a base de azufre y zinc. Sin embargo, en otras latitudes existen trabajos referentes al uso de fertilizantes a bases de azufre y zinc:

Awan *et al* (2020) investigando el efecto de nanopartículas de zinc sobre el crecimiento y rendimiento del brócoli llegó a los siguientes resultados: la aplicación de ZnO-NP al brócoli resultó en una mejora del 37,5% en la germinación de semillas, 56,6% en longitud de raíz, 16,6% en longitud de brote, 41% en peso de plántulas, 11,5% en número de hojas, 17,1% en altura de planta, 24,4% en área foliar. La clorofila, fenolátos, prolina y el contenido de azúcar también aumentaron en un 50%, 67,4%, 14,6% y 36,2% respectivamente en comparación con el tratamiento de agua destilada sin nanopartículas. Considerando que los resultados también resultaron más altos en eficiencia de las nanopartículas de óxido de zinc para mejorar el crecimiento de los cultivos en comparación con la sal de ZnSO₄ de tamaño macro solución. A partir de los resultados, se concluyó que las nanopartículas de óxido de zinc pueden ser un nano suplemento útil para mejorar la producción de coliflor.

Fernandes y Dalchiavon (2018) estudiando el efecto del zinc en el cultivo de maíz llegó a los siguientes resultados: fueron evaluadas las características vegetativas y reproductivas del maíz. Se realizó un análisis de variancia (test F) y de regresión ($p < 0,05$). El Zinc aplicado vía foliar incrementa el diámetro del tallo, altura de inserción y formación de espiga. Hubo decrecimiento de la masa de mil granos y productividad de granos para dosis creciente de Zinc. El Zinc es de extrema importancia para el desarrollo del cultivo de maíz, pues su aplicación proporciona respuesta significativa para las variables mencionadas.

Arias y Puerta (2004) investigando el efecto del Azufre foliar en palma aceitera reportan: Se observó una fuerte relación entre la Materia Orgánica y el S-Asimilable en el suelo, con una correlación significativa de 0.99, indicando que a medida que una de estas variables aumenta, la otra también lo hace. Además, se encontró una correlación destacada de 0.98 en todas las muestras analizadas entre el S-Asimilable en el suelo y el S-Foliar en las hojas de la planta. En cuanto a la relación entre el S-Total y el S-Asimilable en el suelo, se evidenció una correlación significativamente alta de 0.99, lo que sugiere que una gran proporción del azufre total presente en el suelo se convierte en una forma asimilable por la planta.

Wingeyer et al (2005) estudiando el efecto foliar del azufre en el cultivo de soya reporta: la aplicación de S foliar no incrementó el rendimiento, probablemente asociado al efecto fitotóxico de ésta. Se llega a la conclusión de que, en suelos del sudeste bonaerense con una historia agrícola prolongada, en los cuales los cultivos de soja tienen una nodulación adecuada, los procesos de Fijación Biológica de Nitrógeno (FBN), la disponibilidad de nitrógeno (N) en forma mineral y el N liberado durante el ciclo de cultivo son adecuados para satisfacer las necesidades de cultivos con rendimientos de hasta 4500 kg por hectárea.

2.2. Bases teóricas - científicas

2.2.1. La espinaca

A. Origen y distribución

Según Ugás (2000) el brócoli es una verdura de la familia de las crucíferas que se cultiva por sus floretes comestibles verdes. Su origen se remonta a la región del Mediterráneo oriental, donde se han encontrado evidencias de su cultivo desde la antigua Grecia y Roma. A lo largo de los siglos, el brócoli se ha extendido a diferentes partes del mundo debido a su valor nutricional y su versatilidad culinaria; en la actualidad, el brócoli se cultiva en todo el mundo, desde América del Norte y Europa hasta Asia y Oceanía. Los principales países productores de brócoli incluyen China, India, Estados Unidos, México, España e Italia. La expansión del cultivo se ha debido en parte a la creciente conciencia sobre los beneficios para la salud del brócoli, ya que es una fuente rica en vitaminas, minerales y compuestos antioxidantes.

B. Taxonomía

Según Strasburger (1956), menciona que la clasificación taxonómica del brócoli es:

Orden: Cruciferae

Familia : Crucíferas

N. Científico: *Brassica oleracea* Var. *botrytis*

N. Común : Brócoli.

C. Descripción botánica

Lozada (1997), explica la descripción morfológica del brócoli:

Hojas y Tallo: El brócoli se caracteriza por tener hojas de color verde intenso que crecen alrededor de un tallo central grueso y compacto. Las hojas son alternas y generalmente más grandes en

la base de la planta, volviéndose más pequeñas y menos abundantes hacia la parte superior del tallo. Las hojas pueden tener bordes dentados o ligeramente ondulados.

Inflorescencia: La parte más distintiva del brócoli es su inflorescencia comestible, que está formada por una agrupación compacta de brotes florales inmaduros. Estos brotes, también conocidos como "cabezas" o "corimbos", están rodeados por hojas más pequeñas y protegen las flores en desarrollo. Dependiendo de la variedad, el color de los brotes puede variar desde verde oscuro hasta verde claro o incluso morado.

Flores: Si se permite que la planta continúe su ciclo de crecimiento, las flores se desarrollarán a partir de los brotes. Las flores individuales son pequeñas, con cuatro pétalos, y típicamente tienen un color amarillo brillante. Sin embargo, en la mayoría de las variedades comerciales, se cosechan los brotes antes de que las flores se abran por completo.

Raíces: Las raíces del brócoli son del tipo fibroso, extendiéndose en el suelo para absorber agua y nutrientes. Son esenciales para el crecimiento y el anclaje de la planta en el suelo.

Ciclo de Vida: El brócoli es un cultivo anual de ciclo corto, lo que significa que completa su ciclo de crecimiento en un solo año. Generalmente, se cultiva durante los meses fríos o frescos, ya que las altas temperaturas pueden afectar negativamente su desarrollo.

D. Condiciones edafo climáticas

Martín (2000), menciona que los requerimientos edafo climáticos que requiere el brócoli es:

Temperatura: El brócoli prospera en temperaturas frescas y moderadas. La temperatura ideal para el crecimiento del brócoli está

en el rango de 18°C a 24°C. Las temperaturas extremadamente altas pueden provocar floración prematura (antes de la formación de los brotes) y afectar negativamente la calidad de los brotes.

Luz: El brócoli requiere una cantidad adecuada de luz solar para un crecimiento saludable. Aunque puede tolerar algo de sombra parcial, se desarrollará mejor con al menos 6 horas de luz solar directa al día.

Humedad: El brócoli prefiere un ambiente con humedad moderada. Demasiada humedad y falta de aireación pueden aumentar el riesgo de enfermedades fúngicas y dañar la calidad de los brotes. Por otro lado, la sequedad extrema también puede ser perjudicial para el cultivo.

Viento: El viento fuerte puede dañar las plantas de brócoli, especialmente si son jóvenes y tiernas. Un lugar donde el cultivo esté protegido de vientos fuertes puede ser beneficioso.

Estación de cultivo: El brócoli se desarrolla mejor durante las estaciones frescas, como la primavera y el otoño. En algunas regiones, también se puede cultivar en invierno si las temperaturas no son demasiado frías.

Clima: El brócoli puede crecer en una variedad de climas, pero se adapta mejor a climas templados y subtropicales. No obstante, algunas variedades están diseñadas para tolerar temperaturas más frías y pueden cultivarse en climas más fríos

Suelo

Según Pérez *et al.* (2008) los suelos para el brócoli son:

Textura: Los suelos de textura media a franca (mezcla de arena, limo y arcilla) suelen ser los más adecuados para el brócoli. Estos suelos

ofrecen un equilibrio entre el drenaje y la retención de agua y nutrientes.

Drenaje: El drenaje adecuado es esencial para evitar el exceso de agua alrededor de las raíces y prevenir problemas como el encharcamiento y enfermedades radiculares. Los suelos con buen drenaje permiten que el agua se mueva libremente y no se acumule en exceso.

pH del suelo: El brócoli prefiere un pH del suelo en el rango de 6.0 a 7.5. Esto proporciona condiciones óptimas para la absorción de nutrientes esenciales. Realizar pruebas de pH del suelo y corregir según sea necesario es importante para un cultivo saludable.

Fertilidad: Los suelos ricos en materia orgánica y nutrientes favorecen el crecimiento del brócoli. La incorporación de compost o materia orgánica antes de la siembra puede mejorar la estructura del suelo y la disponibilidad de nutrientes.

Nutrientes: El brócoli requiere un suministro adecuado de nutrientes, como nitrógeno, fósforo, potasio y micronutrientes. Realizar análisis de suelo antes de la siembra puede ayudar a determinar las necesidades nutricionales y ajustar los fertilizantes en consecuencia.

Aireación: Los suelos bien aireados permiten que las raíces respiren y crezcan de manera óptima. Evitar la compactación del suelo es importante para garantizar una buena aireación.

Rotación de cultivos: Evitar plantar brócoli en los mismos lugares año tras año ayuda a prevenir la acumulación de plagas y enfermedades específicas del brócoli en el suelo.

Suelos libres de salinidad: El brócoli es sensible a la salinidad del suelo, por lo que se deben evitar suelos con altos niveles de sal.

E. Tecnología de producción

Becerra (1979), expone que una buena tecnología de producción para el cultivo del brócoli sigue los siguientes procedimientos:

- Preparación de terreno

Esta labor se inicia con una buena limpieza del terreno (piedras, malezas, etc.), posteriormente se procede a un riego de enseo y cuando el terreno se encuentra a punto se procede a realizar la roturación de la misma, efectuando dos pasadas de rastra (horizontal y vertical), posteriormente se realiza el desterronado y nivelado del terreno, para finalmente realizar el trazado de los surcos de acuerdo a los distanciamientos que se desea explotar.

- Distanciamiento

Entre surcos 0.70 m y entre plantas 0.40 - 0.50 m. A un solo lado del surco.

- Siembra

Inicialmente, el proceso de establecimiento del brócoli involucra su siembra en almácigos como una etapa primordial para garantizar un manejo adecuado. En un sitio predeterminado, se lleva a cabo la siembra en almácigos. Una vez que las plantas alcanzan una altura aproximada de 15 a 20 centímetros, se procede a realizar el trasplante al terreno definitivo. En cuanto a la cantidad requerida de semillas, se recomienda utilizar entre 3 a 4 kilogramos por hectárea.

- Trasplante

Esta actividad se lleva a cabo una vez que la planta ha finalizado su crecimiento en las camas de almácigo y ha alcanzado una altura de 15 a 20 centímetros. Para asegurar el éxito del proceso de producción, es esencial seleccionar las plántulas más fuertes

y resistentes. Utilizando una máquina trasplantadora, se posicionan las pequeñas plantas en la parte central del surco que previamente ha sido humedecido. Después de este procedimiento, se efectúa un riego con una cantidad significativa de agua para facilitar la adecuada fijación de las raíces en el suelo.

- **Variedades**

Según TQC (2011) y Serfi (2012) existen las siguientes variedades de brócoli: Tiburón, Coronado, Batavia, Marathon, Monaco y Legacy.

- **Abonamiento**

UNT (2009) y FIA (1999) hacen referencia a la significativa influencia del nitrógeno en aspectos cruciales como la cantidad y tamaño de las plantas de brócoli, promoviendo la vitalidad y un desarrollo acelerado de las mismas. Por otro lado, destacan que el fósforo adquiere gran relevancia en la fase subsiguiente del desarrollo del brócoli, específicamente durante la etapa de formación de las primeras hojas. Respecto al potasio, este ejerce un impacto en la calidad y cantidad de las cabezas del brócoli, por lo tanto, se recomienda aplicar la siguiente fórmula de fertilización:

- Nitrógeno: 120 - 140 Kg/ha
- Fósforo: 40 - 60 Kg/ha
- Potasio: 60 - 80 Kg/ha.

Además, es esencial que el agricultor tenga en cuenta que antes de proceder con la labranza del suelo, se requiere la incorporación de una considerable cantidad de materia orgánica (estiércol), a razón de 15 toneladas por hectárea.

- **Labores culturales**

Ibotec (2006) afirma que en cultivo de brócoli es importante realizar las siguientes labores:

- **Riegos**

Esta labor se realiza en los lugares en donde se siembra bajo secano se debe de ejecutar en forma continua y frecuente, especialmente al cambio de surco.

- **Cultivo**

Es fundamental llevar a cabo las labores de deshierbo de manera puntual con el propósito de prevenir que las malezas compitan con el cultivo, lo que podría resultar en una producción por debajo de las expectativas. La primera ronda de deshierbo debe ejecutarse aproximadamente 45 días después del proceso de trasplante.

- **Plagas y enfermedades**

El brócoli tiene problemas de las siguientes plagas y enfermedades:

Plagas:

Pulgones: Insectos pequeños y chupadores que se alimentan de la savia de las plantas, debilitando su crecimiento y propagando virus.

Gusanos cortadores: Larvas que se alimentan de las hojas del brócoli, causando daños al masticar el follaje.

Orugas: Larvas de mariposas que pueden dañar las hojas y los brotes del brócoli al alimentarse de ellos.

Trips: Pequeños insectos que se alimentan de las hojas y pueden causar daños al disminuir la calidad del producto final.

Mosca blanca: Insecto que se alimenta de la savia de las plantas, debilitándolas y propagando enfermedades.

Enfermedades:

Mildiu: Enfermedad fúngica que aparece como manchas amarillas en las hojas, con un crecimiento blanco y polvoriento en el envés.

Moho blanco: Otro tipo de enfermedad fúngica que forma un crecimiento blanco algodonoso en las hojas y brotes.

Marchitez bacteriana: Enfermedad bacteriana que provoca la marchitez de las plantas y puede propagarse por el suelo o mediante herramientas de cultivo.

Podredumbre negra: Enfermedad fúngica que afecta principalmente las raíces y la base del tallo, causando necrosis y pudrición.

Virus del mosaico del brócoli: Virus transmitido por pulgones que causa deformaciones y mosaicos en las hojas, lo que afecta la calidad de los brotes.

Clubroot: Enfermedad que afecta las raíces y provoca hinchazones anormales, debilitando la planta y disminuyendo la producción.

- **Cosecha**

La cosecha del brócoli se realiza cuando éste ha alcanzado el máximo desarrollo, esté bien duro y no ceda a la presión de los dedos, esto sucede a los 5 o 6 meses).

F. Fisiología de crecimiento

Martín (2000), comenta que el cultivo de brócoli tiene la siguiente fisiología de crecimiento:

Germinación y Emergencia: Esta etapa comienza con la siembra de las semillas en el suelo. Después de la siembra, las semillas germinan y emergen como plántulas jóvenes.

Fase de Almacigo: Las plántulas jóvenes se cultivan en almacigos hasta que alcanzan un tamaño adecuado para el trasplante al campo. Durante esta fase, las plantas desarrollan un sistema radicular fuerte y hojas bien formadas.

Trasplante: Las plántulas se trasplantan del almacigo al campo definitivo cuando alcanzan una altura de 15 a 20 centímetros. Esta es una etapa crítica para establecer un buen sistema de raíces y asegurar una plantación uniforme en el campo.

Crecimiento Vegetativo: Después del trasplante, las plantas de brócoli experimentan un período de crecimiento vegetativo intenso. Durante esta fase, se desarrollan hojas adicionales y se forma la cabeza central, que eventualmente se convertirá en el brote comestible.

Formación de la Cabeza: En esta etapa, se desarrolla la cabeza de brócoli. La cabeza es una inflorescencia compacta de brotes florales inmaduros. Su tamaño y densidad varían según la variedad y las condiciones de cultivo.

Madurez y Cosecha: La cabeza de brócoli alcanza su tamaño óptimo para la cosecha. El momento adecuado para la cosecha es cuando los brotes florales están firmes y compactos, antes de que comiencen a florecer. La cosecha se realiza cortando la cabeza junto con un poco de tallo.

Finalización del Ciclo: Después de la cosecha, algunas variedades pueden continuar produciendo brotes laterales más pequeños a lo largo de las ramas laterales. A medida que avanza la temporada y las condiciones climáticas cambian, las plantas eventualmente completan su ciclo de crecimiento.

G. Valor nutricional

Carlier (1970), manifiesta que el brócoli tiene el siguiente valor nutricional:

Tabla 1 *Valor nutricional de la pella de coliflor*

Valor nutricional de la coliflor en 100 g de sustancia	
Agua (%)	92
Energía (kcal)	24
Proteína (g)	2.0
Grasa (g)	0.2
Carbohidratos (g)	4.9
Fibra (g)	0.9
Calcio (mg)	29
Fósforo (mg)	46
Hierro (mg)	0.6
Sodio (mg)	15
Potasio (mg)	355
Vitamina A (U.I.)	16
Tiamina (mg)	0.08
Riboflavina (mg)	0.06
Niacina (mg)	0.63
Ácido ascórbico (mg)	71.5
Vitamina B ₆ (mg)	0.23

Fuente: Carlier 1970

2.2.2. El azufre y zinc en la planta

- El azufre

El azufre es un nutrimento importante no solo en la producción de las cosechas, sino también en la calidad de las mismas ya que es constituyente de algunos aminoácidos. Algunas plantas lo requieren en cantidades similares a la del fósforo y otras en cantidades superiores (Tisdale & Platou, 1981).

El contenido de azufre en los suelos minerales varía entre 0.02% y 0.2%. Los suelos orgánicos presentan a veces hasta el 1% de azufre (Fasbender, 1980).

El azufre en el suelo se encuentra en formas orgánicas e inorgánicas. La porción relativa de cada una de ellas depende del clima y las propiedades de los suelos. Por lo general en zonas áridas, predominan los sulfatos precipitados como el calcio, magnesio, sodio y potasio. Mientras que en climas húmedos las formas orgánicas adquieren mayor importancia (Tisdale & Nelson). Hasta hace poco tiempo el registro de deficiencia de azufre solo aparecía a nivel de ensayos de campo y fue detectado en trabajos realizados por Zaire y Ello, debido a aplicaciones excesivas de boro en las plantaciones de materia en donde el suelo es totalmente controlado el síntoma de la deficiencia de azufre es muy parecido al del nitrógeno. Las hojas son pequeñas y de color verde pálido o casi blanco. Ha aparecido algo de líneas entre las nervaduras, más tarde se observan manchas necróticas pardas en las hojas más viejas seguida de necrosis Terminal (Hartley, 1983).

- El Zinc

Araujo y Silva (2012) menciona que el Zn es un micronutriente limitante, debido a su baja concentración en el suelo. El Zn se oculta

con frecuencia en arcilla, oscilando entre el 30 y el 60% del total, mientras que parte de ella está adsorbida en materia orgánica. Sin embargo, el Zn puede suministrarse mediante tratamiento de semillas, a través de las hojas, o indirectamente por aplicación al suelo (Gonçalves Júnior et al., 2007).

Dado que el Zn tiene baja o poca movilidad en el suelo, su absorción por las plantas es difícil, especialmente durante las etapas vegetativas cuando la demanda es mayor. Debido a tales efectos, otros medios, como el suministro a través de las hojas, han sido empleado para evitar la aparición de visibles o deficiencias ocultas que comprometerían el desarrollo del cultivo (Marióstica y Feijó, 2013).

Las plantas necesitan una cantidad muy pequeña de zinc porque es un micronutriente y en comparación con los macronutrientes los micronutrientes se necesitan en cantidades muy pequeñas. Pero la disponibilidad de micronutrientes a las plantas es muy inferior y es un problema real, que deben abordarse (Narayanamma et al., 2007). Deficiencia de micronutrientes como el zinc pueden causar muchos problemas en plantas como crecimiento físico anormal, actividad enzimática reducida y finalmente un metabolismo alterado (Baybordi, 2006). El zinc es necesario para el normal funcionamiento de hormonas (auxina e IAA). También ha sido reportado para el funcionamiento normal de la clorofila y para una mejor producción de carbohidratos por parte de las plantas, se requiere zinc. El zinc también juega un papel muy activo en ayudar al metabolismo de las plantas durante la oxidación estrés (Sheikh et al., 2009).

2.2.3. Azufre y zinc usados

Cbi (2021) mencionan que el Davancol presenta una composición garantizada: g/L Azufre Total (S) 228.0, Zinc total (Zn) 147.0, Carbono Orgánico Oxidable 238.0, Aminoácidos totales* 48.7, pH en solución al 10% 2.94, Densidad a 20°C 1.6 g/mL, Conductividad Eléctrica 1.6 dS/m. Contiene los siguientes aminoácidos (10): Ácido aspártico, Ácido glutámico, Cisteína, Alanina, Serina, Treonina, Prolina, Metionina, Fenilalanina, Lisina. Fertilizante con alto contenido de Azufre y Zinc, ideal para todo tipo de cultivos. Contiene aminoácidos. Ideal para superar etapas de estrés del cultivo. DAVANCOL es un fertilizante orgánico mineral para aplicación foliar, el cual contiene en su formulación Azufre, Zinc, Ácidos Orgánicos y Policarboxílicos. Su contenido de Zinc favorece etapas de floración y su contenido de aminoácidos le otorga propiedades anti estresantes.

2.3. Definición de términos básicos

- **Azufre:** Elemento químico, S, de número atómico 16. Los isótopos estables conocidos y sus porcentajes aproximados de abundancia en el azufre natural son éstos: 32S (95.1%); 33S (0.74%); 34S (4.2%) y 36S (0.016%). La proporción del azufre en la corteza terrestre es de 0.03-0.1%. Con frecuencia se encuentra como elemento libre cerca de las regiones volcánicas (depósitos impuros).
- **Zinc:** El zinc, también escrito cinc, es un elemento químico esencial de número atómico 30 y símbolo Zn, situado en el grupo 12 de la tabla periódica de los elementos.
- **Fertilizante foliar:** El fertilizante foliar es aquel cuyos elementos nutritivos se destinan a ser aplicados, normalmente por pulverización, a la masa foliar del cultivo. ... La aplicación de los fertilizantes foliares se utilizan como complemento de la fertilización en el suelo.

- **Rendimiento:** Pero pueden estimarse unos rendimientos normales entre 15.000 y 25.000 kg/ha. El brócoli ha sido calificado como la hortaliza de mayor valor nutritivo por unidad de peso de producto comestible.
- **Vitamina C:** es una vitamina hidrosoluble. Es necesaria para el crecimiento y desarrollo normales. Las vitaminas hidrosolubles se disuelven en agua.

2.4. Formulación de Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

El efecto del azufre y zinc foliar será positivo en el rendimiento y el contenido de vitamina C en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea var italica*) en condiciones de Yanahuanca -Pasco.

2.4.2. Hipótesis Específicas

- Las características morfológicas de las plantas de brócoli (*Brassica oleracea var Italica*) se modifican positivamente con el uso de fertilización foliar a base de azufre y zinc en condiciones de Yanahuanca –Pasco.
- La precocidad del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea var Italica*) es positivo con el uso de fertilización foliar a base de azufre y zinc en condiciones de Yanahuanca –Pasco.
- La dosis óptima de fertilización foliar a base de azufre y zinc en la producción del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea var Italica*) en condiciones de Yanahuanca –Pasco es de 1.5 litros/ha.
- El contenido de vitamina C en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea var Italica*) se incrementa con el uso de fertilización foliar a base de azufre y zinc en condiciones de Yanahuanca –Pasco.

2.5. Identificación de variables

Variable independiente

Efecto del azufre y zinc foliar.

Variable dependiente

Rendimiento y el contenido de vitamina C en el cultivo de brócoli
(*Brassica oleracea var italica*)

Variable interviniente: Condiciones de Yanahuanca –Pasco.

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

Tabla 2 Operacionalización de variables

Variables	Indicadores	Unidad de medida
Variable independiente	•% de prendimiento	%
Efecto del azufre y zinc foliar	•Número de hojas por planta •Días a la maduración	n° n°
Variable dependiente	•Diámetro de la inflorescencia	cm
Rendimiento y el contenido de vitamina C en el cultivo de brócoli (<i>Brassica oleracea var italica</i>).	•Daño de plagas y enfermedades •Peso de pellas por planta •Rendimiento por hectárea •Contenido de vitamina C	% g kg/ha mg en 100 g de muestra

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

Este estudio tiene un carácter aplicado y experimental, debido a que se utilizan diferentes herramientas y conocimientos previos para observar el efecto del azufre y zinc foliar en el cultivo de brócoli.

3.2. Nivel de investigación

En la presente investigación se trabajó a un nivel descriptivo y explicativo de cómo influye el azufre y zinc foliar en el rendimiento y contenido de vitamina C en el cultivo de brócoli.

3.3. Métodos de investigación

Se utilizó el método científico con observaciones, registros y análisis de datos.

3.3.1. Conducción del experimento

a. Preparación y demarcación del Terreno

Se realizó la labor de macheteo por la presencia de malezas, luego se procedió a la demarcación del área del terreno, bloque y de cada parcela experimental. Esta labor se realizó en el mes de agosto del 2018.

b. Siembra del cultivo de brócoli

Para realizar la siembra del cultivo de brócoli se desinfectó la semilla con captan a razón de 10 gr/Kg de semilla. La siembra del brócoli se realizó en almácigo en bandejas para posteriormente ser trasplantada en campo definitivo colocando una planta por golpe, con distanciamiento entre surco de 0.70 m. y entre plantas 0.50 m. Esta labor se realizará el mes de diciembre.

c. Fertilización

Se realizó en base a los resultados del respectivo análisis de suelo (Observar sección anexos).

d. Aporque

Se ejecutó el aporque del cultivo de brócoli a los 30 días después del trasplante, esta labor se realizó a fines de diciembre y el segundo aporque treinta días después.

e. Control de Malezas

Durante el experimento se realizó desyerbos con azadón, según fue la necesidad de limpiar el cultivo de malezas, se realizó en el mes de junio, julio y agosto. Esta labor es importante para evitar la competencia con el cultivo.

f. Control fitosanitario

Control de plagas

Se realizó una inspección en las primeras etapas de la planta y se encontraron pulgones que se controló con 50 ml de cipermetrina por 20 litros de agua, el porcentaje de daño no fue superior al 5 %.

Control de enfermedades

Se realizó la verificación en los primeros estados de la planta y se tuvo presencia de mildiu, por lo que se controló con metalaxil a

razón de 60 g por mochila de 20 litros de agua la enfermedad no causó daño económico.

g. Cosecha

La cosecha se realizó en 150 días después del trasplante, en forma manual y se realizó aproximadamente en el mes de marzo.

3.4. Diseño de investigación

Se utilizó el Diseño de Bloques Completo al Azar (DBCA) con arreglo factorial de 2 x 4 haciendo un total de 8 tratamientos y tres repeticiones. La unidad experimental consistió de una parcela (2.8 m x 2.5 m). El área total del experimento fue de 212.8 m².

3.4.1. Características del experimento

a. Del campo experimental

- Largo: 22.4 m
- Ancho: 9.5 m
- Área total: 212.8 m²
- Área Experimental: 168 m²
- Área de caminos: 44.8 m²

b. De la parcela

- Largo: 2.8 m
- Ancho: 2.5 m
- Área neta: 7.0 m²

c. Bloques

- Largo: 22.4 m
- Ancho: 2.5 m
- Total: 56.0 m²
- N° de parcelas por bloque: 8
- N° total de parcelas del experimento: 24

Figura 1 Croquis del campo experimental

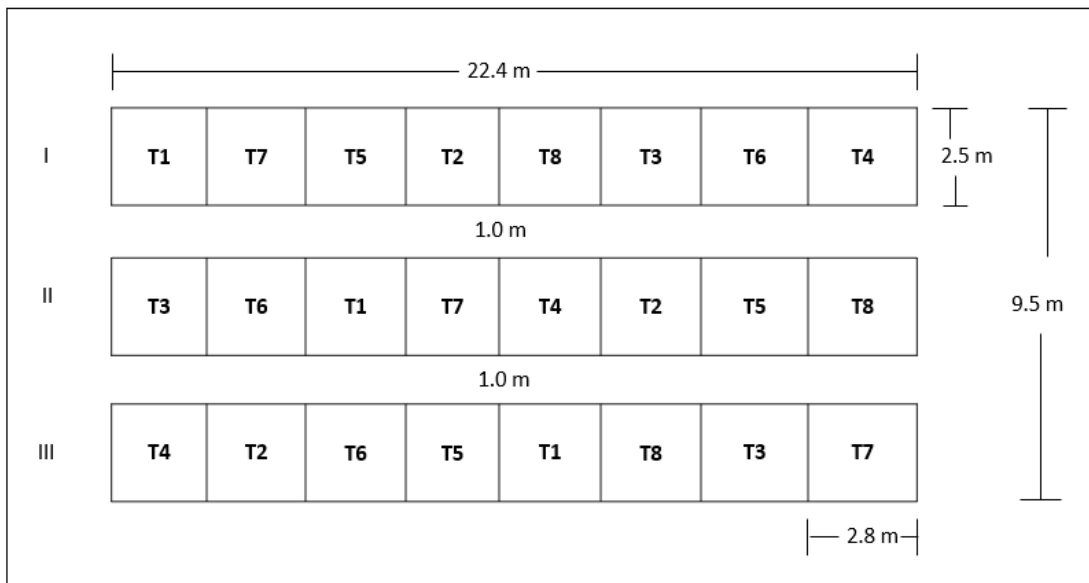
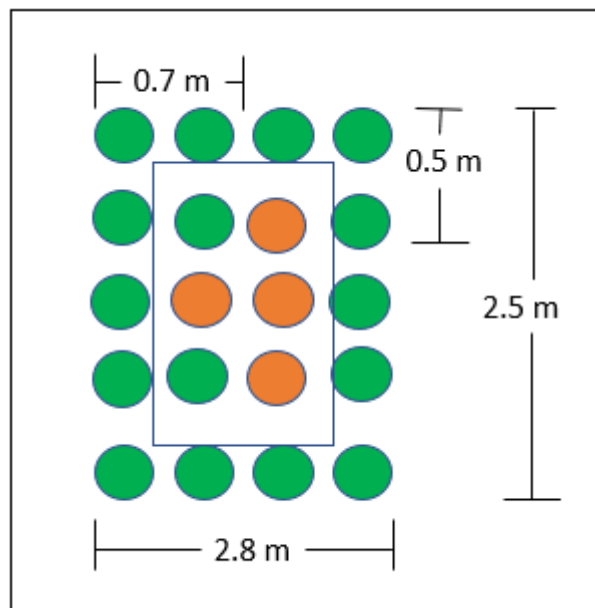


Figura 2 Detalles de la parcela experimental



3.5. Población y muestra

Población

La población fue de 480 plantas de brócoli que fueron sembradas; en tres repeticiones o bloques y un área de 212.8 m² donde cada parcela experimental contó con 20 plantas.

Muestra

El muestreo en cada parcela experimental fue al azar, cuatro plantas de brócoli haciendo un total de 12 plantas por tratamiento evaluadas, considerando los tres bloques.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

- Observación experimental
- Análisis documental

Se realizó el muestreo de suelo de acuerdo a las normas técnicas de suelo, luego estas muestras uniformizadas fueron entregadas al laboratorio de análisis de suelo del Instituto Nacional de Innovación Agraria Santa Ana Huancayo. También se obtuvo información meteorológica del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del SENAMHI a fin de analizar los datos climatológicos.

3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación

Se utilizó el sistema internacional de unidades para evaluar cada indicador, tales como: razón (% visual), metro, conteo, balanza electrónica, vernier, el cual se describe en la operacionalización de variables.

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Las evaluaciones se realizaron desde el día de instalación del experimento, octubre de 2020, con una frecuencia de cada 15 días a partir de entonces. Se evaluaron doce plantas por cada tratamiento, evaluando las siguientes variables:

a. Porcentaje de prendimiento (%)

Se evaluó contando las plantas prendidas a los 15 días después del trasplante, la que se empleó la fórmula:

$$\% \text{ de prendimiento} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de plantas prendidas}}{\text{N}^\circ \text{ de plantas trasplantadas}} \times 100$$

b. Número de hojas por planta

Se cuantificó el número de hojas por planta, cuando estas estuvieron ya formadas.

c. Días a la maduración

Se determinó este dato cuando el 50% de todas las plantas de cada tratamiento alcanzaron su madurez comercial.

d. Altura de planta de brócoli.

Se evaluará la altura de planta cada 10 días después de la emergencia del brócoli hasta inicio de floración, con la ayuda de una regla, considerando desde el ras del suelo hasta la parte terminal de la planta.

e. Diámetro de la inflorescencia del brócoli.

Se evaluó el diámetro de la inflorescencia al final de su desarrollo, con la ayuda de una regla vernier.

f. Número de pellas por planta.

Se realizará el conteo de número de pellas que presenten cada planta de brócoli, considerando desde que la pella (brócoli) recién se ha formado.

g. Registro de insectos plagas y enfermedades

Se registró los insectos plagas y enfermedades que causaron daño al cultivo de brócoli desde la siembra hasta la cosecha.

h. Peso de cada florete por planta.

La evaluación consistió en determinar el peso de las pellas de brócoli de cada planta con la ayuda de una balanza, inmediatamente después de haber cosechado, la que fue expresada en gramos.

i. Rendimiento por hectárea

Se realizó el pesado de las pellas al estado verde y se ejecutó el cálculo respectivo de rendimiento por hectárea.

j. Determinación de vitamina C

Se enviaron las muestras a la Universidad Nacional Agraria la Molina, al laboratorio de calidad total.

3.9. Tratamiento Estadístico

Factor A: variedades de brócoli

a₁: Legacy

a₂: Marathon

Factor B: dosis de azufre y zinc

b₁: DavancoL SZn 0.5 L/200L de agua

b₂: DavancoL SZn 0.6 L/200L de agua

b₃: DavancoL SZn 0.7 L/200L de agua

b₄: sin azufre y zinc

Al combinar los factores A y B se tiene 8 tratamientos.

Tabla 3 *Tratamientos en estudio de alfalfa*

Tratamientos	Combinaciones
T1	a ₁ : Legacy b ₁ : 0.5 L/200L de agua
T2	a ₁ : Legacy b ₂ : 0.6 L/200L de agua
T3	a ₁ : Legacy b ₃ : 0.7 L/200L de agua
T4	a ₁ : Legacy b ₄ : sin azufre y zinc
T5	a ₂ : Marathon b ₁ : 0.5 L/200L de agua
T6	a ₂ : Marathon b ₂ : 0.6 L/200L de agua
T7	a ₂ : Marathon b ₃ : 0.7 L/200L de agua
T8	a ₂ : Marathon b ₄ : sin azufre y zinc

Aplicación de DavancoL (azufre + zinc)

La primera aplicación fue al trasplante, la segunda y tercera aplicación se realizaron cada 15 días después de la primera aplicación.

Los datos recolectados para las distintas variables fueron sometidos a un análisis de varianza (ANAVA, $\alpha \leq 0.05$) utilizando el paquete estadístico Infostat, mediante el siguiente modelo general lineal.

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \gamma_k + \varepsilon_{ijk}$$

Y_{ijk} = variable observada o medida en el ijk -ésima unidad experimental

μ = media general

α_i = efecto del i -ésimo nivel del factor "V".

β_j = efecto del j -ésimo nivel del factor "B".

$(\alpha\beta)_{ij}$ = efecto de la interacción entre el i -ésimo nivel del factor "V" y el j -ésimo nivel del factor "B".

γ_k = efecto del k -ésimo bloque.

ε_{ijk} = error experimental asociado a la ijk -ésima unidad experimental.

Además, se realizó la prueba de Tukey para la comparación de medias.

Esquema del análisis de varianza:

Tabla 4 *Análisis de varianza para un DBCA con arreglo factorial*

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculado
Tratamiento	($ab-1$)	SC Trat	CM Trat	
A	($a-1$)	SC(A)	SC(A) / ($a-1$)	CM(A) / CM(Error)
B	($b-1$)	SC(B)	SC(B) / ($b-1$)	CM(B) / CM(Error)
AxB	($a-1$) ($b-1$)	SC(AB)	SC(AB)/($a-1$) ($b-1$)	CM(AB) / CM(Error)
Error	($ab-1$) ($r-1$)	SC(Error)	SC(Error)/($ab-1$) ($r-1$)	
Total	$abr-1$	SC(Total)		

3.10. Orientación ética filosófica y epistémica

Autoría: Se puede precisar con claridad que GABRIEL TRUJILLO Susi Flor y LUCAS LOYOLA Jojans Jonatan son autores del presente trabajo de investigación.

Originalidad: Las citas y textos mencionados en este trabajo de investigación han sido revisados por los autores y figuran en la bibliografía sin modificar su contenido.

Reconocimiento de fuentes: En la bibliografía se citaron fuentes de varios autores sin cambiar su contenido según el formato de la 7ª edición de APA.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo

4.1.1. Ubicación geográfica y características meteorológicas

La presente investigación se realizó en condiciones de campo:

Región: Pasco

Provincia: Daniel Alcides Carrión

Distrito: Yanahuanca

Lugar: Huaylasjirca

Altitud: 3250 m.s.n.m

Latitud Sur: 10°31'0.01" S

Longitud Oeste: 76°29'55" W

4.1.2. Análisis de suelo

Se tomaron muestras de cinco puntos de la parcela donde se instaló el experimento, luego se tomó una muestra de 1 kg y se envió al laboratorio de suelos del Instituto Nacional de Innovación Agraria INIA - Estación Experimental Santa Ana Huancayo para su respectivo análisis.

Los resultados se muestran en la sección anexos, la recomendación para el cultivo de brócoli fue: 150-200-80 kg/ha de NPK (Puenayan et al, 2009).

Tabla 5 Resultado de análisis de suelo para brócoli

Valores		Interpretación del Análisis Químico
pH	6.8	Neutro
M.O	3.7 %	Alto
P	54.2 ppm	Tiene un contenido alto
K	215.3 ppm	El contenido es alto
N	0.21%	El contenido es alto

Fuente: INIA Huancayo.

Leiva et al (2017) manifiesta que el brócoli se desarrolla muy bien en suelos francos, arenosos, con pH ácido, neutro o básico, requiere un drenaje moderado y días soleados.

4.1.3. Datos meteorológicos

Tabla 6 Datos meteorológicos durante el desarrollo de la investigación

Meses	Temperatura		Humedad	Precipitación
	Max	Min	Relativa %	Total, mensual (mm)
Diciembre-2021	21.4	9.7	70.5	43.5
Enero-2022	20.4	9.2	86.8	85.6
Febrero-2022	22.1	8.4	79.7	151.0
Marzo-2022	20.4	8.8	84.0	52.5
Abril-2022	21.0	5.3	82.2	76.1
Mayo-2022	21.8	7.9	80.0	21.3
Total, de pp				430.0

Fuente: Estaciones meteorológica SENAMHI- Yanahuanca

Los datos completos de cada mes se presentan en el anexo 01.

- **Interpretación de los datos meteorológicos**

De acuerdo a los datos meteorológicos durante la campaña de producción del cultivo de brócoli se reportó temperaturas mínimas en el mes de abril del 2022 con 5.3 °C y temperaturas máximas en el mes de mayo del 2022 con 21.8 °C, la precipitación total durante el desarrollo del cultivo de alfalfa fue de 430.0 mm desde el mes de diciembre del 2021 hasta el mes de mayo del 2022, por lo que fue necesario la adición de riego en meses con baja precipitación y para favorecer el desarrollo del cultivo de brócoli se realizó por gravedad.

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

4.2.1. Porcentaje de prendimiento en campo (%)

Los resultados del porcentaje de prendimiento se encuentran en la sección anexo, en todos los tratamientos el prendimiento fue 100% ya que se usó plantas producidas en bandejas y se escogió las mejores plantas.

4.2.2. Número de hojas por planta (n°)

Tabla 7 Análisis de varianza para número de hojas por planta a la cosecha

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculado	F Tabulada 0.05
Bloques	2	0.06	0.03	0.70	3.73 n.s.
Variedades	1	0.38	0.38	8.33	4.6 *
SZn	3	31.17	10.39	230.86	3.34 *
Var. * SZn.	3	0.10	0.03		
Error	14	0.63	0.05		
Total	23	32.33			

CV: 1.45 %

En la tabla 7 se presenta el análisis de varianza para número de hojas por planta donde se puede apreciar que para la fuente de variación bloques no existe diferencia significativa y si existe para variedades, Azufre Zinc e interacción entre ellos, esto se debe a la aplicación de abono foliar a base de S Zn, así mismo, se observa que el coeficiente de variabilidad fue de 1,45 % y

según la escala de calificación es considerado como homogéneo, por lo que podemos afirmar que los datos fueron tomados de una manera correcta.

Tabla 8 Prueba de Tukey para el factor variedad en el número de hojas por planta

OM	Variedades	Promedio (n°) $\alpha=0.05$
1	Marathon	14.79 a
2	Legacy	14.54 b

La prueba de Tukey para el factor variedad en el número de hojas por planta muestra que la variedad de brócoli Marathon supera estadísticamente a la variedad Legacy.

Tabla 9 Prueba de Tukey para el factor dosis de DavancoL SZn en el número de hojas por planta

OM	Dosis DavancoL SZn	Promedio (n°) $\alpha=0.05$
1	b3 DavancoL 0.7 L/200LH ₂ O	16.28 a
2	b2 DavancoL 0.6 L/200LH ₂ O	15.15 b
3	b1 DavancoL 0.5 L/200LH ₂ O	13.88 c
4	b4 Sin SZn	13.35 d

La prueba de Tukey para el factor dosis de DavancoL SZn muestra que la dosis alta (0.7 L/200LH₂O) logra formar mayor número de hojas por planta con 16.28 y cuando no se aplica el abono el número de hojas es menor 13.35 y entre dosis existe diferencia estadística.

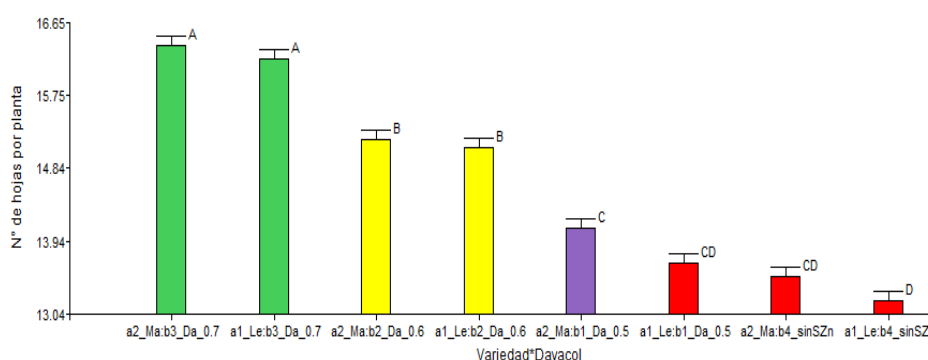
Es importante tener en cuenta que el efecto del abono foliar puede variar dependiendo de las condiciones específicas del suelo y del cultivo, así como de la dosis y el momento de aplicación. Se recomienda seguir las indicaciones del fabricante y realizar un seguimiento adecuado para evaluar los resultados. En general, el uso de abonos foliares a base de azufre y zinc puede ser una estrategia beneficiosa para optimizar el crecimiento y la producción de brócoli.

Tabla 10 Prueba de Tukey para la interacción variedad de brócoli por dosis de DavancoL SZn en el número de hojas por planta

OM	Trat.	Combinación	Prom (n°)	Sig. $\alpha = 0.05$
1	T7	a2: Marathon b3: 0.7 L/200L H ₂ O	16.37	A
2	T3	a1: Legacy b3: 0.7 L/200L H ₂ O	16.20	A
3	T6	a2: Marathon b2: 0.6 L/200L H ₂ O	15.20	B
4	T2	a1: Legacy b2: 0.6 L/200L H ₂ O	15.10	B
5	T5	a2: Marathon b1: 0.5 L/200L H ₂ O	14.10	C
6	T1	a1: Legacy b1: 0.5 L/200	13.67	CD
7	T8	a2: Marathon b4: sin azufre y zinc	13.50	CD
8	T4	a1: Legacy b4: sin azufre y zinc	13.20	D

La tabla 10 muestra que las dos variedades de brócoli Marathon y Legacy a dosis alta de abono foliar DavancoL (azufre y zinc) logran formar mayor cantidad de hojas y entre T7 y T3 no existe diferencia estadística (A), el T4 ocupó el último lugar, sin embargo, no existe diferencia con los tratamientos T8 y T1 (D).

Figura 3 Prueba de Tukey para la interacción variedad por dosis de DavancoL SZn en el número de hojas por planta



La figura 3 muestra el efecto de diferente dosis de abono foliar a base azufre y zinc en el número de hojas de dos variedades del cultivo de brócoli.

4.2.3. Días a la maduración (n°)

Tabla 11 *Análisis de varianza para número de días a la maduración (n°)*

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculado	F Tabulada 0.05
Bloques	2	3.58	1.79	0.77	3.73 n.s.
Variedades	1	0.17	0.17	0.07	4.6 n.s.
SZn	3	1590.83	530.28	229.01	3.34 *
Var. * SZn.	3	6.33	2.28		
Error	14	32.42	2.32		
Total	23	1633.83			

CV: 1.54 %

Según la tabla 11 del análisis de varianza para número de días a la maduración, se observa que para la fuente de variación de bloques y variedades no existe diferencia significativa y sí existe para abono SZn, se observa que el coeficiente de variabilidad fue de 1,54 % considerándose según la escala de calificación como homogéneo, por lo que podemos afirmar que los datos fueron tomados de una manera correcta.

Tabla 12 *Prueba de Tukey para el factor variedad en el número de días a la maduración (n°)*

OM	Variedades	Promedio (n°) $\alpha=0.05$
1	Marathon	99.17 a
2	Legacy	99.00 a

La tabla 12 muestra que entre las variedades no existe diferencia en los días a la maduración, es decir maduran en simultaneo.

Tabla 13 *Prueba de Tukey para el factor dosis de DavancoL SZn en el número de días a la maduración*

OM	Dosis DavancoL SZn	Promedio (n°) $\alpha=0.05$
1	b4 Sin SZn	112.67 a
2	b2 DavancoL 0.6 L/200LH ₂ O	97.50 b
3	b1 DavancoL 0.5 L/200LH ₂ O	94.83 c
4	b3 DavancoL 0.7 L/200LH ₂ O	91.33 d

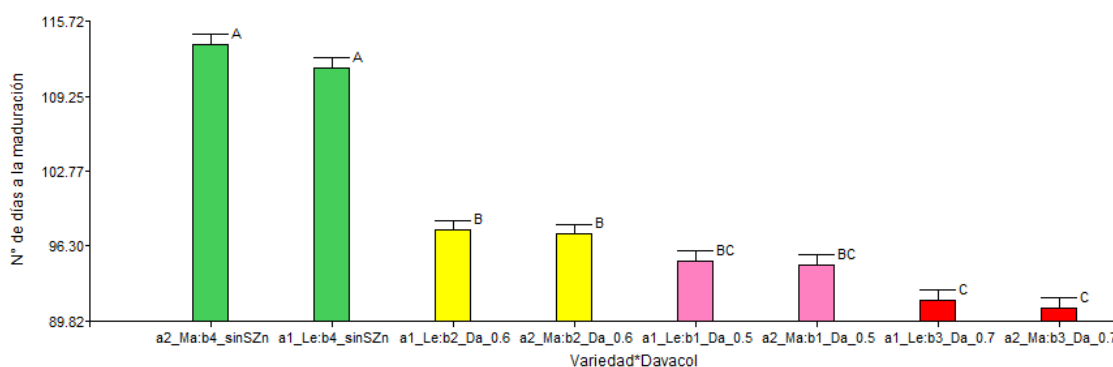
La tabla 13 muestra que sin la aplicación de azufre y zinc foliar el periodo vegetativo se alarga y con la dosis alta de Davanco se logra cosechar 21 días antes.

Tabla 14 Prueba de Tukey para la interacción variedades de brócoli por dosis de Davanco SZn en el número de días a la maduración

OM	Trat.	Combinación	Prom (n°)	Sig. $\alpha = 0.05$
1	T8	a2: Marathon b4: sin azufre y zinc	113.67	A
2	T4	a1: Legacy b4: sin azufre y zinc	111.67	A
3	T2	a1: Legacy b2: 0.6 L/200L H ₂ O	97.67	B
4	T6	a2: Marathon b2: 0.6 L/200L H ₂ O	97.33	B
5	T1	a1: Legacy b1: 0.5 L/200	95.00	B C
6	T5	a2: Marathon b1: 0.5 L/200L H ₂ O	94.67	B C
7	T3	a1: Legacy b3: 0.7 L/200L H ₂ O	91.67	C
8	T7	a2: Marathon b3: 0.7 L/200L H ₂ O	91.00	C

La tabla 14 muestra que sin la aplicación de abono foliar a base de azufre y zinc el cultivo se extiende en ambas variedades de brócoli y el cultivo se acorta con dosis alta del abono foliar.

Figura 4 Número de días a la cosecha de brócoli con abono foliar de azufre y Zn.



La figura 4 muestra el efecto del abono foliar a base de azufre y zinc en el cultivo de brócoli, y se observa que a dosis altas la precocidad es favorable y se podrá cosechar anticipadamente.

4.1.1. Diámetro de inflorescencia o pella (cm)

Tabla 15 *Análisis de varianza para diámetro de inflorescencia o pella (cm)*

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculado	F Tabulada 0.05
Bloques	2	0.17	0.08	0.22	3.73 n.s.
Variedades	1	0.06	0.06	0.16	4.6 n.s.
SZn	3	153.51	51.17	137.04	3.34 *
Var. * SZn.	3	0.91	0.30		
Error	14	5.23	0.37		
Total	23	159.87			

CV: 3.08 %

En la tabla 15 de análisis de varianza para diámetro de inflorescencia o ella se muestra que existe diferencia estadística para la fuente de variación abono foliar azufre y zinc (SZn) y para las fuentes de variación bloques y variedad no existe diferencia estadística. Así mismo se observa que el coeficiente de variabilidad es de 3,08 % lo cual es aceptable para este tipo de ensayos en campo.

Tabla 16 *Prueba de Tukey para el factor variedad en el diámetro de inflorescencia o pella (cm)*

OM	Variedades	Promedio (cm) $\alpha=0.05$
1	Marathon	19.87 a
2	Legacy	19.77 a

La tabla 16 muestra que entre las variedades no existe diferencias estadísticas en cuanto al diámetro de la inflorescencia o pella.

Tabla 17 *Prueba de Tukey para el factor dosis de DavancoL SZn en el diámetro de inflorescencia o pella (cm)*

OM	Dosis DavancoL SZn	Promedio (cm) $\alpha=0.05$
1	b3 DavancoL 0.7 L/200LH ₂ O	22.90 a
2	b2 DavancoL 0.6 L/200LH ₂ O	21.55 b
3	b1 DavancoL 0.5 L/200LH ₂ O	18.27 c
4	b4 Sin SZn	16.55 d

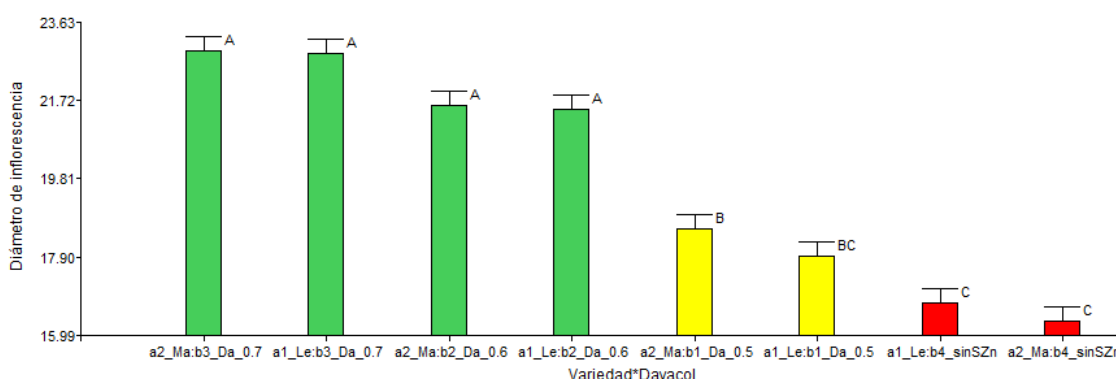
La tabla 17 muestra que cuando no se usa abono foliar a base de azufre y zinc el diámetro de pella disminuye y a dosis altas se muestra un buen desarrollo de la cabeza, inflorescencia o pella.

Tabla 18 Prueba de Tukey para la interacción variedades de brócoli por dosis de DavancoL SZn en el diámetro de inflorescencia o pella

OM	Trat.	Combinación	Prom (cm)	Sig. $\alpha = 0.05$
1	T7	a2: Marathon b3: 0.7 L/200L H ₂ O	22.93	A
2	T3	a1: Legacy b3: 0.7 L/200L H ₂ O	22.87	A
3	T6	a2: Marathon b2: 0.6 L/200L H ₂ O	21.60	A
4	T2	a1: Legacy b2: 0.6 L/200L H ₂ O	21.50	A
5	T5	a2: Marathon b1: 0.5 L/200L H ₂ O	18.60	B
6	T1	a1: Legacy b1: 0.5 L/200	17.93	BC
7	T4	a1: Legacy b4: sin azufre y zinc	16.77	C
8	T8	a2: Marathon b4: sin azufre y zinc	16.33	C

La tabla 18 muestra que las dosis altas del abono foliar a base de azufre y zinc (DavancoL) forman mayor diámetro de pella y entre T7, T3, T6 y T2 no existe diferencia estadística.

Figura 5 Diámetro de inflorescencia o pella de brócoli con abono foliar de azufre y Zn.



La figura 5 muestra el efecto del abono foliar a base de azufre y zinc en el cultivo de brócoli, y se observa que a dosis alta se forma mayor diámetro de cabeza, pella o inflorescencia.

4.2.4. Peso de inflorescencia o pella por planta (kg)

Los resultados de la evaluación se muestran en la sección de Anexo.

Tabla 19 *Análisis de varianza para peso de inflorescencia o pella por planta (kg)*

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculado	F Tabulada 0.05
Bloques	2	0.0011	0.00054	8.14	3.73 *
Variedades	1	0.00082	0.00082	12.36	4.6 *
SZ	3	0.25	0.08	1274.5	3.34 *
Var. * SZ.	3	0.01	0.0038	57.26	3.34 *
Error	14	0.00092	0.000066		
Total	23	0.27			

CV: 1.40 %

En la tabla 19 se reporta el análisis de varianza para peso de inflorescencia o pella donde, muestra que entre todas las fuentes de variación existe diferencia estadística. Así mismo se observa que el coeficiente de variabilidad es 1,40 % lo que según Calzada (1982) se considera como homogéneo, lo que indica que los datos fueron tomados de una manera correcta.

Tabla 20 *Prueba de Tukey para el factor variedad en el peso de inflorescencia o pella por planta (kg)*

OM	Variedades	Promedio (kg) $\alpha=0.05$
1	Marathon	0.59 a
2	Legacy	0.57 b

La tabla 20 muestra que existe diferencia estadística en cuanto a peso de pella o inflorescencia entre las dos variedades, obteniendo mayor peso la variedad Marathon. El azufre es esencial para la síntesis de proteínas y enzimas, lo que puede favorecer un crecimiento vigoroso de las hojas y un desarrollo adecuado de la pella. Por otro lado, el zinc es necesario para la

producción de hormonas vegetales y para el correcto funcionamiento de las enzimas involucradas en la formación de tejidos y órganos.

Tabla 21 Prueba de Tukey para el factor dosis de DavancoL SZn en el peso de inflorescencia o pella por planta (kg)

OM	Dosis DavancoL SZn	Promedio (kg) $\alpha=0.05$
1	b3 DavancoL 0.7 L/200LH ₂ O	0.74 a
2	b2 DavancoL 0.6 L/200LH ₂ O	0.61 b
3	b1 DavancoL 0.5 L/200LH ₂ O	0.51 c
4	b4 Sin SZn	0.47 d

La tabla 21 muestra que a dosis alta del abono foliar a base de azufre y zinc las pellas o cabezas alcanzan un mayor peso y con respecto al testigo se gana 270 gramos más. Además, se observa que entre las diferentes dosis existe diferencia estadística.

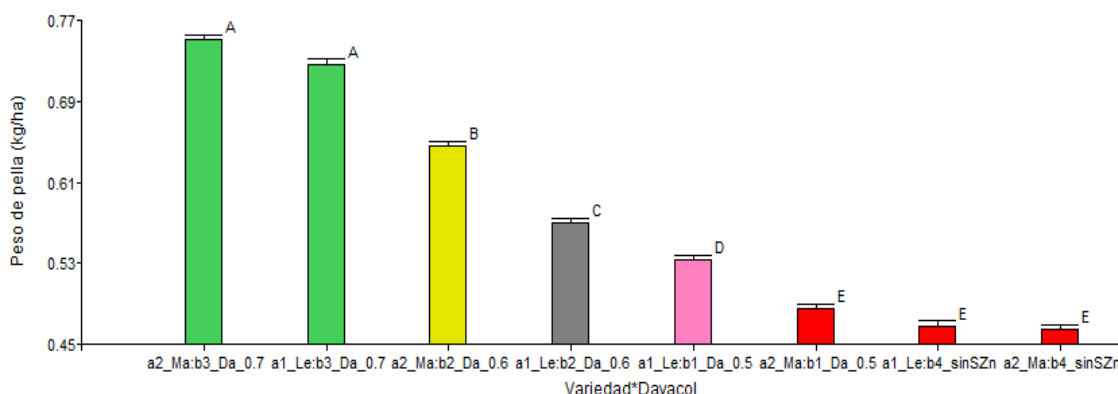
Tabla 22 Prueba de Tukey para la interacción variedades de brócoli por dosis de DavancoL SZn en el peso de inflorescencia o pella por planta (kg)

OM	Trat.	Combinación	Prom (kg)	Sig. $\alpha = 0.05$
1	T7	a2: Marathon b3: 0.7 L/200L H ₂ O	0.75	A
2	T3	a1: Legacy b3: 0.7 L/200L H ₂ O	0.72	A
3	T6	a2: Marathon b2: 0.6 L/200L H ₂ O	0.64	B
4	T2	a1: Legacy b2: 0.6 L/200L H ₂ O	0.57	C
5	T1	a1: Legacy b1: 0.5 L/200	0.53	D
6	T5	a2: Marathon b1: 0.5 L/200L H ₂ O	0.49	E
7	T4	a1: Legacy b4: sin azufre y zinc	0.47	E
8	T8	a2: Marathon b4: sin azufre y zinc	0.47	E

La tabla 22 muestra que los tratamientos T7 y T3 lograron mayor peso, ambas a dosis alta y entre ellas no existe diferencia estadística (A), los tratamientos T5, T4 y T8 ocuparon los últimos lugares y entre ellos no existe diferencia estadística. El abono foliar a base de azufre y zinc puede tener un impacto positivo en el peso de la pella del brócoli. Tanto el azufre como el zinc

desempeñan roles importantes en el desarrollo de las plantas y en la formación de estructuras como la cabeza o pella del brócoli.

Figura 6 *Peso de inflorescencia o pella de brócoli con abono foliar de azufre y Zn.*



La figura 6 muestra el efecto del abono foliar a base de azufre y zinc (Davacol) en el cultivo de brócoli, y se observa que a dosis alta se logra mayor peso de cabeza, pella o inflorescencia.

4.2.5. Rendimiento por hectárea (t/ha)

Tabla 23 *Análisis de varianza para rendimiento por hectárea (t/ha)*

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculado	F Tabulada 0.05
Bloques	2	0.64	0.32	3.06	3.73 n.s.
Variedades	1	4.91	4.91	46.79	4.6 *
SZ	3	210.85	70.28	670.42	3.34 *
Var. * SZ.	3	7.69	2.56	24.47	3.34 *
Error	14	1.47	0.10		
Total	23	225.56			

CV: 1.92 %

En la tabla 23 de análisis de varianza para rendimiento por hectárea, muestra que no existe diferencia estadística para la fuente de variación bloques y si existe diferencia en las demás fuentes de variación. De igual forma se observa que el coeficiente de variabilidad es de 1,92 % lo cual es aceptable para este tipo de ensayos en campo.

Tabla 24 Prueba de Tukey para el factor variedad en rendimiento por hectárea (t/ha)

OM	Variedades	Promedio (t/ha) $\alpha=0.05$
1	Marathon	17.31 a
2	Legacy	16.40 b

La tabla 24 muestra que la variedad Marathon presenta mayor rendimiento y supera estadísticamente a la variedad Legacy.

Tabla 25 Prueba de Tukey para el factor dosis de DavancoL SZn en el rendimiento por hectárea (t/ha)

OM	Dosis DavancoL SZn	Promedio (t/ha) $\alpha=0.05$
1	b3 DavancoL 0.7 L/200LH ₂ O	21.05 a
2	b3 DavancoL 0.6 L/200LH ₂ O	17.97 b
3	b2 DavancoL 0.5 L/200LH ₂ O	15.24 c
4	b4 Sin SZn	13.16 d

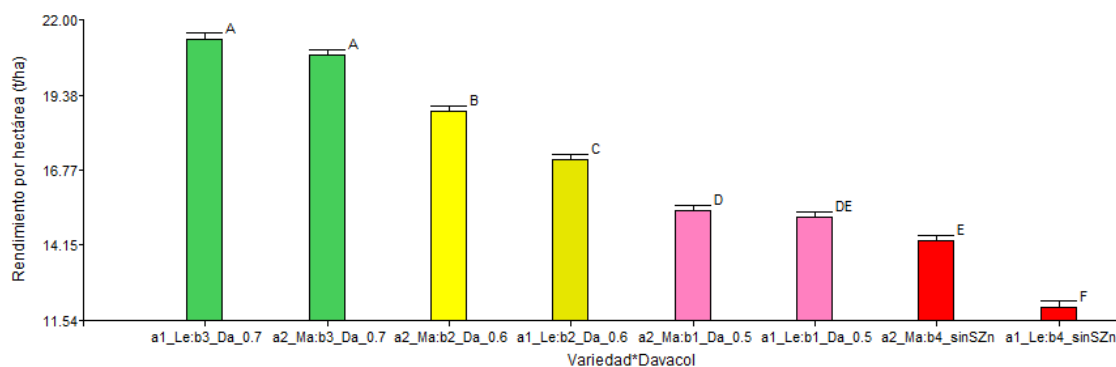
La dosis alta de azufre y zinc foliar mejora el rendimiento del cultivo de brócoli y supera estadísticamente a las demás dosis.

Tabla 26 Prueba de Tukey para la interacción variedades de brócoli por dosis de DavancoL SZn en el rendimiento por hectárea (t/ha)

OM	Trat.	Combinación	Prom (t/ha)	Sig. $\alpha = 0.05$
1	T3	a1: Legacy b3: 0.7 L/200L H ₂ O	21.34	A
2	T7	a2: Marathon b3: 0.7 L/200L H ₂ O	20.77	A
3	T6	a2: Marathon b2: 0.6 L/200L H ₂ O	18.80	B
4	T2	a1: Legacy b2: 0.6 L/200L H ₂ O	17.13	C
5	T5	a2: Marathon b1: 0.5 L/200L H ₂ O	15.35	D
6	T1	a1: Legacy b1: 0.5 L/200	15.13	DE
7	T8	a2: Marathon b4: sin azufre y zinc	14.30	E
8	T4	a1: Legacy b4: sin azufre y zinc	12.01	F

La tabla 26 muestra que a dosis alta de azufre y zinc foliar (Davanco) presenta un efecto significativo en ambas variedades de brócoli (A). Los tratamientos T4, T8 y T1 ocuparon los últimos lugares y entre el primer lugar y el último existe una diferencia de 9.33 t/ha.

Figura 7 Rendimiento de brócoli con abono foliar de azufre y Zn.



La figura 7 muestra el efecto del abono foliar a base de azufre y zinc (Davanco) en el cultivo de brócoli y se observa que a dosis alta se logra mayor rendimiento por hectárea.

4.2.6. Contenido de vitamina C (mg /100 g de muestra)

Tabla 27 Análisis de varianza para contenido de vitamina C (mg /100 g de muestra)

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculado	F Tabulada 0.05
Bloques	2	0.20	0.10	1.20	3.73 n.s.
Variedades	1	0.01	0.01	0.08	4.6 n.s.
SZ	3	0.11	0.04	0.43	3.34 *
Var. * SZ.	3	0.09	0.03	0.36	3.34 n.s
Error	14	1.17	0.08		
Total	23	1.58			

CV: 0.33 %

La tabla 27 del análisis de varianza para contenido de vitamina C muestra que no existe diferencia estadística para todas las fuentes de variación. Así mismo se observa que el coeficiente de variabilidad es de 0.33 % lo cual es aceptable para este tipo de ensayos en campo.

Tabla 28 Prueba de Tukey para el factor variedad en el contenido de vitamina C (mg /100 g de muestra)

OM	Variedades	Promedio (mg /100 g de muestra) $\alpha=0.05$
1	Legacy	89.06 a
2	Marathon	89.03 a

La tabla 28 muestra que el contenido de vitamina C es igual estadísticamente entre ambas variedades de brócoli.

Tabla 29 Prueba de Tukey para el factor dosis de DavancoL SZn en el contenido de vitamina C (mg /100 g de muestra)

OM	Dosis DavancoL SZn	Promedio (mg /100 g de muestra) $\alpha=0.05$
1	b2 DavancoL 0.6 L/200LH ₂ O	89.13 a
2	b3 DavancoL 0.7 L/200LH ₂ O	89.07 a
3	b1 DavancoL 0.5 L/200LH ₂ O	89.02 a
4	b4 Sin SZn	88.95 a

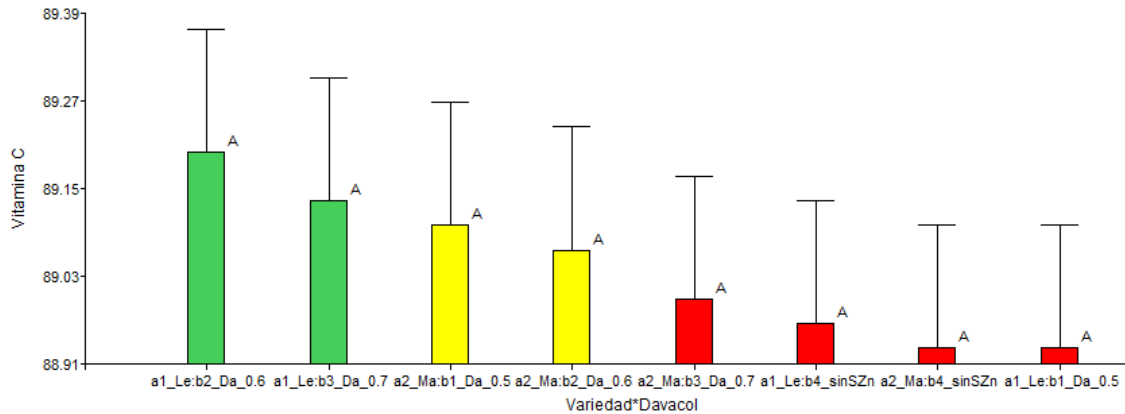
La tabla 29 muestra que entre las dosis de abono foliar a base de azufre y zinc no existe diferencia estadística en el contenido de vitamina C.

Tabla 30 Prueba de Tukey para la interacción variedades de brócoli por dosis de DavancoL SZn en el contenido de vitamina C (mg /100 g de muestra)

OM	Trat.	Combinación	Prom (mg /100 g de muestra)	Sig. $\alpha = 0.05$
1	T2	a1: Legacy b2: 0.6 L/200L H ₂ O	89.20	A
2	T3	a1: Legacy b3: 0.7 L/200L H ₂ O	89.13	A
3	T5	a2: Marathon b1: 0.5 L/200L H ₂ O	89.10	A
4	T6	a2: Marathon b2: 0.6 L/200L H ₂ O	89.07	A
5	T7	a2: Marathon b3: 0.7 L/200L H ₂ O	89.00	A
6	T4	a1: Legacy b4: sin azufre y zinc	88.97	A
7	T8	a2: Marathon b4: sin azufre y zinc	88.93	A
8	T1	a1: Legacy b1: 0.5 L/200	88.93	A

La tabla 30 muestra que las diferentes dosis de abono foliar a base de azufre y Zinc no presentan diferencia estadística en canto al contenido de vitamina C.

Figura 8 Rendimiento de brócoli con abono foliar de azufre y Zn.



La figura 8 muestra el efecto significativo del abono foliar a base de azufre y zinc (Davancol) en el contenido de vitamina C en el cultivo de brócoli.

4.3. Prueba de Hipótesis

Se cumple la hipótesis general planteada, porque el efecto del azufre y zinc foliar fue positivo en el rendimiento y el contenido de vitamina C en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea var italica*) en condiciones de Yanahuanca -Pasco, esta hipótesis es validada con el análisis de varianza y con la respectiva prueba estadística de Tukey, descritas anteriormente.

4.4. Discusión de resultados

4.4.1. Número de hojas por planta (n°)

En nuestra investigación se encontró que las variedades Marathon y Legacy presentan 16.37 y 16.20 hojas respectivamente con la aplicación de 0.7 L/200L H₂O de Davancol azufre y zinc foliar con respecto a las mismas variedades que lograron formar 13.50 y 13.20 hojas respectivamente. Esto se debe a que tanto el azufre como el zinc son nutrientes esenciales para el crecimiento y desarrollo de las plantas. El azufre desempeña un papel importante en la formación de proteínas y en la síntesis de clorofila, lo que

promueve un crecimiento saludable de las hojas y una mejor fotosíntesis. Por otro lado, el zinc es esencial para el metabolismo de las plantas y participa en numerosos procesos enzimáticos (Awan et al 2020 y Arias Puerta 2004).

4.4.2. Días a la maduración (n°)

Las variedades Marathon y Legacy sin la aplicación de azufre y zinc foliar maduran tardíamente con 113.6 y 111.6 días respectivamente, en contraste a que cuando se aplica 0.7 L/200L H₂O de Davancol azufre y zinc foliar, las variedades Legacy y Marathon maduran 91.6 y 91 días respectivamente, es decir maduran 22 días antes. Esto se debe a que tanto el azufre como el zinc pueden influir en la síntesis y el equilibrio hormonal de las plantas. Al aplicarlos foliarmente, se puede promover la producción de hormonas vegetales responsables del crecimiento y desarrollo de la planta. Esto puede acelerar el proceso de maduración y reducir el periodo vegetativo (Fernandes y Dalchiavon, 2018 y Wingeyer et al. 2005).

4.4.3. Diámetro de inflorescencia o pella (cm)

Las variedades Marathon y Legacy sin la aplicación de azufre y zinc foliar forman diámetro de pella de 22.9 y 22.8 cm respectivamente con la aplicación de 0.7 L/200L H₂O de Davancol azufre y zinc foliar y sin la aplicación las variedades Legacy y Marathon forman un diámetro de 16.7 y 16.3 cm respectivamente, es decir 6.6 cm menos de diámetro, lo cual es favorable ya que el consumidor peruano aún prefiere pellas grandes ya que las familias son numerosas, así mismo para los restaurantes es favorable el tamaño grande. El mayor tamaño se debe a que tanto el azufre como el zinc desempeñan un papel importante en la síntesis de proteínas y enzimas esenciales para el crecimiento y desarrollo de las plantas. Al aplicar estos nutrientes foliarmente, se pueden mejorar los procesos metabólicos y la calidad general del cultivo de brócoli. Esto puede conducir a una inflorescencia más grande y de mejor calidad (Awan et al. 2020).

4.4.4. Peso de inflorescencia o pella (kg)

Las variedades Marathon y Legacy lograron alcanzar peso de pella de 0.75 y 0.72 kg respectivamente con la aplicación de 0.7 L/200L H₂O de Davanco azufre y zinc foliar y sin la aplicación las variedades Legacy y Marathon logran peso de 0.47 kg en ambas variedades, es decir se logró incrementar 280 gramos más, esto se debe a que la aplicación de un abono foliar que contenga azufre y zinc puede proporcionar a las plantas los nutrientes necesarios para un desarrollo óptimo de la pella del brócoli. Esto puede resultar en un aumento del tamaño y peso de la pella, lo cual es un factor importante para su valor comercial (Fernandes y Dalchiavon, 2018).

4.4.5. Rendimiento por hectárea (t/ha)

Las variedades Legacy y Marathon lograron 21.3 y 20.7 t/ha de rendimiento con la aplicación de 0.7 L/200L H₂O de Davanco azufre y zinc foliar y sin la aplicación las variedades Marathon y Legacy lograron rendimientos de 14.3 y 12.0 t/ha es decir con el uso de azufre y zinc se logra incrementar el rendimiento en 9.33 t/ha. Varios estudios han demostrado que la aplicación foliar de azufre y zinc puede estimular el crecimiento vegetativo y el rendimiento de los cultivos. Esto puede deberse a la participación de estos nutrientes en la fotosíntesis, el metabolismo de los carbohidratos y la división celular, lo que conduce a un aumento en el tamaño y peso de la inflorescencia (Awan et al. 2020).

4.4.6. Contenido de vitamina C (mg / 100 g de muestra)

En la investigación el contenido de vitamina C oscila entre 89.2 a 88.9 mg/100 g de muestra, es decir son estadísticamente iguales esto se debe a que los tratamientos no influenciaron en la formación de vitamina C, el azufre y zinc presentan influencia mínima incluso diversas variedades forman similar contenido vitamínico (Navarro et al, 2014).

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede concluir que:

- El efecto del azufre y zinc foliar mejora el rendimiento hasta 43 % se alcanzó 21.3 t/ha y el contenido de vitamina C en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea var italica*) es positivo en condiciones de Yanahuanca -Pasco.
- Las características morfológicas de las plantas de brócoli como numero de hojas mejoran y las variedades Marathon y Legacy presentan 16.37 y 16.20 hojas respectivamente; el diámetro de inflorescencia o pella en las variedades Marathon y Legacy alcanzan 22.9 y 22.8 cm respectivamente, mejorando el diámetro en 22%.
- La precocidad del cultivo de brócoli en las variedades Legacy y Marathon maduran 91.6 y 91 días respectivamente, es decir maduran 22 días antes con la aplicación de 0.7 L/200L H₂O de (Davanco) azufre y zinc foliar.
- La dosis óptima de fertilización foliar a base de azufre y zinc (Davanco) es de 0.7 L/200L H₂O en la producción del cultivo de brócoli con tres aplicaciones en empezando en el trasplante y luego cada quince días.
- El contenido de vitamina C en el cultivo de brócoli no se incrementa con el uso de fertilización foliar a base de azufre y zinc (Davanco) en condiciones de Yanahuanca -Pasco y oscila entre 89.2 a 88.9 mg / 100 gramos de muestra.

RECOMENDACIONES

- Por los resultados obtenidos se recomiendan aplicación de 0.7 L/200L H₂O de (Davacol) azufre y zinc foliar en la producción de brócoli.
- Realizar mayores ensayos en las parcelas de los agricultores y promover la siembra del cultivo de brócoli como una alternativa a cultivos tradicionales.
- Yanahuanca presenta condiciones edafoclimáticas favorables para el cultivo de diferentes variedades de brócoli.
- Dar a conocer a los agricultores de Yanahuanca para que adopten el uso de abonos foliares a base de azufre y zinc en la producción de brócoli y de esa manera lograr mejores rendimientos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Araújo, E.O. and Silva, M.A.C. (2012) - Interação boro e zinco no crescimento, desenvolvimento e nutrição do algodoeiro. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, vol. 7, n. 1, p. 720-727. <http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v7isa1848>
- Arias M. y Puerta M. (2004). Evaluación del azufre a nivel foliar y edáfico en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis*. Jack) en el departamento del Magdalena costa norte colombiana. Universidad del Magdalena.
- ASGROW (1995). Manual del cultivo de Hortalizas. Editorial Quebecorp. Lima-Perú.
- Awan, Sana; Shahzadi, Kiran; Javad, Sumera; Tariq, Amina; Ahmad, Asma; Ilyas, Saiqa (2020). A preliminary study of influence of zinc oxide nanoparticles on growth parameters of Brassica oleracea var italic. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, (), S1658077X20300898-. doi:10.1016/j.jssas.2020.10.003
- Baybordi, A., (2006). Zinc in Soils and Crop Nutrition. Parivar Press, pp. 178–179.
- Becerra, J. (1979). HORTICULTURA. Universidad Nacional Agraria LA Molina. Lima Perú.
- Carlier, H. (1970). Cultivo de hortalizas en el huerto familiar. Segunda Edición. Huancayo. Perú.
- Casseres, E. (1980). Producción de hortalizas. 3 ed. San José, CR. Centro Internacional de Documentación e Información Agrícola, p. 170 – 171
- Cbi (2021). Corporación bioquímica internacional Perú. <https://www.cbiperu.com>
- Coronado, M. (2000). Agricultura organica versus agricultura convencional.
- FAO 1992. Estadísticas de cultivos. www.fao.org. En línea.
- Fasbender, H.W. (1980). Química de los suelos. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. San José de Costa Rica. 1980, p 398.
- Fernandes, C. F., & Dalchiavon, F. C. (2019). Zinc supply methods and doses for corn. *Revista de Ciências Agrárias*, 42(1), 248-255.

- FIA. (1999). Fundación para la Innovación Agraria. Universidad de Talca, Laboratorio de Fitopatología. Ecuador.
- Gardner, E. J. (1972). Principios de Genética. Trad por Villalobos R. 2 ed. México DF., MX. Limus. p. 491.
- Gonçalves Júnior, A.C.; Trautmann, R.R.; Marengoni, N.G.; Ribeiro, O.L. and Santos, A.L. (2007) - Produtividade do milho em resposta a adubação com NPK e Zn em Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico e Latossolo Vermelho Eutroférico. Ciência e Agrotecnologia, vol. 31, n. 4, p. 1231-1236. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542007000400043>
- Hartley, C.W.S. (1983). La Palma de Aceite. Ed. C.E.C. S.A. 1 Ed. En español. México. 1983 P. 260 – 621.
- Huaman L. (2000). Cultivo de Brócoli en Ecuador. Universidad de Quito. Facultad de Agronomía. Quito-Ecuador.
- IABOTEC (2006). http://www.iabiotec.com/trichod_ficha.htm revisado el 10 de octubre del 2009.
- INEI (1994). Estadísticas Agrarias. OIA-Ministerio de Agricultura- Lima.
- Leiva C., Gómez C., Escobar G. y Rodríguez A. (2017). Manual técnico productivo y económico para la producción de brócoli en la Región del Biobío, bajo condición actual y clima proyectado al 2030. <https://bibliotecadigital.ciren.cl/handle/20.500.13082/26660>
- Linzmayr M. (2004). Respuesta de tres cultivares de brócoli (*Brassica oleracea* var. Itálica) a diferentes fechas de almácigo y trasplante en Valdivia. Tesis Universidad Austral de Chile.
- Lozada.P. (1997) Comparativo de siete cultivares de coliflor (*Brassicca oleracea* var. Botrytis). Tesis UNSA Arequipa- Perú.
- Maróstica, L.H.B. and Feijó, S. (2015) - Efeito da Adubação Foliar no Período Vegetativo da Cultura do Milho (*Zea mays*). Uniciências, vol. 17, n. 1, p. 37-40.

- Martin Prevel, P. (2000). Análisis Vegetal y Control de Alimentación de las Plantas. Documental Tecnológico. Perú.
- MINAG (2012). Reporte de producción de Hortalizas. Lima-Perú.
- Narayanamma, M., Chiranjeevi, Ahmed, S.R., (2007). Effect of foliar application of micronutrients on the growth, yield and nutrient content of cabbage (*Brassica oleracea* L. var. capitata). *Veg. Sci.* 34 (2), 213–214.
- Navarro Rico, J., Martínez Hernández, G. B., Gómez, P. A., Otón Alcaraz, M., Artés Calero, F., & Artés Hernández, F. D. A. (2014). Evolución del contenido en vitamina C en brócoli mínimamente procesado en fresco desinfectado con agua electrolizada y con recubrimientos comestibles.
- Pérez Olvera, M. A., García Mateos, R., Vázquez Alarcón, A., Colinas León, T., Pérez Grajales, M., & Navarro Garza, H. (2008). Concentración de Pb, Cd, Ni y Zn en suelos contaminados y su transferencia a la pella de brócoli. *Terra Latinoamericana*, 26(3), 215-225.
- Poehlman, J. M. (1965). Mejoramiento Genético de las Cosechas. Trad. Por Sánchez M. México DF., MX, Limusa. p. 71
- Puenayan, A., Córdoba, F., & Unigarro, A. (2010). Respuesta del brócoli *Brassica oleracea* var. *Italica* L. Híbrido Legacy a la fertilización con N-P-K en el municipio de Pasto, Nariño. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 27(1), 49-57.
- Serfi Perú (2012), <http://www.serfi S.A>.
- Sheikh, N., Hassanzadeh, G., Baghestani, M., Zabd, B., (2009). Study the effect of zinc foliar application on the quantitative yield of grain maize under water stress. *Electron. J. Crop Prod.* 2 (2), 59–74.
- Strasburger, E. (1956) Tratado de botánica.
- Tisdale & Platou, I. S. (1981). The importance of sulphur in tropical agriculture. E. Primer simposio sobre el uso de azufre para el desarrollo y modernización de la agricultura en América Latina. México. 1981. 54 p.

Tisdale, S.L & Nelson, W.L. (1975). Soil Fertility and Fertilizers, 3 Ed. Mc Millan co. New York. 1975. p 649.

TQC (2011), <http://www.tqc.com> revisado el 10 de junio del 2012.}

Ugas *et al.* (2000). Hortalizas datos básicos. UNALM. Fac. Agronomía. – Lima.

Vallejo L. (2013). Evaluación de siete variedades de brócoli (*Brassica oleracea var. itálica*) en dos localidades de Pichincha. Tesis Universidad Central del Ecuador.

Wingeyer, A., Echeverría, H., & Rozas, H. S. (2005). Aplicación foliar de nitrógeno y azufre en el cultivo de soja (*Glycine Max* (L.) Merr.) en el sudeste bonaerense. RIA. Revista de Investigaciones Agropecuarias, 34(2), 33-47.

ANEXOS

Anexo 1. Instrumentos para recolección de datos

- Fichas de evaluación para recojo de datos
- Dispositivos mecánicos y electrónicos
- Cuaderno de campo
- USB, Celulares
- Cámara fotográfica
- Balanzas
- Wincha y vernier
- Software estadísticos como Excel e Infostat
- Observación y entrevista como técnicas para recojo de la información.
- Suposiciones o ideas
- Métodos de recolección de datos: métodos analíticos y métodos cuantitativos.

Anexo 2. FICHA DE VALIDACIÓN Y/O CONFIABILIDAD DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS INFORMATIVOS:

Apellidos y nombres del Informante	Grado Académico	Cargo o Institución donde labora	Nombre del Instrumento de Evaluación	Autor (a) del Instrumento
MAYTA ROBLES Wilfredo Ivan	Ingeniero agrónomo	SENASA Pasco	Validación para medir el efecto de azufre y zinc en el cultivo de brócoli.	GABRIEL TRUJILLO Susi Flor y LUCAS LOYOLA Jojans Jonatan
Título de la tesis: Efecto del azufre y zinc foliar en el rendimiento y el contenido de vitamina C en el cultivo de brócoli (<i>Brassica oleracea var. italica.</i>) en condiciones de Yanahuanca -Pasco				

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0- 20%	Regular 21 - 40%	Buena 41 - 60%	Muy Buena 61 - 80%	Excelente 81 - 100%
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado.					X
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables.					X
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					X
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.					X
5. SUFICIENCIA	Comprende a los aspectos de cantidad y calidad.					X
6. INTENCIONALIDAD	Está adecuado para valorar aspectos del sistema de evaluación y el desarrollo de capacidades cognitivas.					X
7. CONSISTENCIA	Basado en aspectos teórico científicos de la tecnología educativa.					X
8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores y las dimensiones.					X
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito de la investigación.					X
10. OPORTUNIDAD	El instrumento ha sido aplicado en el momento oportuno y más adecuado					X

III. OPINIÓN DE APLICACIÓN:

Se trata de un Instrumento adecuado a la realización del experimento para ser aplicado en la investigación por los puntajes alcanzados al ser evaluado en estricta relación con las variables y sus dimensiones.

IV. PROMEDIO DE VALIDACIÓN: 84%

Cerro de Pasco, 22 de agosto de 2023	43205364	  WILFREDO IVAN MAYTA ROBLES INGENIERO AGRÓNOMO CIP. 135322	949290531
Lugar y Fecha	N° DNI	Firma del experto	N° Celular

FICHA DE VALIDACIÓN Y/O CONFIABILIDAD DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

V. DATOS INFORMATIVOS:

Apellidos y nombres del Informante	Grado Académico	Cargo o Institución donde labora	Nombre del Instrumento de Evaluación	Autor (a) del Instrumento
HEREÑA LOYOLA Valentín Yerson	Ingeniero agrónomo	SENASA Pasco	Validación para medir el efecto de azufre y zinc en el cultivo de brócoli.	GABRIEL TRUJILLO Susi Flor y LUCAS LOYOLA Jojans Jonatan
Título de la tesis: Efecto del azufre y zinc foliar en el rendimiento y el contenido de vitamina C en el cultivo de brócoli (<i>Brassica oleracea var. italica.</i>) en condiciones de Yanahuanca -Pasco				

VI. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0- 20%	Regular 21 - 40%	Buena 41 - 60%	Muy Buena 61 - 80%	Excelente 81 - 100%
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado.					X
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables.					X
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					X
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.					X
5. SUFICIENCIA	Comprende a los aspectos de cantidad y calidad.					X
6. INTENCIONALIDAD	Está adecuado para valorar aspectos del sistema de evaluación y el desarrollo de capacidades cognitivas.					X
7. CONSISTENCIA	Basado en aspectos teórico científicos de la tecnología educativa.					X
8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores y las dimensiones.					X
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito de la investigación.					X
10. OPORTUNIDAD	El instrumento ha sido aplicado en el momento oportuno y más adecuado					X

VII. OPINIÓN DE APLICACIÓN:

Se trata de un Instrumento adecuado a la realización del experimento para ser aplicado en la investigación por los puntajes alcanzados al ser evaluado en estricta relación con las variables y sus dimensiones.

VIII. PROMEDIO DE VALIDACIÓN: 84%

Cerro de Pasco, 22 de agosto de 2023	41781976		963665490
Lugar y Fecha	N° DNI	Firma del experto	N° Celular


FICHA DE VALIDACIÓN Y/O CONFIABILIDAD DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

IX. DATOS INFORMATIVOS:

Apellidos y nombres del Informante	Grado Académico	Cargo o Institución donde labora	Nombre del Instrumento de Evaluación	Autor (a) del Instrumento
HURTADO ALVARADO Jesusa Liliana	Ingeniero agrónomo	Municipalidad provincial de Daniel Alcides Carrión.	Validación para medir el efecto de azufre y zinc en el cultivo de brócoli.	GABRIEL TRUJILLO Susi Flor y LUCAS LOYOLA Jojans Jonatan
Título de la tesis: Efecto del azufre y zinc foliar en el rendimiento y el contenido de vitamina C en el cultivo de brócoli (<i>Brassica oleracea var. italica.</i>) en condiciones de Yanahuanca -Pasco				

X. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente	Regular	Buena	Muy Buena	Excelente
		0- 20%	21 - 40%	41 - 60%	61 - 80%	81 - 100%
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado.					X
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables.					X
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					X
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.					X
5. SUFICIENCIA	Comprende a los aspectos de cantidad y calidad.					X
6. INTENCIONALIDAD	Está adecuado para valorar aspectos del sistema de evaluación y el desarrollo de capacidades cognitivas.					X
7. CONSISTENCIA	Basado en aspectos teórico científicos de la tecnología educativa.					X
8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores y las dimensiones.					X
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito de la investigación.					X
10. OPORTUNIDAD	El instrumento ha sido aplicado en el momento oportuno y más adecuado					X

XI. OPINIÓN DE APLICACIÓN: Se trata de un Instrumento adecuado a la realización del experimento para ser aplicado en la investigación por los puntajes alcanzados al ser evaluado en estricta relación con las variables y sus dimensiones.			
XII. PROMEDIO DE VALIDACIÓN: 84%			
Cerro de Pasco, 22 de agosto de 2023	43829997		963665490
Lugar y Fecha	N° DNI	Firma del experto	N° Celular

Anexo 3. Análisis de suelos



INFORME DE ENSAYO N° 112015-21/SU/SANTA ANA

I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente	:	GABRIEL TRUJILLO Susi Flor
Propietario / Productor	:	GABRIEL TRUJILLO Susi Flor
Dirección del cliente	:	Huaylasjirca-Pasco
Solicitado por	:	GABRIEL TRUJILLO Susi Flor
Muestreado por	:	Cliente
Número de muestra(s)	:	01 muestra
Producto declarado	:	Suelo (Suelo agrícola)
Presentación de las muestras(s)	:	Bolsas de plástico
Referencia del muestreo	:	Reservado por el cliente
Procedencia de muestra(s)	:	Huaylasjirca Yanahuanca
Fecha(s) de muestreo	:	2021-05-27 (*)
Fecha de recepción de muestra(s)	:	2021-05-29
Lugar de ensayo	:	LABSAF Santa Ana
Fecha(s) de análisis	:	2021-05-29
Cotización del servicio	:	285-20-SA
Fecha de emisión	:	2021-06-29

II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM	1	2	3	4	5
Código de Laboratorio	SU2014-SA-21	-	-	-	-
Matriz Analizada	Suelo (Suelo agrícola)	-	-	-	-
Fecha de Muestreo	2021-05-27	-	-	-	-
Hora de Inicio de Muestreo (h)	9:00:00	-	-	-	-
Condición de la muestra	Conservada	-	-	-	-
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente	Lote N°1	-	-	-	-
Ensayo	Unidad	LC	Resultados		
pH	unid. pH	0,1	6,8	-	-
Conductividad Eléctrica	mS/m	1,0	11,3	-	-
Matena Orgánica	%	0,2	3,7	-	-
Nitrógeno	%	--	0,21	-	-
Fósforo	ppm	--	54,2	-	-
Potasio	ppm	--	215,3	-	-
Análisis de Textura					
Arena	%	--	43	-	-
Limo	%	--	37	-	-
Arcilla	%	--	21	-	-
Clase Textural	---	--	Franco	-	-

INFORME DE ENSAYO

N° 112015-21/SU/SANTA ANA

III. METODOLOGÍA DE ENSAYO

ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA
pH	EPA 9045D, Rev. 4, 2004. Soil and waste pH.
Conductividad Eléctrica	ISO 11265:1994, First Edition/Cor1 1996. Soil Quality - Determination of the Specific Electrical Conductivity - Technical Corrigendum 1
Textura	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). Item 7.1.7, AS-09. 2000. Determinación de la textura del suelo por procedimiento de Bouyoucos.
Materia Orgánica	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). Item 7.1.7, AS-07. Determinación de Materia Orgánica (AS-07 Walkley y Black).
Fósforo	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). Item 7.1.10, AS-10. 2000. Fósforo extraíble, en suelos de neutros a alcalinos (Procedimiento de Olsen y colaboradores).
	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). Item 7.1.11, AS-11. 2000. Fósforo extraíble, en suelos de ácidos a neutros (Procedimiento de Bray y Kurtz 1).
Potasio	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). Item 7.1.12, AS-12. 2000. Determinación de la capacidad de intercambio catiónico y bases intercambiables del suelo, con acetato de amonio.

IV. CONSIDERACIONES

- Estado en las que ingreso la Muestras: Buenas Condiciones de almacenamiento.
- Este informe no puede ser reproducido total, ni parcialmente sin la autorización de LABSAF y del cliente.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo.
- Los resultados se aplican a las muestras, tales como se recibieron.
- Este documento es válido sólo para el producto mencionado anteriormente.
- El Laboratorio no es responsable cuando la información proporcionada por el cliente pueda afectar la validez de los resultados.
- Medición de Conductividad Eléctrica realizada a 25 °C
- Medición de pH realizada a 25 °C
- (*) Este dato ha sido proporcionado por el cliente, por lo que el laboratorio no es responsable de dicha información.

V. AUTORIZACIÓN DEL INFORME DE ENSAYO

- El presente Informe de ensayo ha sido autorizado por: Ing. Jesús E. Vera Vilchez - Responsable del laboratorio LABSAF Santa Ana.

INTERPRETACIONES DE RESULTADOS DE ANALISIS

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN VALOR DE PH

pH	Evaluación	Efectos
< 5.0	Fuertemente ácido	Condiciones muy desfavorables
5.1 - 6.5	Moderadamente ácido	Deficiente asimilación de algunos elementos
6.6 - 7.3	Neutro	Efectos tóxicos mínimos
7.4 - 8.5	Medianamente alcalino	Existencia de carbonato cálcico. Deficiente asimilación de algunos nutrientes
> 8.5	Alcalino	Presencia de carbonato sódico. Poca asimilación de algunos nutrientes

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN EL VALOR DE LA CONDUCTIVIDAD (CE)

CLASIFICACION	CE (mS/m)	Efectos
Normal	<100	Efecto despreciable de la salinidad. No existe restricción para ningún cultivo, aunque algunos cultivos muy sensibles pueden ser afectados en sus rendimientos.
Muy Ligeramente salino	110 – 200	Los rendimientos de cultivos sensibles pueden verse afectados en sus rendimientos.
Moderadamente salino	210 – 400	Los rendimientos de cultivos pueden verse afectados en sus rendimientos.
Suelo salino	410 - 800	El rendimiento de casi todos los cultivos se ve afectado por esta condición de salinidad.
Fuertemente salino	810 - 1600	Solo lo cultivos muy resistentes a la salinidad pueden crecer en estos suelos.
Muy fuertemente salino	> 1600	Prácticamente ningún cultivo convencional puede crecer económicamente en estos suelos.

Nota: 1 dS/m = 100 mS/m

MATERIA ORGANICA

Clasificación	%MO
Muy Bajo	<0.5
Bajo	0.6 - 1.5
Medio	1.6 - 3.5
Alto	3.6 - 6.0
Muy Alto	> 6.0

FÓSFORO

Clasificación	ppm de P
Bajo	<5.5
Medio	5.5 - 11
Alto	>11

POTASIO

Clasificación	ppm de K
Bajo	<120
Medio	120 - 240
Alto	240 - 480
Muy alto	>480

CATIONES INTERCAMBIABLES (Ca, Mg, K Cmol/kg)

Clase	Calcio (Ca)	Magnesio (Mg)	Potasio (K)
Muy Baja	<2.0	<0.5	<0.2
Baja	2.0 - 5.0	0.5 - 1.3	0.2 - 0.3
Media	5.0 - 10	1.3 - 3.0	0.3 - 0.6
Alta	>10	>3.0	>0.6

Nota: 1 Cmol/Kg = meq/100 g

SATURACIÓN DE BASES CAMBIABLES

Calificativo	Saturación de Bases (%)	Efectos
Bajo	< 35	Suelo muy ácido. Aconsejable una enmienda caliza.
Medio	35 - 80	Suelo medio. Su riqueza dependerá de la CIC.
Alto	> 80	Suelo neutro a alcalino. Suelo saturado de bases.

Anexo 4. Reporte de Datos

% de prendimiento

	Bloque I	Bloque II	Bloque III
T1 a ₁ : Legacy b ₁ : 0.5 L/200L de agua	100	100	100
T2 a ₁ : Legacy b ₂ : 0.6 L/200L de agua	100	100	100
T3 a ₁ : Legacy b ₃ : 0.7 L/200L de agua	100	100	100
T4 a ₁ : Legacy b ₄ : sin azufre y zinc	100	100	100
T5 a ₂ : Marathon b ₁ : 0.5 L/200L de agua	100	100	100
T6 a ₂ : Marathon b ₂ : 0.6 L/200L de agua	100	100	100
T7 a ₂ : Marathon b ₃ : 0.7 L/200L de agua	100	100	100
T8 a ₂ : Marathon b ₄ : sin azufre y zinc	100	100	100

Número de hojas por planta															
	Bloque I					Bloque II					Bloque III				
	Planta 1	Planta 2	Planta 3	Planta 4	Promedio	Planta 1	Planta 2	Planta 3	Planta 4	Promedio	Planta 1	Planta 2	Planta 3	Planta 4	Promedio
T1 a ₁ : Legacy b ₁ : 0.5 L/200L de agua	14	13	14	15	14.0	13	14	13	14	13.5	13	14	14	13	13.5
T2 a ₁ : Legacy b ₂ : 0.6 L/200L de agua	15	15	16	15	15.3	15	16	15	14	15.0	14	15	16	15	15.0
T3 a ₁ : Legacy b ₃ : 0.7 L/200L de agua	16	16	17	16	16.3	16	15	16	17	16.0	16	16	17	16	16.3
T4 a ₁ : Legacy b ₄ : sin azufre y zinc	13	13	12	13	12.8	14	13	12	14	13.3	14	13	14	13	13.5
T5 a ₂ : Marathon b ₁ : 0.5 L/200L de agua	14	14	15	14	14.3	14	15	14	13	14.0	14	15	14	13	14.0
T6 a ₂ : Marathon b ₂ : 0.6 L/200L de agua	15	15	15	16	15.3	15	15	14	16	15.0	16	15	15	15	15.3
T7 a ₂ : Marathon b ₃ : 0.7 L/200L de agua	16	16	17	16	16.3	17	16	17	16	16.5	16	16	17	16	16.3
T8 a ₂ : Marathon b ₄ : sin azufre y zinc	13	13	14	14	13.5	13	14	14	13	13.5	14	13	14	13	13.5

Número de días a la maduración			
	Bloque I	Bloque II	Bloque III
T1 a ₁ : Legacy b ₁ : 0.5 L/200L de agua	94	95	96
T2 a ₁ : Legacy b ₂ : 0.6 L/200L de agua	98	97	98
T3 a ₁ : Legacy b ₃ : 0.7 L/200L de agua	93	92	90
T4 a ₁ : Legacy b ₄ : sin azufre y zinc	110	110	115
T5 a ₂ : Marathon b ₁ : 0.5 L/200L de agua	95	94	95
T6 a ₂ : Marathon b ₂ : 0.6 L/200L de agua	97	98	97
T7 a ₂ : Marathon b ₃ : 0.7 L/200L de agua	91	92	90
T8 a ₂ : Marathon b ₄ : sin azufre y zinc	112	113	116

Diámetro de la inflorescencia o cabeza															
	Bloque I					Bloque II					Bloque III				
	Planta 1	Planta 2	Planta 3	Planta 4	Promedio	Planta 1	Planta 2	Planta 3	Planta 4	Promedio	Planta 1	Planta 2	Planta 3	Planta 4	Promedio
T1 a ₁ : Legacy b ₁ : 0.5 L/200L de agua	18	18	19	17	18.0	18	19	17	16	17.5	17	18	19	19	18.3
T2 a ₁ : Legacy b ₂ : 0.6 L/200L de agua	21	22	20	21	21.0	22	23	21	20	21.5	22	23	22	21	22.0
T3 a ₁ : Legacy b ₃ : 0.7 L/200L de agua	22	23	21	23	22.3	23	24	21	22	22.5	23	24	25	23	23.8
T4 a ₁ : Legacy b ₄ : sin azufre y zinc	17	16	17	18	17.0	17	16	18	16	16.8	15	16	18	17	16.5
T5 a ₂ : Marathon b ₁ : 0.5 L/200L de agua	19	20	19	18	19.0	20	19	21	17	19.3	18	19	16	17	17.5
T6 a ₂ : Marathon b ₂ : 0.6 L/200L de agua	21	22	23	21	21.8	22	23	20	21	21.0	22	23	21	22	22.0
T7 a ₂ : Marathon b ₃ : 0.7 L/200L de agua	23	24	23	24	23.5	24	23	22	19	22.5	23	22	24	22	22.8
T8 a ₂ : Marathon b ₄ : sin azufre y zinc	17	16	17	16	16.5	18	16	17	15	16.5	15	16	17	16	16.0

Peso de cabeza															
	Bloque I					Bloque II					Bloque III				
	Planta 1	Planta 2	Planta 3	Planta 4	Promedio	Planta 1	Planta 2	Planta 3	Planta 4	Promedio	Planta 1	Planta 2	Planta 3	Planta 4	Promedio
T1 a ₁ : Legacy b ₁ : 0.5 L/200L de agua	0.52	0.52	0.54	0.53	0.53	0.54	0.52	0.57	0.54	0.54	0.53	0.51	0.54	0.55	0.53
T2 a ₁ : Legacy b ₂ : 0.6 L/200L de agua	0.55	0.56	0.58	0.57	0.57	0.54	0.56	0.58	0.59	0.57	0.54	0.56	0.58	0.58	0.57
T3 a ₁ : Legacy b ₃ : 0.7 L/200L de agua	0.68	0.72	0.73	0.69	0.71	0.7	0.75	0.76	0.75	0.74	0.68	0.69	0.75	0.76	0.72
T4 a ₁ : Legacy b ₄ : sin azufre y zinc	0.46	0.47	0.48	0.45	0.47	0.44	0.46	0.47	0.49	0.47	0.45	0.48	0.47	0.48	0.47
T5 a ₂ : Marathon b ₁ : 0.5 L/200L de agua	0.48	0.49	0.47	0.48	0.48	0.47	0.49	0.51	0.52	0.50	0.49	0.47	0.48	0.46	0.48
T6 a ₂ : Marathon b ₂ : 0.6 L/200L de agua	0.61	0.62	0.63	0.64	0.63	0.65	0.66	0.65	0.67	0.66	0.68	0.63	0.62	0.63	0.64
T7 a ₂ : Marathon b ₃ : 0.7 L/200L de agua	0.72	0.73	0.74	0.75	0.74	0.76	0.74	0.78	0.75	0.76	0.75	0.74	0.74	0.73	0.74
T8 a ₂ : Marathon b ₄ : sin azufre y zinc	0.45	0.43	0.46	0.47	0.45	0.46	0.47	0.48	0.46	0.47	0.45	0.49	0.47	0.49	0.48

Rendimiento por hectárea															
	Bloque I					Bloque II					Bloque III				
	Planta 1	Planta 2	Planta 3	Planta 4	Promedio	Planta 1	Planta 2	Planta 3	Planta 4	Promedio	Planta 1	Planta 2	Planta 3	Planta 4	Promedio
T1 a ₁ : Legacy b ₁ : 0.5 L/200L de agua	15.9	14.3	15.6	16.3	15.53	14.9	14.2	15.3	15.1	14.88	15.3	15.2	14.9	14.5	14.98
T2 a ₁ : Legacy b ₂ : 0.6 L/200L de agua	17.5	17.3	16.9	16.8	17.13	17.1	16.5	16.7	16.8	16.78	17.3	17.8	17.5	17.3	17.48
T3 a ₁ : Legacy b ₃ : 0.7 L/200L de agua	22.1	21.8	21.5	21.1	21.63	21.3	21.2	20.9	20.7	21.03	20.8	21.2	22.1	21.3	21.35
T4 a ₁ : Legacy b ₄ : sin azufre y zinc	12.8	12.9	13.2	11.8	12.68	11.9	11.3	11.8	12.1	11.78	11.5	11.3	11.8	11.7	11.58
T5 a ₂ : Marathon b ₁ : 0.5 L/200L de agua	16.9	15.5	15.4	15.2	15.75	15.4	15.2	15.4	15.7	15.43	15.2	15.6	14.2	14.5	14.88
T6 a ₂ : Marathon b ₂ : 0.6 L/200L de agua	19.5	19.1	18.3	18.4	18.83	18.5	19.2	18.7	18.3	18.68	18.2	19.1	19.4	18.9	18.90
T7 a ₂ : Marathon b ₃ : 0.7 L/200L de agua	21.5	20.9	20.1	20.4	20.73	21.1	20.9	20.8	20.5	20.83	20.4	20.7	21.1	20.8	20.75
T8 a ₂ : Marathon b ₄ : sin azufre y zinc	14.6	14.3	14.2	14.5	14.40	14.5	14.1	14.7	15.3	14.65	13.9	13.6	14.1	13.8	13.85

Contenido de vitamina C			
	Bloque I	Bloque II	Bloque III
T1 a ₁ : Legacy b ₁ : 0.5 L/200L de agua	88.9	88.8	89.1
T2 a ₁ : Legacy b ₂ : 0.6 L/200L de agua	89.2	89.3	89.1
T3 a ₁ : Legacy b ₃ : 0.7 L/200L de agua	89.3	88.9	89.2
T4 a ₁ : Legacy b ₄ : sin azufre y zinc	88.8	88.7	89.4
T5 a ₂ : Marathon b ₁ : 0.5 L/200L de agua	89.2	89.2	88.9
T6 a ₂ : Marathon b ₂ : 0.6 L/200L de agua	89.1	89.3	88.8
T7 a ₂ : Marathon b ₃ : 0.7 L/200L de agua	89.1	88.4	89.5
T8 a ₂ : Marathon b ₄ : sin azufre y zinc	89.2	88.7	88.9

Anexo 5. Panel Fotográfico



Figura 01: *limpieza y preparación de terreno.*



Figura 02: *trasplante de plántulas de brócoli.*



Figura 03: *abonamiento con abono de corral.*



Figura 04: *control químico de plagas*



Figura 05: *medición de altura de planta y deshierbo.*



Figura 06: *cultivo y aporque del brócoli.*



Figura 07: *evaluación de plagas y enfermedades*



Figura 08: *medición de las pellas o cabezas*



Figura 09: cosecha del brócoli.



Figura 10: en el campo de experimento del cultivo de brócoli con los 3 bloques, 24 tratamiento y el banner del con el nombre del proyecto de investigación.