UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente

Carrera de Agronomía

Tema

VALORACIÓN DE LA EFICIENCIA PRODUCTIVA Y ECONÓMICA DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea* var. Itálica) BAJO LA APLICACIÓN DE TRES ABONOS ORGÁNICOS EN TRES DOSIS

Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingenieros Agrónomos Otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Agronomía

Autores

Jhoffre Raúl Guamán Guamán

Rovinson David Yanza Yanza

Tutor

Ing. Nelson Arturo Monar Gavilánez M.Sc.

Guaranda Ecuador

2025

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Jhoffre Raúl Guamán Guamán, con CI 0250195864 y Rovinson David Yanza Yanza, con CI. 0202434924, declaramos que el trabajo y los resultados presentados en este informe, no han sido previamente presentados para ningún grado o calificación profesional; y, que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas y citadas con su respectivo autor(es).

La Universidad Estatal de Bolívar, puede hacer uso de los derechos de publicación correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, su Reglamentación y la Normativa Institucional vigente.

Jhoffre Raúl Guamán Guamán
0250195864

Rovinson David Yanza Yanza
0202434924

Ing. Nelson Arturo Monar Gavilánez MSc.
0201089836

ESCRITURA PÚBLICA

DECLARACION JURADA

SEÑORES JHOFFRE RAUL GUAMAN GUAMAN Y ROVINSON DAVID YANZA YANZA

En la ciudad de Guaranda, Capital de la Provincia de Bolívar, República del Ecuador, hoy día LUNES VEINTE DE OCTUBRE DE DOS MIL VEINTE Y CINCO , ante mí, Doctor GUIDO FABIAN FIERRO BARRAGAN, NOTARIO PÚBLICO PRIMERO DEL CANTÓN GUARANDA, comparecen los señores **JHOFFRE RAUL GUAMAN GUAMAN,** portador de la cédula de ciudadanía número cero dos cinco cero uno nueve cinco ocho seis guion cuatro, soltero y **ROVINSON DAVID YANZA YANZA**, portador de la cédula de ciudadanía número cero dos cero dos cuatro tres cuatro nueve dos guion cuatro, capaces de contraer obligaciones, domiciliados en esta ciudad y Cantón, número 0985014200, a quienes de conocerlos doy fe en virtud de haberme exhibido su cédula de ciudadanía y certificado de votación ,cuyas copias adjunto a esta escritura. Advertidos por mí el Notario de los efectos y resultados de esta escritura, así como examinados en forma separada, de que comparecen al otorgamiento de la misma sin coacción, amenazas, temor reverencial, ni promesa o seducción, juramentados en debida forma, prevenidos de la gravedad del juramento, de las penas del perjurio y de la obligación que tiene de decir la verdad con claridad y exactitud, bajo juramento declara lo siguiente: " Previo a la obtención del Título de Ingeniero Agrónomo que los criterios e ideas emitidas en el presente trabajo de investigación titulado VALORACIÓN DE LA EFICIENCIA PRODUCTIVA Y ECONÓMICA DE BRÓCOLI (Brassica oleracea var. Itálica) BAJO LA PALICACIÓN DE TRES ABONOS ORGÁNICOS EN TRES DOSIS, son de nuestra exclusiva responsabilidad en calidad de autoras. Es todo cuanto puedo decir en honor a la verdad." (Hasta aquí la declaración juramentada rendida por los comparecientes, la misma que queda elevada a escritura pública con todo el valor legal). Para el otorgamiento de esta escritura pública se observaron todos los preceptos legales del caso; y leída que les fue a las comparecientes íntegramente por mí el Notario, se ratifican en todo su contenido y firman conmigo en unidad de acto. Incorporo esta escritura pública al protocolo de instrumentos públicos, a mi cargo. De todo lo cual doy fe.-

SR. JHOFFRE RAUL GUAMAN GUAMAN

SR. ROVINSON DAVID YANZA YANZA

Doctor Guido Fabian Fierro Barragán

NOTARIO PÚBLICO PRIMERO DEL CANTÓN GUARANDA.

Dr. Guido Fierro Barragán
NOTARIO PRIMERO DEL CANTÓN GUARANDA

Jhoffre Raúl Guamán Guamán Rovinson David Yan...

GUAMÁN_YANZA_PROYECTO_BROCOLI_2025.pdf

David Silva

David Silva

Universidad Estatal de Bolívar

Detalles del documento

Identificador de la entrega
trn:oid:3117:514367725

Fecha de entrega
17 oct 2025, 3:08 p.m. GMT-5

Fecha de descarga
17 oct 2025, 3:48 p.m. GMT-5

Nombre del archivo
GUAMÁN_YANZA_PROYECTO_BROCOLI_2025.pdf

Tamaño del archivo
3.0 MB

82 páginas

16.289 palabras

83.980 caracteres

Ing. Nelson Arturo Monar Gavilánez MSc.
TUTOR

3% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca

Filtrado desde el informe

- Trabajos entregados
- Fuentes de Internet

Fuentes principales

0% Fuentes de Internet
3% Publicaciones
0% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alerta de integridad para revisión

Texto oculto
80 caracteres sospechosos en N.º de página
El texto es alterado para mezclarse con el fondo blanco del documento

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

Ing. Nelson Arturo Monar Gavilánez MSc.
TUTOR

DEDICATORIA

Esta investigación es dedicada a mis padres, Carmen Yanza, Wilson Yanza, con profundo amor y gratitud, por su amor incondicional, sacrificio y apoyo constante. Gracias por ser el pilar fundamental de mi vida, por inculcarme valores, esfuerzo y responsabilidad, a mi hermano por confiar en mí y motivarme a seguir adelante. A Dios, fuente de sabiduría y fortaleza, por haber guiado cada uno de mis pasos durante esta etapa académica. A él agradezco por brindarme salud, paciencia y la perseverancia necesaria para superar los momentos de dificultad y seguir firme con fe y esperanza.

Y finalmente, dedico este logro a todas las personas que creyeron en mí, especialmente a mis docentes y compañeros que compartieron conmigo esta etapa universitaria. Cada experiencia vivida, cada consejo y cada gesto de apoyo hicieron posible culminar con éxito este sueño profesional.

Yanza Rovinson

DEDICATORIA

Dedico este este trabajo con todo mi corazón a mis padres Guamán Punina y Guamán Ruiz que fueron y siempre lo serán los pilares fundamentales de mi vida, quienes con su amor, sacrificio y esfuerzo me han demostrado que los sueños se alcanzan con perseverancia, humildad y persistencia. A ellos que siempre creyeron en mi incluso en los momentos más difíciles, les ofrezco este logro como una pequeña retribución a todo lo que han hecho por mí, gracias por dejarme demostrar de aquella pequeña semilla que un día plantaron hoy le dio un buen fruto.

A mis hermanos y seres queridos por su apoyo incondicional, que siempre me han demostrado con palabras de aliento y hechos constables, por recordarme siempre que nuca estaba solo durante el transcurso de mi carrera.

Finalmente, dedico este logró a mí mismo por la diciplina, esfuerzo y resistencia y no rendirme, por atreverme a creer que todo sería posible para poder llegar hasta aquí, este logro esta meta cumplida es el reflejo de mi propio compromiso y de la fe que siempre lo mantuve sobre mis capacidades.

Guamán Jhoffre

AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a la Universidad Estatal de Bolívar y a la Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente Carrera de Agronomía por acogernos en sus instalaciones de las cuales me llevo un hermoso recuerdo. Expreso mi más sincero agradecimiento al Ing. David Silva, a mi tutor Nelson Monar y a mis pares lectores Marcelo Rojas y Sonia Fierro, por su invaluable apoyo durante el desarrollo de este trabajo. Su generosidad al compartir sus conocimientos, la experiencia profesional puesta a disposición y la paciencia con la que me guiaron fueron elementos esenciales para alcanzar la culminación de este proyecto.

Guamán Jhoffre, Yanza Rovinson

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDO	Pág.
CAPÍTULO I	1
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 PROBLEMA	3
1.3 OBJETIVOS	4
1.3.1 Objetivo General	4
1.3.2 Objetivos Específicos	4
1.4 HIPÓTESIS	5
CAPÍTULO II	6
MARCO TEÓRICO	6
2.1 Origen	6
2.2 Características	6
2.3 Clasificación taxonómica	7
2.4 Morfología de la planta	7
2.5 Condiciones de desarrollo	8
2.5.1 Temperatura	8
2.5.2 Humedad	8
2.5.3 Luminosidad	8
2.5.4 Suelo	8
2.5.5 pH	8
2.6 Labores culturales	9
2.6.1 Preparación del suelo	9
2.6.2 Selección de la plántula	9
2.6.3 Trasplante	9

2.6.4 Densidades de plantación 9

2.6.5 Fertilización 9

2.6.6 Riego 10

2.6.7 Aporque 10

2.6.8 Control de malezas 10

2.6.9 Control de plagas 11

2.6.11 Cosecha 14

2.6.12 Los abonos orgánicos 14

2.6.13 Importancia de los abonos orgánicos 14

2.6.14 Tipos de abonos orgánicos 15

2.6.15 Humus 16

2.6.16 Eco Abonaza 18

2.6.17 Biol 20

CAPÍTULO III 23

MARCO METODOLÓGICO 23

3.1 Ubicación y caracterización de la investigación 23

3.2 Metodología 24

3.2.1 Material experimental 24

3.2.2 Factores en estudio 24

3.2.3 Tratamientos 24

3.2.4 Tipo de diseño experimental o estadístico 25

3.2.5 Manejo de la investigación 25

3.2.6 Métodos de evaluación 27

3.2.7 Análisis de datos 29

CAPÍTULO IV 30

RESULTADOS Y DISCUSIÓN 30

4.1 Interpretación de resultados 30

4.2 Comprobación de la hipótesis 50

CAPÍTULO V 51

5.1 CONCLUSIONES 51

5.2 RECOMENDACIONES 52

BIBLIOGRAFÍA 53

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

N°	Detalle	Pág
1	Resultados del análisis de varianza del factor A, porcentaje de prendimiento (PP), altura de planta (AP), días a la cosecha (DC), días a la formación de la pella (DFP), porcentaje de incidencias de plagas y enfermedades (PIP), diámetro ecuatorial de la pella (DEP), longitud polar de la pella (LP), peso de la pella (PPE), peso de campo por parcela (PCP), rendimiento por hectárea (RT)	**33**
2	Resultados del análisis de varianza para el factor B, porcentaje de prendimiento (PP), altura de planta (AP), días a la cosecha (DC), días a la formación de la pella (DFP), porcentaje de incidencias de plagas y enfermedades (PIP), diámetro ecuatorial de la pella (DEP), longitud polar de la pella (LP), peso de la pella (PPE), peso de campo por parcela (PCP), rendimiento por hectárea (RT)	**42**
3	Resultados del análisis de varianza de la interacción AxB, porcentaje de prendimiento (PP), altura de planta (AP), días a la cosecha (DC), días a la formación de la pella (DFP), porcentaje de incidencias de plagas y enfermedades (PIP), diámetro ecuatorial de la pella (DEP), longitud polar de la pella (LP), peso de la pella (PPE), peso de campo por parcela (PCP), rendimiento por hectárea (RT)	**48**

ÍNDICE DE FIGURAS

N°	Detalle	Pág
1	Medias para altura de planta (AP)en el factor A, tipos de abonos.	**34**
2	Medias para días a la cosecha (DC) en factor A, tipo de abonos.	**35**
3	Medias para días a la formación de la pella (DFP) en factor A, tipos de abonos.	**36**
4	Medias para diámetro ecuatorial de la pella (DEP) para el factor A, tipos de abonos.	**37**
5	Medias para longitud polar de la pella (LP) para el factor A, tipos de abonos.	**38**
6	Medias para el peso de la pella (PPE) para el factor A, tipos de abonos.	**39**
7	Medias para peso de campo por parcela (PCP) para el factor A, tipos de abonos.	**40**
8	Medias para rendimiento por hectárea (R/T) para el factor A, tipo de abonos.	**41**
9	Medias para altura de planta (AP) para el factor B, diferentes dosis.	**43**
10	Medias para diámetro ecuatorial de la pella (DEP) para el factor B, diferentes dosis.	**44**
11	Medias para longitud polar de la pella (LP) para el factor B, diferentes dosis	**45**
12	Medias para peso de la pella (PPE) para el factor B, diferentes dosis.	**46**
13	Medias para rendimiento por hectárea (R/T) para el factor B, diferentes	**47**
14	Medias para peso de campo por parcela (PCP) de la interacción de factores AxB tipos de abonos y sus dosis.	**49**
15	Medias para rendimiento por hectárea (R/ha) de la interacción de factores AxB tipos de abonos y sus dosis.	**50**

ÍNDICE DE ANEXOS

N° **Detalle**

1. Mapa de la ubicación del ensayo
2. Croquis del ensayo
3. Bases de datos
4. Fotografías
5. Glosario de términos técnicos

RESUMEN

En el trabajo investigativo del cultivo de bróculi (*Brassica oleracea* var. Italica), en Ecuador se cultivan 8725ha, con un rendimiento promedio de 15 t/ha, concentrado en cuatro provincias, como Cotopaxi, Chimborazo, Tungurahua y Pichincha, en la provincia Bolívar su producción se encuentra de forma transitoria en huertos familiares, está investigación se realizó en el sector Laguacoto 2 cantón Guaranda provincia Bolívar. Los objetivos que se plantearon fueron: I) Evaluar el tipo de abono orgánico con mayor repuesta productiva para el cultivo de brócoli. II)Determinar la dosis adecuada para el incremento del rendimiento. III)Seleccionar el tratamiento con mayor respuesta productiva y económica. IV) Realizar un análisis económico de la relación B/C. Según el problema planteado el brócoli se encuentra de forma transitoria en la provincia Bolívar por la falta de conocimiento. Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) en arregló factorial, parcelas divididas 3x3 sometidas a 3 repeticiones obteniendo 9 tratamientos, el factor A corresponde a los tipos de abonos orgánicos, y el factor B fueron sus dosis. Lo cual utilizamos un análisis de varianza para determinar la prueba de Tukey al 5%, para comparar promedios de A y B e interacción de factores, análisis de correlación y regresión simple lineal, análisis económico. Las variables que incrementaron el rendimiento fueron diámetro ecuatorial de la pella y peso de campo por parcela, según la prueba de Tukey el tratamiento con mejor respuesta productiva fue el T2 (Eco abonaza + 6 t/ha). Según el análisis beneficio costo el tratamiento que generó una mejor repuesta económica fue el T2 con $ 2564, lo que significa que los productores de brócoli por cada dólar invertido tienen una relación económica positiva 0,19.

Palabras claves; rendimiento; abonos orgánicos; brócoli; fertilización.

SUMARY

In the research study on broccoli cultivation (*Brassica oleracea* var. Italica), Ecuador has approximately 8725 hectares under production, with an average yield of 15 t/ha, mainly concentrated in the provinces of Cotopaxi, Chimborazo, Tungurahua, and Pichincha. In Bolívar Province, broccoli production occurs temporarily in family gardens. This study was conducted in the Laguacoto 2 sector, Guaranda Canton, Bolívar Province. The objectives of this research were: (I) to determine the type of organic fertilizer that provides the best productive response; (II) to establish the most appropriate dose to increase yield; (III) to select the treatment with the highest productive and economic response; and (IV) to perform an economic analysis of the benefit/cost (B/C) ratio. Broccoli cultivation in Bolívar Province remains limited due to the lack of technical knowledge among local producers. The experiment was carried out using a Completely Randomized Block Design (CRBD) under a 3×3 factorial arrangement with three replications, resulting in nine treatments. Factor A corresponded to the types of organic fertilizers, and Factor B represented the applied doses. Data were analyzed through analysis of variance (ANOVA) and Tukey's test at 5% significance to compare the means of factors A, B, and their interaction. Additional analyses included correlation, simple linear regression, and economic evaluation.The variables that most influenced yield were the equatorial diameter of the head and the field weight per plot. According to Tukey's test, the treatment with the best productive response was T2 (Eco Abonaza + 6 t/ha). The economic analysis showed that T2 also achieved the best financial performance, with a net income of USD 2564, indicating that broccoli producers obtain a positive economic return of 0.19 for every dollar invested.

Key words: yield; organic fertilizers; broccoli; fertilization.

CAPÍTULO I

1.1 INTRODUCCIÓN

El brócoli (*Brasica oleracea* var. Itálica) es un vegetal de gran importancia nutricional, ya que contiene una elevada cantidad de fibras, minerales y vitaminas, el brócoli se ha considerado como una de las verduras de mayor valor nutritivo es rica en beta-carotenos, vitamina C, ácido fólico y potasio, también se ha identificado que tiene propiedades anticancerígenas (Zamora, 2020).

En el año 2020, China Continental fue el principal productor de brócoli en el mundo con 9 487 465 t (37.2%), seguido por India con 8 840 000 t (34.6%) y Estados Unidos de América con 1 259 135 t (4.9%), por lo que estas 3 naciones representaron el 76.7% de la producción mundial. Mientras tanto, Jordania, Armenia y Bahréin fueron los países con el mayor rendimiento promedio, con 45, 39 y 35 t/ha, por lo que superaron en 139.1%, 110.7% y 87.8% el rendimiento promedio mundial, que fue de 18.8 t/ha (Bastida, 2025).

En Ecuador se cultivan 8725 ha de brócoli con un rendimiento promedio de 15 t/ha, concentrada en cuatro provincias, donde Cotopaxi abarca el 89% de la especie productiva con (7697 ha), seguida de Chimborazo con (465 ha), Tungurahua (445 ha) y Pichincha (119 ha). En la Provincia de Bolívar se encuentra en forma transitoria en huertos familiares con una producción aproximadamente de 5 000 m^2 (Ministerio de Agricultura y Ganadería MAG, 2023).

La agricultura orgánica es un sistema sostenible de cultivo en el que los productores optan por utilizar productos libres de compuestos químicos que puedan dañar a la naturaleza, las técnicas de agricultura orgánica respetan al medio ambiente, protegen la calidad de los suelos y fomentan el uso de abono natural, en lugar de optar por fertilizantes químicos, con abonos orgánicos, se protegen los suelos de la erosión, se reducen la aparición de plagas y mejoran la calidad de los suelos (Vasyl, 2025).

El uso de abonos orgánicos como Eco Abonaza, Humus y Biol reviste gran

importancia en el cultivo de brócoli, debido a los beneficios que aportan tanto al suelo como al desarrollo de la planta. El abono Eco Abonaza, por su composición rica en nitrógeno, fósforo, potasio y materia orgánica, mejora la estructura del suelo y promueve un crecimiento radicular vigoroso, lo que se refleja en un mayor peso y diámetro de pella, alcanzando rendimientos superiores (Vermiduero, 2024).

El humus de lombriz, por su parte, contribuye a la fertilidad biológica del suelo gracias a la presencia de microorganismos benéficos, ácidos húmicos y fúlvicos, los cuales facilitan la disponibilidad y absorción de nutrientes esenciales, mejorando la calidad comercial del brócoli. Finalmente, el biol, al ser un fertilizante líquido de rápida asimilación, estimula la actividad fotosintética y el desarrollo vegetativo, fortaleciendo además la resistencia del cultivo frente a factores bióticos y abióticos. En conjunto, estos abonos orgánicos favorecen un sistema de producción sostenible, incrementan el rendimiento y la calidad del brócoli, y contribuyen a la conservación de la fertilidad natural del suelo (Ramírez, 2020).

1.2 PROBLEMA

En los últimos años, el brócoli ha experimentado un notable aumento en la demanda tanto a nivel nacional como internacional, consolidándose como un producto de exportación no tradicional. Sin embargo, el inadecuado manejo del cultivo, especialmente en lo relacionado con el uso de pesticidas y agroquímicos, ha afectado negativamente la calidad del producto y la economía de los agricultores. El uso intensivo de fertilizantes y pesticidas químicos en la agricultura ha generado impactos negativos en los agroecosistemas, provocando la contaminación del suelo y del agua, representando un riesgo significativo para la salud humana, ya que estos productos pueden dejar residuos en los alimentos cuando se consumen de forma continua.

Por ello, surge la necesidad de evaluar la respuesta del cultivo de brócoli frente a la aplicación de distintos abonos orgánicos, con el fin de determinar cuál de ellos proporciona mejores resultados en términos de crecimiento, producción y sostenibilidad del sistema agrícola, contribuyendo así al fortalecimiento de una agricultura más ecológica y rentable.

Este estudio se determina la combinación más adecuada de tipo y dosis de abono orgánico, contribuyendo a optimizar la producción y rentabilidad, es con el propósito de buscar alternativas agrícolas que mejoren el rendimiento del cultivo sin dañar el ambiente, reduzcan costos para los agricultores y promuevan una agricultura sostenible.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

- Valorar la eficiencia productiva y económica de brócoli bajo la aplicación de tres abonos orgánicos en tres dosis.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Evaluar el tipo de abono orgánico con mayor repuesta productiva para el cultivo de brócoli.
- Determinar la dosis adecuada para el incremento del rendimiento.
- Seleccionar el tratamiento con mayor respuesta productiva y económica.
- Realizar un análisis económico de la relación B/C.

1.4 HIPÓTESIS

H0: La eficiencia productiva y económica del brócoli no depende del tipo de abono y sus dosis.

H1: La eficiencia productiva y económica del brócoli depende del tipo de abono y sus dosis.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Origen

El brócoli conocido también como brécol, es originario del Mediterráneo Oriental (Asia Menor, Líbano, Siria) se expandió como cultivo a partir del siglo XVI, pasando poco después al continente americano en los años 1999. El brócoli a nivel mundial se produce 24.2 millones de toneladas China e India son los principales productores de brócoli, luego le siguen Italia Francia y España, es un cultivo con potencial en Nicaragua encontrándose entre las hortalizas que son admisibles así también en Guatemala, Hawái, Puerto Rico y las Islas Vírgenes (Hervario, 2020).

El brócoli *(Brassica oleracía* var. Itálica*)* proviene de términos italianos "broco" que quiere decir brote o retoño, este término hace referencia a la peculiar capacidad que tienen el brócoli de rebrotar y a los brotes laterales que se dan después del corte de la cabeza principal. Su difusión por el mundo se les atribuyó a navegantes romanos, griegos musulmanes, entre otros llegando posteriormente a Inglaterra y España donde luego fue difundido por los españoles en América en la época colonial (Hervario, 2020).

2.2 Características

La variedad avenger es el hibrido líder en el mercado por su amplia adaptación y consistentes rendimientos. Avenger es el brócoli que ha marcado el referente tanto para la industria del congelado como para el mercado fresco. Su uniformidad de las cabezas le dan beneficios para que las empaquen en caja para fresco y en un buen aprovechamiento de flores para el proceso. (Villacis, 2023)

La variedad del brócoli avenger tiene un sistema radicular muy vigoroso lo cual garantiza una alta productividad y un excelente rendimiento en el campo. Muestra un color verde azulado, cabezas grandes compactas y pesadas, así como flores bien definidas y del grano fino, excelente durabilidad posterior a la cosecha, lo que permite que el color y la calidad del producto se mantenga en el estante durante mucho más tiempo. (Agrimportec, 2025)

2.3 Clasificación taxonómica

Reino:	Plantae
División:	Angiospermas, magnoliophita
Clase:	Dicotyledon Magnoliopsida
Orden:	Crucíferas (Brassicales)
Familia:	Cruciferae (Brassicaceae)
Género:	Brassica
Especie:	oleracea L.
Nombre científico:	*Brassica oleracea* var. Itálica

Fuente: (López, 2025)**.**

2.4 Morfología de la planta

El brócoli es una planta que pertenece a la familia de las Brasicáceas, dicha planta es herbácea su sistema radicular es pivotante y leñoso, la raíz primaria puede profundizar hasta 0.8m en el perfil del suelo, tiene un tallo principal cuyo diámetro varía entre 2 y 6 cm y 20-50 cm de longitud, la parte superior del tallo es limitada por el desarrollo de la inflorescencia principal, tiene de 15 a 30 hojas grandes, cada una de aproximadamente 50 cm de longitud y 30 cm de ancho, la lámina es lobulada y el pecíolo de mayor tamaño que en la col o coliflor (Agrocampo, 2023).

Corimbo conformado por numerosas flores, las que en estado inmaduro compone la parte comestible de esta hortaliza, el color de los corimbos incluye distintas tonalidades de verde, dependiendo del cultivar. Es el órgano más importante de la planta lo cual se utiliza para la comercialización y consumo. Las flores son perfectas y actinomorfas, los pétalos libres, en número de cuatro, son de color amarillo y están dispuestos en forma de cruz, característica que tipifica a las crucíferas. Debido a problemas de autoincompatibilidad, la polinización es principalmente cruzada y se realiza con la ayuda de insectos como las abejas y moscas (Agrocampo, 2023).

Las semillas de brócoli son pequeñas de color marrón gris y tienen forma elíptica o

ligeramente oval que se obtiene después de la maduración fisiológica de la planta madre, son la base para cultivar brócoli una planta crucífera rica en nutrientes y vitaminas, las semillas geminan bien a temperaturas 5 y 28°C, y la temperatura óptima de su desarrollo es de 27°C (Fierro, 2021).

2.5 Condiciones de desarrollo

2.5.1 Temperatura

El brócoli es resistente al clima fresco que germina a partir de los 8 días con temperaturas optimas de 5°C a 28°C. Las temperaturas óptimas para su desarrollo son de 15 a 20ºC, siendo de 17ºC, la más adecuada a temperaturas de 0ºC y más altas a 30ºC, tiende a retener su rendimiento (Llamuca, 2022).

2.5.2 Humedad

Mientras para el rendimiento vegetativo necesita una humedad relativa del 80% con una menor de 60 %. El brócoli puede ser cultivado de forma idónea en sectores contemplados entre los 2200 y 2800 msnm (Cherlinka, 2024).

2.5.3 Luminosidad

El brócoli necesita de 6 a 8 horas luz de sol directo al día para desarrollarse correctamente y formar una buena cabeza, no es muy sensible al cambio de horas luz, es importante que la planta reciba suficiente luz para realizar la fotosíntesis y producir la energía que se necesita (Cherlinka, 2024).

2.5.4 Suelo

El brócoli posee un adecuado rendimiento en cualquier clase de suelo, optando por suelos francos a francos arenosos, fértiles, con un elevado contenido de materia orgánica, profundos, de excelente drenaje y contención de humedad (Atecio, 2025).

2.5.5 pH

El pH ideal del suelo para el cultivo de brócoli se encuentra entre 6 y 7 siendo el rango óptimo 6.2 a 6.8, el pH afecta la disponibilidad de nutrientes, fuera del rango ideal puede bloquear los nutrientes esenciales como nitrógeno fósforo potasio influye en la actividad microbiana (Llamuca, 2022).

2.6 Labores culturales

2.6.1 Preparación del suelo

La preparación del suelo se realiza 15 días antes de hacer el trasplante, con el uso de maquinaria agrícola, empleando el uso de arado de disco, pases de rastra a una profundidad de 30 cm asegurando un buen drenaje y aireación, posteriormente la desinfección de suelo (Wikifarmer, 2024).

2.6.2 Selección de la plántula

Para la selección de plántulas de brócoli se debe elegir plantas jóvenes y vigorosas de 12 a 15 cm de altura con un tallo grueso y hojas firmes de color verde intenso, es muy importante asegurar que la plántula no muestre signos de enfermedades o plagas (Huerto, 2025).

2.6.3 Trasplante

El trasplante de brócoli se realiza cuando las plántulas tienen de 4 a 6 hojas, es recomendable trasplantar temprano por la mañana o tarde para reducir el estrés de las plantas, colocar las plántulas a la misma profundidad que estaban en el semillero para evitar el estrés, asegúrate de mantener un espacio de alrededor de 45-60 cm entre las plantas para permitir un buen crecimiento (Laudie, 2024).

2.6.4 Densidades de plantación

Las distancias recomendadas son de 40 a 60 cm entre plantas, y de 50 a 80 cm entre hileras, las densidades de población pueden variar, pero se suelen obtener entre 40000 y 80000 plantas por ha (Laudie, 2024).

2.6.5 Fertilización

Para la fertilización del brócoli, se recomienda un enfoque equilibrado, especialmente en nitrógeno y potasio. Se puede utilizar compost o materia orgánica como abonado de fondo y acolchado, el cultivo de brócoli requiere una fertilización abundante en nutrientes, por lo que realizarla de forma regular resulta muy beneficiosa, impulse su crecimiento con un fertilizante NPK equilibrado antes de la plantación., la fertilización del cultivo de brócoli debe ser rica en nitrógeno cada 3- 4 semanas y al principio de la etapa de formación de las

cabezas (Herogra, 2021).

Los abonos orgánicos aportan nutrientes de liberación lenta, por lo que su efectividad se manifiesta progresivamente a lo largo del ciclo vegetativo. Diversas investigaciones reportan que las dosis recomendadas se encuentran entre 4 y 8 toneladas por hectárea (t/ha), según la disponibilidad de materia orgánica y las necesidades nutricionales del cultivo. En suelos con baja fertilidad, puede ser necesario incrementar la dosis hasta 10 t/ha para lograr un equilibrio nutricional adecuado. (Herogra, 2021).

2.6.6 Riego

EL brócoli requiere de una cantidad moderada de humedad constante, par aun óptimo crecimiento, pero con un buen drenaje evitando el encharcamiento. Se recomienda regar cada 2-3 días, especialmente durante las primeras etapas de crecimiento y en verano, manteniendo el suelo húmedo, pero no empapado (Probelte, 2020).

2.6.7 Aporque

El aporque es una técnica que consiste en amontonar tierra alrededor de las bases de las plantas para protegerlas, facilita el riego optimizando la absorción, el aporque ayuda a proteger las plantas de daños por heladas, excesos de sol o viento, y también previene la contaminación por enfermedades, permite una aplicación más eficiente de fertilizantes, ya que la tierra amontonada ayuda a retenerlos en el área donde se ubican las raíces, al amontonar tierra alrededor de la base, se crea una barrera que protege el tallo y favorece su crecimiento vertical (Scribd, 2021).

2.6.8 Control de malezas

Los primeros 30 días deberán las plantas de brócoli estar libre de malezas mediante prácticas culturales como escardes (aporques) o aplicar herbicidas como Oxifluorfen (1 a 1.5 L ha) o Trifluralina (2 L/ha) y DCPA (10 Kg/ha).

2.6.9 Control de plagas

Gusano del repollo (*Pieris rapae*)

También conocido como mariposa blanca de repollo, es una de las plagas más importante del cultivo de brócoli, las larvas de esta especie se alimentan de las hojas, causando defoliación y daños significativos en la calidad y rendimiento de las plantas (Axayacatl, 2023).

Control

El control biológico implica el uso de enemigos naturales como avispas parasitoides y el uso de *Bacillus thuringiensis*, el control cultural incluye la eliminación de malas hierbas de la familia de las crucíferas y el uso de trampas de feromonas para monitorear la población de mariposas (Axayacatl, 2023). Control químico uso de insecticidas a base de cipermetrina o deltametrina (Adams, 2023).

Pulgón verde (*Myzus persicae*)

Se alimentan de la savia de las plantas, debilitándolas y causando retraso en el crecimiento, además puede transmitir enfermedades virales a las plantas de brócoli. Los daños ocasionados por el pulgón verde pueden reducir la calidad y cantidad de las cabezas de brócoli afectando negativamente la producción (Gonzales, 2023).

Control

El control biológico involucra el uso de enemigos naturales como la mariquita y el hongo *Beauveria bassiana*, los insecticidas químicos, como pirimicarb, imidacloprid y acetamiprid, pueden ser efectivos. Las medidas culturales incluyen la eliminación de malezas hospedantes, la rotación de cultivos y la siembra de plantas trampas (Adams, 2023).

Polilla del brócoli (*Plutella xylostella*)

La polilla del brócoli es una plaga devastadora, las larvas de esta polilla se alimentan de las hojas, tallo y frutos, los síntomas incluyen agujeros en las hojas y las cabezas, así generando pérdidas económicas importantes (Atencio, 2022).

Control

Control cultural: rotación de cultivos, la eliminación de malezas y la buena

preparación del terreno ayudan a reducir la población de polillas y evitar la propagación, en cuánto al control biológico el uso de enemigos naturales, como las avispas parasitoides y los depredadores, puede ayudar a controlar la población de polillas. El control químico se pueden utilizar insecticidas químicos a base de piretro, lambdacialotrina o deltametrina para combatir las orugas, pero es importante alternar el uso de estos productos y evitar el uso excesivo, ya que la polilla puede desarrollar resistencia (Atencio, 2022).

Trips (*Frankliniella* spp.)

Los trips son una plaga que pueden causar daños significativos, estos pequeños insectos se alimentas de las hojas y brotes del brócoli, dejando marcas de alimentación, decoloración y deformación, también pueden transmitir enfermedades a través de sus picaduras (Reitz, 2020).

Control

Control cultural control de malezas, nutrición adecuada evitar un exceso de fósforo ya que favorece la población de trips, para el control biológico utilizar insectos benéficos como los Orius, que son depredadores eficaces de los trips, en el control químico utilizar Pirecris aporta un potente efecto insecticida que actúa bloqueando el sistema respiratorio del insecto hasta provocar su muerte (Reitz, 2020).

2.6.10 Control de enfermedades

Podredumbre negra (*Alternaria brassicicola*)

La podredumbre negra causado por el hongo *alternaria brassicicola*, se caracteriza por la aparición de manchas necróticas de color marrón oscuro o negro en las hojas, tallos y cabezas. La podredumbre negra puede provocar la descomposición prematura de las cabezas de brócoli causando pérdidas económicas considerables (Morales, 2022).

Control

Control cultural: incluye la rotación de cultivos, la eliminación de residuos de cosecha, el uso de semillas certificadas y la prevención de la humedad excesiva. Control químico como mancozeb, clorotalonil y azoxistrobina pueden ser utilizados para prevenir la infección, pero deben aplicarse antes de que la enfermedad se

establezca (Morales, 2022).

Mildiu velloso (*Peronospora parasítica*)

Es causado por el hongo peronospora parasítica y se caracteriza por la aparición de manchas amarillas en las hojas, tallo y flores del brócoli, acompañadas de un crecimiento velloso blanco en el envés de las hojas, a medida que la enfermedad avanza las manchas se vuelven necróticas y pueden afectar gravemente el desarrollo y rendimiento del cultivo (Admin, 2023).

Moho blanco (*Sclerotinia sclerotiorum***)**

Es una enfermedad destructiva en el cultivo de brócoli, se caracteriza por la formación de manchas acuosas y algodonosas en las hojas, tallos, y flores del cultivo, estas manchas evolucionan hacia lesiones necróticas y se desarrollan estructuras de resistencia llamadas esclerocios, causando la pudrición de los tejidos y la descomposición de los tejidos (Sikora, 2024).

Control

Esto incluye eliminar las plantas infectadas, controlar la humedad y la temperatura, y considerar el uso de fungicidas protectores como el clorotalonil, mancozeb o productos de base de cobre, antes de que se desarrolle la enfermedad, biorracionales como los que contienen cepas de Coniothyrium minitans, que son antagonistas del hongo (Pereira.R, 2019).

Marchitez bacteriana (*Xanthomonas campestris* pv)

La marchitez bacteriana es una enfermedad devastadora, se manifiesta a través de la marchitez de las plantas especialmente en días calurosos y se puede observar la decoloración y necrosis de los tejidos, las cabezas del brócoli pueden presentar manchas oscuras y hundimientos (Gómez, 2022).

Antracnosis (*Collotothichum higgisianum*)

Es una enfermedad común en los cultivos de brócoli, se caracteriza por la aparición de manchas acuosa de color marrón a negro en las hojas, tallos y cabezas de brócoli, la antracnosis puede afectar la calidad y el rendimiento del cultivo, especialmente en condiciones de alta humedad y temperaturas moderadas (Casa, 2022).

Control

Se recomienda la eliminación de residuos, las densidades de siembra adecuadas para que haya una buena aireación, selección de variedades resistentes, para su control biológico considerar el uso de *Bacillus subtilis* o *Trichoderma*, control químico en caso de brotes, se pueden utilizar fungicidas químicos como la captan o mancozeb (Damicone, 2021).

2.6.11 Cosecha

Dependiendo de la variedad, el brócoli estará listo entre los 60 y los 140 días después de ser trasplantado. El punto óptimo para recoger la cosecha se identifica por las cabezas compactas, pero sin que las flores comiencen a abrirse, esto puede diferir según la variedad, los estándares de calidad recomiendan cabezas de 7.5 cm a 20 cm de diámetro, la recogida del brócoli se puede hacer manual, cortando las cabezas, o mecanizada con un procesado posterior (Ramírez, 2023)

2.6.12 Los abonos orgánicos

Los abonos orgánicos son fertilizantes naturales que mejoran la fertilidad del suelo de manera sostenible, sin recurrir a productos químicos, fundamentales en la agricultura ecológica, estos abonos favorecen la biodiversidad y reducen el impacto ambiental. Son los fertilizantes elaborados exclusivamente a partir de materias orgánicas como, por ejemplo, los restos vegetales, el estiércol o las cenizas, se caracterizan, además, por no tener entre sus ingredientes ningún químico (Anderson, 2023).

Durante su proceso de descomposición, las materias primas de origen vegetal o animal liberan su contenido de nutrientes (fundamentalmente nitrógeno, potasio y fósforo). De esta manera, enriquecen la composición de la tierra, estimulan la actividad microbiana y contribuyen al crecimiento (Carlos, 2025).

2.6.13 Importancia de los abonos orgánicos

El uso de los abonos orgánicos contribuye al mejoramiento de las estructuras y fertilización del suelo a través de la incorporación de nutrimento y microorganismos. Se han desarrollado sistemas de producción alternativos, caracterizados por la ausencia de agroquímicos y la utilización frecuente de

fuentes de materia orgánica manteniendo la fertilidad de la tierra como el humus, compost, abonos verdes, abonos líquidos y biofertilizantes (Plaza, 2025).

Con estos abonos se pueden conseguir mejores resultados al no generar contaminación en los suelos, mejorando las propiedades físicas, químicas y biológicas del sustrato, la estabilidad estructural, regula el balance hídrico del suelo reteniendo los nutrientes y nivelando los niveles de pH (Tenesaca, 2022).

La importancia que los abonos orgánicos tienen en el suelo es que incrementan la actividad bacteriana, necesarios para el desarrollo y aportar nutrientes a la planta. La incorporación de abonos orgánicos ayuda a la descomposición de los nutrientes presente en el suelo y ayudan a las plantas a asimilar de mejor manera estos elementos necesarios para su desarrollo. Además, incrementan la absorción del agua y mantienen la humedad del suelo. Su acción es prolongada, duradera y pueden ser utilizados con frecuencia sin dejar secuelas en el suelo y con un gran ahorro económico (Sabando & Ramos, 2020).

2.6.14 Tipos de abonos orgánicos

- **Vermicompost**: Se trata de una variante del compost común rica en nitrógeno que se compone de heces fecales de lombrices, tierra negra y compost corriente. Las lombrices rojas californianas son las ideales para su preparación, siendo una rica fuente de ácidos acéticos y húmicos (Bioky, 2023).

- **Turba**: Este abono consiste en materia orgánica fosilizada proveniente de minerales, carbohidratos y ácidos húmicos. Se obtiene al acumular grandes fuentes de materia vegetal, sometiéndolas a temperaturas gélidas con escasa oxigenación y abundante agua. La mezcla final es un carbón libero, ideal para mejorar el pH del suelo (Castillo, 2022).

- **Guano**: Es un sustrato que contiene sustancias nutritivas y compuestos orgánicos, estos compuestos por excrementos de aves, pingüinos, gaviotas, murciélagos para el crecimiento de las plantas, entre los que se destacan su gran cantidad de nitrógeno, fosforo y potasio (Merlin, 2023).

- **Abonos verdes**: Se denomina abono verde a todas aquellas plantas que dejamos que crezcan entre nuestros cultivos porque protegen el suelo y fijan los nutrientes. Son de rápido crecimiento y alto poder productivo (Ecología, 2024).

2.6.15 Humus

El Humus de lombriz tiene una gran importancia en las labores agrícolas gracias a sus numerosas utilidades y su capacidad para mejorar la calidad de los suelos y promover el crecimiento saludable de las plantas. El Humus es un acondicionador esencial del suelo en zonas degradadas y áridas. Funcionado como activador de microorganismos beneficiosos e inhibidor de microorganismos dañinos. Es rico en materia orgánica y nutrientes, que mejoran las propiedades físicas, químicas y microbiológicas del suelo. Además, posee auxinas y ácidos húmicos y fúlvicos, los cuales estimulan los procesos biológicos de la planta (Dilmar, 2021).

Cada gramo de vermicompost contiene, millones de microorganismos, por lo que le otorga propiedades únicas, beneficiando tanto al suelo como las plantas, el Humus de lombriz es compatible con el resto de fertilizantes, tanto químicos como orgánicos. De hecho, mejora su eficacia, ya que facilita la solubilización y absorción de nutrientes por parte de las plantas, esto significa que, al combinar Humus de lombriz con otros fertilizantes, se optimiza el rendimiento y se reduce la necesidad de productos químicos (Vermiduero, 2024).

Ventajas del humus de lombriz

Facilita la asimilación de nutrientes como nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio y calcio, lo que provoca un aumento de la floración y de la cantidad y dimensión de los frutos, el empleo de Humus ayuda a obtener alimentos de calidad superior, con un alto valor nutricional y un sabor más intenso, protege el cultivo de patógenos, mejora la estructura física del terreno, formando agregados y reduciendo la erosión, aporta microorganismos benéficos, reduce las necesidades de agua de riego hasta un 25%, fortalece y equilibra la planta, obteniéndose plantas con mayor vigor y resistencia (Dixon, 2023).

Desventajas

Costo elevado debido al proceso de producción más lento y cuidadoso, la cantidad de Humus producida es limitada por lo que no se puede utilizar en grandes extensiones agrícolas. a diferencia de los fertilizantes químicos, el Humus de lombriz libera nutrientes de forma lenta, lo que puede ser una desventaja si las plantas necesitan una dosis rápida (Dixon, 2023).

Composición del Humus

Nitrógeno (N)	1,95- 2,2%
Fósforo (P)	0,23- 1,8 %
Potasio (K)	1,07- 1,5 %
Calcio (Ca)	2,70- 4,8 %
Magnesio (Mg)	0,3- 0,81 %
Hierro (Fe)	0.05 – 0.3 %
Cobre	89 mg/kg
Zinc	125 mg/kg
Carbono orgánico	22,53 %
Materia orgánica (humus)	20 – 40 %
Microorganismos	Alta densidad
Ácidos fúlvicos	2-3 % ss
Ácidos húmicos	5-7 % ss
Ph	6.5 – 7.5

Fuente: (León, 2021).

Aplicación

Para el cultivo de brócoli, el Humus de lombriz se puede aplicar al trasplante, mezclado con el suelo antes de la siembra, o como abono superficial en etapas posteriores del crecimiento, el uso de Humus de lombriz en el cultivo de brócoli constituye una práctica ampliamente recomendada dentro de la agricultura

sostenible, ya que mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Su aplicación se realiza generalmente de forma manual o al voleo, incorporándolo en el sitio de trasplante para favorecer el establecimiento de las plántulas. La dosis sugerida oscila entre 5 y 10 t/ha, lo que equivale a aproximadamente 80-150 g por planta, dependiendo de la fertilidad inicial del suelo y de las necesidades nutricionales del cultivo. El aporte de Humus incrementa la disponibilidad de nutrientes, estimula la actividad microbiana benéfica y mejora la capacidad de retención de agua, lo que se traduce en un desarrollo vegetativo más vigoroso y en pellas de mayor peso y calidad comercial (Ruiz, 2020).

2.6.16 Eco Abonaza

Es un fertilizante orgánico que combina todos los nutrientes esenciales N, P, K y otro macro y micro elementos, con un alto contenido de materia orgánica. Esto hace que sea un producto que ejerce unos efectos muy positivos sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, mejorando los rendimientos de los cultivos. El brócoli cultivado con Eco Abonanza suele tener mejor sabor y calidad nutricional (más antioxidantes y vitaminas). evita la contaminación por fertilizantes químicos, reduciendo la huella de carbono y protegiendo la biodiversidad (Lema, 2021)

Ventajas de Eco Abonaza

Mejora la fertilidad del suelo al aportar nutrientes y materia orgánica. Favorece la actividad microbiana y mejora la estructura del suelo, lo que permite una mejor retención de agua y reduce la erosión. Al liberarse los nutrientes de forma gradual, se evita la contaminación y se asegura una nutrición constante para los cultivos. Además, es una opción económica y sostenible, ya que se elabora con residuos orgánicos, reduciendo el uso de fertilizantes químicos y promoviendo una agricultura más ecológica (Chasi, 2024).

Desventajas

Presenta algunas limitaciones, como la liberación lenta de nutrientes, lo cual puede no satisfacer las necesidades inmediatas de las plantas. Requiere tiempo, espacio y conocimientos técnicos para un manejo adecuado. Si no se realiza correctamente, puede haber desequilibrios de nutrientes, presencia de patógenos o semillas de

malas hierbas, así como malos olores y atracción de plagas. Además, su volumen y dificultad de manipulación lo hacen menos práctico que los fertilizantes químicos (Chasi, 2024)**.**

Composición de la Eco Abonaza

Materia orgánica	61.52%
Nitrógeno	2.73%
Fósforo	1.75%
Potasio	3.63%
Calcio	4.42%
Magnesio	1.06%
Hierro	0.02%
Manganeso	0.07%
Bromo	0.02%
Zinc	0.028%
Cobre	0.05%
Azufre	0.024%

Fuente: (Megagro, 2020).

Aplicación

La aplicación de Eco Abonaza en el cultivo de brócoli se realiza comúnmente en la etapa de preparación del terreno y en el trasplante, para asegurar una disponibilidad adecuada de nutrientes desde el inicio del ciclo. Durante la preparación del suelo, se recomienda distribuir la dosis de manera uniforme al voleo sobre la superficie y posteriormente incorporarla con arado o rastra para facilitar la descomposición de la materia orgánica y su integración en el perfil del suelo. Al momento del trasplante, también es posible colocar una cantidad determinada de Eco Abonaza directamente en el hoyo de plantación (aproximadamente de 50 a 100 g por planta, según el tamaño de la plántula y la

fertilidad inicial del suelo), mezclándola con la tierra para evitar contacto directo con las raíces y reducir el riesgo de fitotoxicidad (Lema, 2022).

En términos de dosis por hectárea, se sugiere aplicaciones que oscilan entre 2 y 4 t/ha, pudiendo ajustarse de acuerdo con los análisis de suelo y las necesidades específicas del cultivo. Dosis en el rango superior (3-4 t/ha) suelen recomendarse en suelos con bajo contenido de materia orgánica, ya que permiten mejorar las propiedades físicas del suelo, como la capacidad de retención de agua, la aireación y la estructura, además de incrementar el aporte de nutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio. Esta práctica se asocia con un mejor desarrollo vegetativo, formación de pellas más compactas y un mayor rendimiento por hectárea (Lopez, 2022).

2.6.17 Biol

Es un abono orgánico líquido, el cual se obtiene por fermentación anaeróbica de estiércol de animales domésticos, enriquecido con follaje de plantas, que entregan nutrientes y previene algunas plagas y enfermedades. Actúa promoviendo la actividad fisiológica al estimular el crecimiento vegetativo en los cultivos, tiene un rol de revitalizador en plantas que han sufrido estrés durante un largo periodo (Muñiz, 2023).

El Biol es fitorregulador que, a diferencia de los nutrientes, en pequeñas cantidades es capaz de promover actividades fisiológicas y estimular el desarrollo de las plantas. Influyendo sobre actividades agronómicas como: en el enraizamiento (aumenta y favorece la base radicular), acción sobre el follaje (amplía la base foliar), mejora la floración y activa el vigor y el poder germinativo de las semillas, traduciéndose todo esto en un aumento significativo de las cosechas (Muñiz, 2023).

Ventajas

El Biol mejora la disponibilidad de nutrientes del suelo, aumenta su disponibilidad hídrica, y crea un micro clima adecuado para las plantas, no contamina el suelo, el agua, el aire, ni los cultivos; es de fácil preparación y puede adecuarse a diversos tipos de envase; es de bajo costo, permite incrementar la producción; revitaliza las plantas que tienen estrés, por el ataque de plagas y enfermedades, sequías, heladas

o granizadas, (Muñoz, 2021).

Desventajas

Su preparación es lenta, demora entre 3 a 4 meses, dependerá de la temperatura del ambiente, por lo que se debe planificar su producción antes del inicio de la campaña agrícola. Necesita un ambiente oscuro y fresco para el almacenaje, de lo contrario perderá sus propiedades biológicas y nutritivas; sólo se puede usar entre 3 a 6 meses de su cosecha, después disminuye sus propiedades; se necesita contar con una mochila para su aplicación y el mal manejo durante su aplicación puede quemar las plantas (Haro, 2021).

Composición del Biol

Nitrógeno (N)	0.4 – 1.5 %
Fósforo (P)	0.3 – 1.2 %
Potasio (K)	1.0 – 3.0 %
Calcio (Ca)	0.3 – 0.9 %
Magnesio (Mg)	0.2 – 0.6 %
Azufre (S)	0.1 – 0.4 %
Micronutrientes	(Fe, Zn, Cu, Mn, B, Mo) en trazas
Microorganismos	Alta densidad (lácticos, levaduras)
pH	6.0 – 7.0

Fuente: (Muñiz, 2023).

Aplicación

En el cultivo de brócoli, su aplicación se realiza de forma foliar o al suelo, buscando aportar nutrientes de rápida asimilación y estimular el crecimiento vegetativo. La dosis recomendada varía entre 1 y 3 L de biol por cada 20 L de agua, aplicados en forma de aspersión foliar o en riego dirigido a la base de la planta. Las aplicaciones suelen iniciarse 8 a 10 días después del trasplante y repetirse cada 7 a 15 días durante el ciclo del cultivo, de acuerdo con la etapa

fenológica y las condiciones del suelo. La dosis total de Biol por hectárea varía según el método de aplicación y la concentración del Biol. Para aplicaciones foliares, se estima que se utilizan entre 200 y 300 L de mezcla por hectárea, lo que equivale a 10 a 15 L de Biol puro por hectárea durante el ciclo del cultivo. Para aplicaciones al suelo, la dosis puede ajustarse según las necesidades específicas del cultivo y las condiciones del suelo (Jiménez, 2024).

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Ubicación y caracterización de la investigación

- **Localización del experimento**

Provincia Bolívar

Cantón Guaranda

Parroquia Veintimilla

Sitio Granja Laguacoto II

- **Situación geográfica y edafoclimática**

Altitud	2.668 msnm
Latitud	01° 36´52´´ S
Longitud	78° 59´ 54´´ W
Temperatura máxima	21 ℃
Temperatura mínima	7 ℃
Temperatura media	14,4 ℃
Precipitación promedio anual	980 mm
Heliofanía promedio anual	900 horas luz /año
Humedad relativa promedio anual	70 %
Velocidad de viento	4,6 km/h
Tipo de suelo	Franco arcilloso
pH	6-7

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI, 2023).

- **Zona de vida**

La localidad en estudio de acuerdo a la zona de vida se encuentra ubicada en el bosque seco montano bajo (bs-MB) (Holdridge, 1979).

3.2 Metodología

3.2.1 Material experimental

Plántulas de brócoli de 30 días de germinación (avenger)

3.2.2 Factores en estudio

Factor A: Abonos orgánicos

A1**:** Eco Abonaza

A2: Humus

A3: Biol

Factor B: Dosis

B1: Baja

B2: Media

B3: Alta

3.2.3 Tratamientos

Tratamiento	Código	Detalle
T1	A1B1	Eco Abonaza +3 Tn/ha
T2	A1B2	Eco Abonaza +6 Tn/ha
T3	A1B3	Eco Abonaza +8 Tn/ha
T4	A2B1	Humus + 6Tn/ha
T5	A2B2	Humus + 11Tn/ha
T6	A2B3	Humus +17 Tn/ha
T7	A3B1	Biol +5%
T8	A3B2	Biol +10%
T9	A3B3	Biol +15%

3.2.4 Tipo de diseño experimental o estadístico

Se utilizo un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) parcelas divididas en arreglo factorial 3 x 3 con 3 repeticiones

3.2.5 Manejo de la investigación

- **Preparación del suelo**

La preparación del suelo se realizó una semana antes del proceso de trasplante con la ayuda de maquinaria agrícola emitiendo un pase de disco para romper terrones grandes para mejorar las condiciones físicas del suelo, también se pasó una rastra para nivelar el suelo, de esa forma asegurar buen desarrollo del cultivo.

- **Delimitación del ensayo**

Después de haber realizado la preparación del suelo, se delimito las parcelas según el diseño establecido en el croquis, esta labor se realizó mediante la ayuda de una cinta métrica, piola, estaca, para asegurar una demarcación precisa, cada unidad experimental tiende a medirse 3x3, y sus caminos correspondientes.

- **Desinfección del suelo**

Esta labor se la realizó antes del trasplante utilizando la cal agrícola en dosis de 3 Kg/p, Captan se aplicó al suelo antes del trasplante a dosis de 1.5 Kg/ha, dispersándola en el área destinada al cultivo.

- **Obtención de plantas**

Las plantas de brócoli se obtuvieron de una pilonera certificada, se seleccionó plantas de excelentes características de vigor y genética, de 30 días de germinación variedad Avenger.

- **Trasplante**

El trasplante se realizó de forma manual, que consistió en ubicar las plántulas en su lugar definitivo en campo, a una distancia de 0,60 m entre planta y 0,60 m entre surco, seguidamente se proporcionó un ligero riego para asegurar un mejor prendimiento.

- **Control de malezas**

El control de malezas fue realizado en forma manual con azadones, a los 30 días después del trasplante, con el objetivo de eliminar las malezas de las unidades experimentales para evitar la competencia de nutrientes, agua, luz y espacio.

- **Riego**

Esta actividad se aplicó según las condiciones climáticas, asegurando que el cultivo esté en condiciones óptimas para su desarrollo vegetativo, utilizando riego por aspersión ya que esta hortaliza requiere disponibilidad constante de agua.

- **Fertilización**

En este ensayo se llevó a cabo dos aplicaciones de abonos orgánicos de forma manual tanto el día de trasplante como el Humus y Eco Abonaza, se incorporó en la base de cada planta en el ciclo del cultivo, el Biol se aplicó de forma frecuente cada 8 días después del trasplante con una bomba de mochila.

Dosis		**Biol**	**Humus**		**Eco abonaza**	
Baja	5%	250 cc	6 t/ha	200 g	3 t/ha	100 g
Media	10%	500 cc	11 t/ha	400 g	6 t/ha	200 g
Alta	15%	750 cc	17 t/ha	600 g	8 t/ha	300g

- **Control de plagas y enfermedades**

Para el control de *Alternaria brassicicola*, se utilizó una combinación de clorotalonil 1.5L/ha y mancozeb+metalaxil 0.5 Kg/ha, y para el control de *Plutella xylostella* y *Frankliniella* spp se utilizó thiamethoxan y clorpirifos 0.3L/ha, ya que son eficientes para el manejo en el cultivo de brócoli.

- **Cosecha**

Esta labor se realizó de forma manual cuando las pellas alcanzaron una madurez comercial respectivamente, con la ayuda de un cuchillo se procedió a cortar las

pellas y se recolectó, para seleccionar las pellas de acuerdo a su tamaño, para su posterior comercialización.

3.2.6 Métodos de evaluación

- **Porcentaje de prendimiento (PP)**

Se evaluó entre los 15 días después del trasplante cuantificando el número de plantas prendidas multiplicando por cien y dividiendo para el número de plantas trasplantadas en el área neta y los resultados se expresó en porcentaje (%).

- **Identificación de plantas evaluadas**

Se utilizó etiquetas enumeradas en las 10 plantas seleccionadas de manera aleatoria en cada unidad experimental.

- **Altura de la plata (AP)**

Se registró en 10 plantas seleccionadas completamente al azar de cada unidad experimental con la ayuda de un flexómetro, tomando desde la base del tallo hasta el meristemo apical a los 90 días después del trasplante y los resultados se expresaron en centímetros.

- **Días a la formación de la pella (DFP)**

Este dato se identificó desde el momento del trasplante hasta cuando más del 50% de las plantas formaron la pella.

- **Días a la cosecha (DC)**

Se evaluó con el registro del número de días transcurridos desde el día del trasplante hasta el día que la pella esta lista para su respectiva cosecha, cuando la pella este con un tamaño ideal y presente una compactación uniforme de color verde oscuro, de todas las unidades experimentales y los resultados se expresaron en días.

- **Porcentaje de incidencias de plagas y enfermedades (PIP)**

Se valoró mediante un monitoreo en todas las unidades experimentales a los 90 días después del trasplante, cuantificando el número de plantas enfermas multiplicando por cien y dividiendo para el número de plantas sanas, los resultados se consideraron en porcentajes.

- **Diámetro ecuatorial de la pella (DEP)**

Se desarrollo en 10 pellas seleccionadas completamente al azar en madurez comercial, con la ayuda de una cinta métrica se midió de forma horizontal, desdé un punto lateral de la pella hasta el punto opuesto, a través del centro de la pella y los resultados se reflejará en centímetros.

- **Longitud polar de la pella (LP)**

Variable que fue registrada en 10 pellas seleccionadas completamente al azar en madurez comercial, con la ayuda de una cinta métrica se midió en centímetros desde la base de la pella hasta el ápice o cúspide, siguiendo el eje vertical central.

- **Peso de la pella (PP)**

Después de la cosecha en10 pellas seleccionadas al azar de cada uno de los tratamientos, con la ayuda de una balanza digital, se pesó la pella por unidad, y obtuvo un promedio del peso/pella, los resultados fueron expresados en kilogramos.

- **Peso de campo por parcela (PCP)**

Se valoró después de la cosecha, mediante la ayuda de una balanza digital se pesó en cada tratamiento, y los resultados se expresaron en Kg/p.

- **Rendimiento por hectárea (R)**

Esta variable del rendimiento de brócoli en Kg/ha, se consideró mediante la aplicación de la siguiente fórmula.

$$R = PCP\ Kg.X \frac{\frac{10000 m^2}{na}}{\frac{ANC}{ha}}$$

Donde

R = Rendimiento en Kg/ha.

PCP = Peso de campo por parcela.

ANC = Área neta cosechada en m^2.

3.2.7 Análisis de datos

Análisis de varianza ADEVA según el siguiente detalle Análisis funcional

- Prueba de Tukey al 5 % para la comparación de los promedios de los factores A, B e interacción de A x B Fisher protegido
- Análisis de regresión y correlación lineal simple
- Análisis económico

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Interpretación de resultados

Tabla 1

Resultados del análisis de varianza del factor A, porcentaje de prendimiento (PP), altura de planta (AP), días a la cosecha (DC), días a la formación de la pella (DFP), porcentaje de incidencias de plagas y enfermedades (PIP), diámetro ecuatorial de la pella (DEP), longitud polar de la pella (LP), peso de la pella (PPE), peso de campo por parcela (PCP), rendimiento por hectárea (RT).

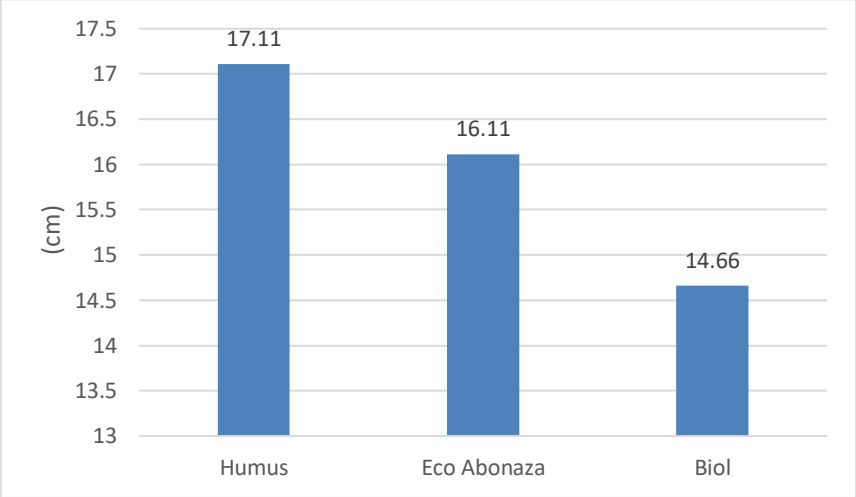
VIARIABLES	F	*P*-Valor	CV (%)
PP(NS)	2.25	0,1373	0,05
AP(**)	66.73	0,0000	2,83
DC(**)	1646.29	0,0000	0,77
DFP(**)	914.67	0,000	1,40
PIP(NS)	0.17	0,8455	30,14
DEP(**)	139.06	0,000	4,92
LP(**)	44.80	0,000	6,30
PPE(**)	133.44	0,0000	8,27
PCP(**)	112.97	0,0000	8,91
R/ha(**)	143.34	0,000	7,88

Nota: *** Altamente significativo p< 0.01; NS No significativo; CV Coeficiente de variación; GL Grados de libertad.*

De acuerdo a la tabla 1, se puede mencionar que las variables AP, DC, DFP, DEP, LP, PPE, RP, R/ha, se ha comportado con diferencias altamente significativas (***p< 0.01)*** para los tratamientos evaluados, mientras que las variables PP, PIP no se presentaron diferencias estadísticamente significativas.

Figura 1

Medias para altura de planta (AP)en el factor A, tipos de abonos



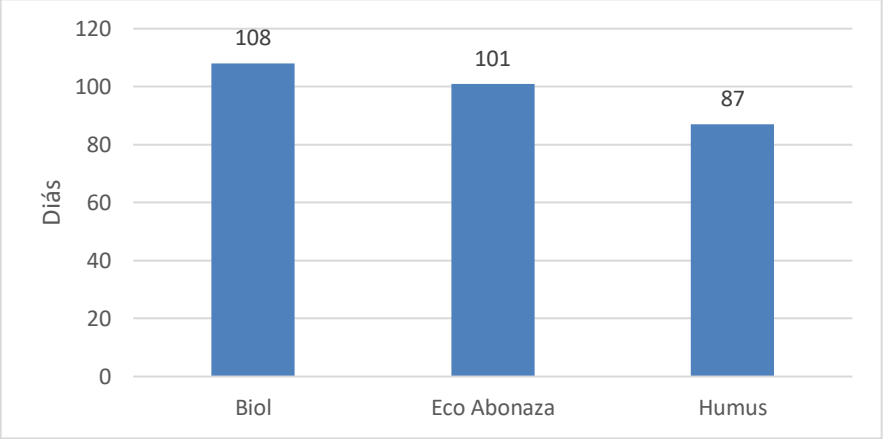
La altura de planta (AP) se vio significativamente influenciada por el tipo de abono aplicado lo cual demuestra que las tres tecnologías se comportaron de una forma muy diferente. Al usar Humus, se presentó una mayor altura de planta, con una media de 17.11 cm, comparado con el Biol que evidencio la media más baja respecto a esta característica, que para este caso fue de 14.66 cm, con un coeficiente de variación de 2.83.

Estos análisis indican que el tipo de abono influye directamente en el crecimiento vegetativo, favoreciendo el desarrollo de la planta de brócoli de forma efectiva con la aplicación de humus, logrando un incremento en altura de aproximadamente el 14% en relación al Biol.

El Humus contiene compuestos bioactivos como auxinas, ácidos húmicos y fúlvicos, debido a su acción bioestimulante y a la mejora en la fertilidad biológica del suelo, estimula la división y elongación celular, promoviendo un crecimiento más vigoroso en altura (Dilmar, 2021).

Figura 2

Medias para días a la cosecha (DC) en factor A, tipo de abonos



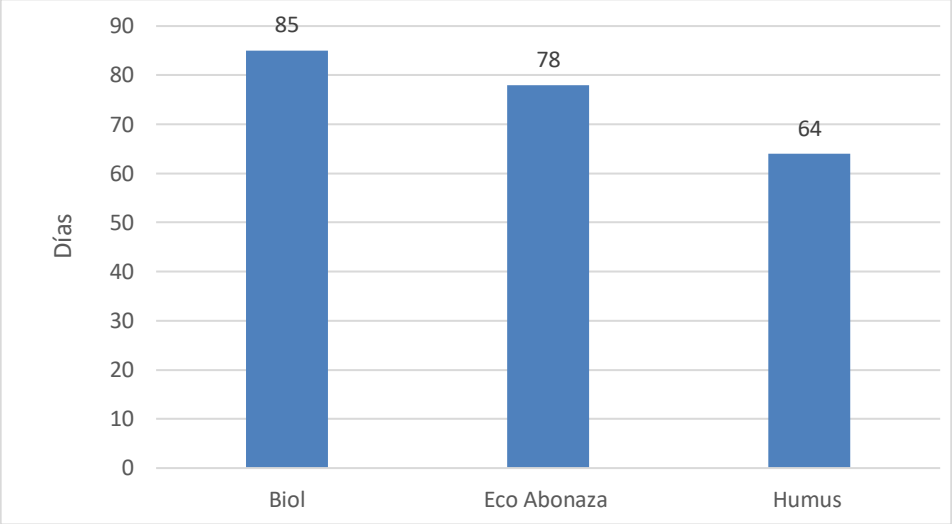
Los tipos de abonos orgánicos se comportaron de una forma muy diferente en los tratamientos en estudio en cuanto a los días a la cosecha. El Humus mostró con una mayor precocidad de 87 días a la cosecha, en contraste con el Biol se manifestó de manera tardía con una media de 108 días a la cosecha, con coeficiente de variación de 0.77.

Se confirma que las diferencias observadas entre tratamientos se deben al efecto de los abonos y no a la variación aleatoria, ya que el Humus permitió una cosecha más precoz con un 24 % en relación al Biol, esto significa que el Humus acelero el desarrollo vegetativo más eficiente.

Estos resultados se explican por la mayor disponibilidad de macronutrientes como N P K, que acelera el crecimiento vegetativo y la transición reproductiva como de Ca, Mg, y S que asegura un desarrollo adecuado, asimismo, los micronutrientes (Fe, Zn, B, Cu, Mn y Mo) intervienen en procesos enzimáticos y hormonales claves, contribuyendo a la precocidad del cultivo. Estos efectos se ven reforzados por los compuestos bioactivos del Humus (ácidos húmicos y fúlvicos), que favorecen la absorción de nutrientes y estimulan el metabolismo vegetal (Dixon, 2023).

Figura 3

Medias para días a la formación de la pella (DFP) en factor A, tipos de abonos.



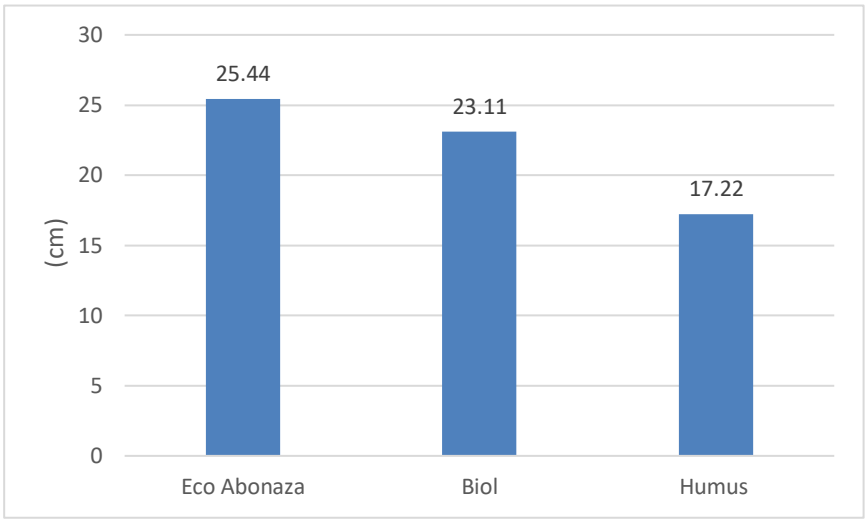
En el análisis de los tratamientos aplicados en el cultivo de brócoli se observó que, el número de días a la formación de la pella presentó diferencias estadísticamente significativas. El Humus registró la media más baja con 64 días, en relación el Biol evidencio la media más alta de 85 días conforme a esta característica con un coeficiente de variación de 1.40.

Según los análisis realizados se puede mencionar que esta característica si depende de los tipos de abonos aplicados en este estudio ya que actuaron con efectos diferentes en el cultivo de brócoli, la aplicación de Humus redujo el ciclo en un 32% en comparación con el Biol.

Al tener una disponibilidad inmediata de nutrientes esenciales (N, P, K), junto con la acción de sustancias bio estimulantes como ácidos húmicos y fúlvicos presentes en el Humus, aceleran la transición del estado vegetativo al productivo, favoreciendo la precocidad del cultivo de brócoli, (Dixon, 2023).

Figura 4

Medias para diámetro ecuatorial de la pella (DEP) para el factor A, tipos de abonos.



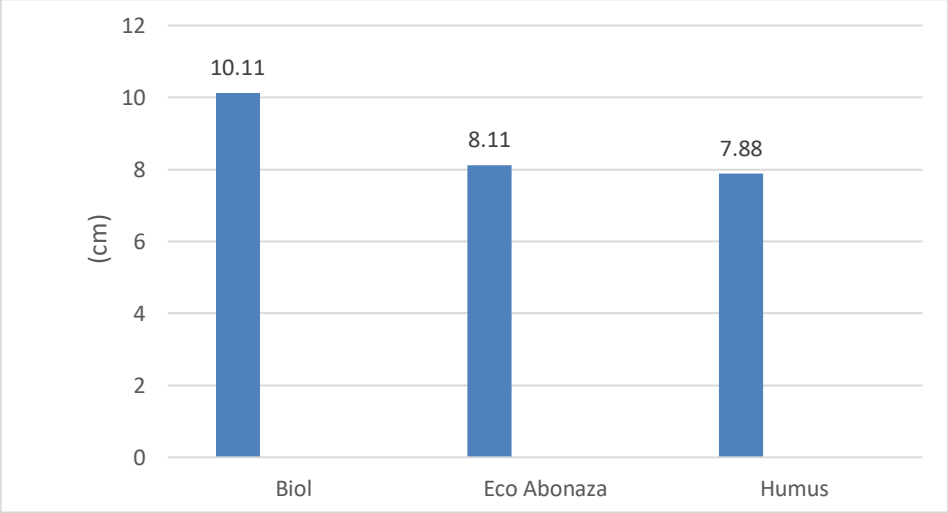
El diámetro ecuatorial de la pella mostró diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados, esto indica que la respuesta productiva del brócoli si depende del tipo de abono orgánico aplicado. La Eco Abonaza constato una mayor media de 25.44 cm, indicando que es estadísticamente superior a los demás tratamientos, en relación con el Humus una media más baja con 17.22 cm, con un coeficiente de variación de 4.92.

Estos resultados indican que el tipo de abono influye directamente en esta condición, favoreciendo el desarrollo de la pella de brócoli de forma efectiva con la aplicación la Eco Abonaza, logrando un incremento en diámetro de aproximadamente el 32% a diferencia del Humus.

La Eco Abonaza por su mayor aporte de materia orgánica estabilizada, nitrógeno, fósforo y potasio en forma balanceada favorece la acumulación de foto asimilados en la pella, lo que explica el mayor diámetro ecuatorial, además al ser un abono sólido, libera nutrientes de manera progresiva durante el llenado de la pella.

Figura 5

Medias para longitud polar de la pella (LP) para el factor A, tipos de abonos.



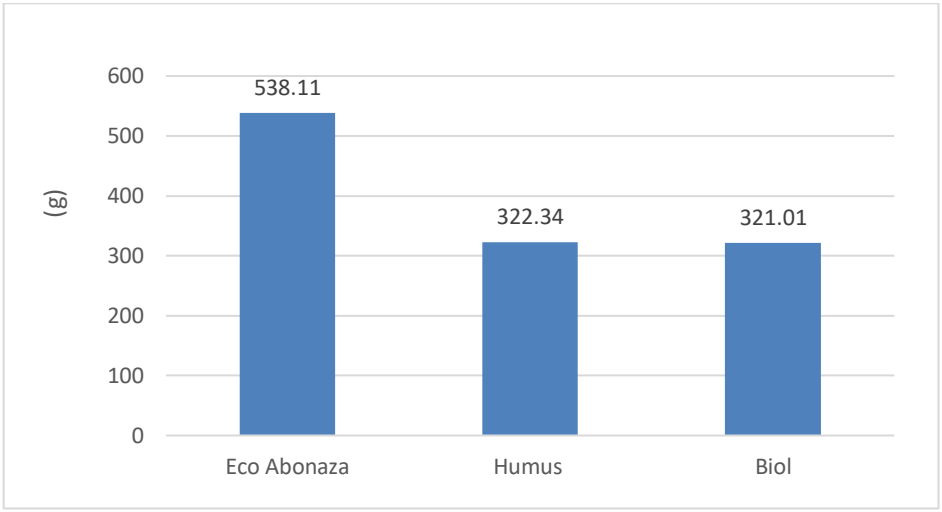
El tratamiento con Biol alcanzó el mayor valor promedio lo cual favoreció aumentar la elongación polar de la pella, mostrando una diferencia estadísticamente muy diferente, presentando una media de 10.11 cm, respecto al Humus que evidencio la media más baja de esta condición que fue de 7.88 cm con un coeficiente de variación de 6.30.

Los presentes resultados demuestran que los tipos de abonos orgánicos si afectan en el desarrollo de esta característica, con el uso del Biol se obtienen pellas con mayor longitud con diferencias de hasta el 22 % más largas en comparación del Humus.

Este comportamiento se debe a que el Biol, al ser un bio fermento líquido, provee nitrógeno y microorganismos de liberación rápida y disponibles, lo que estimula el crecimiento y elongación celular, favoreciendo una mayor expansión polar de la pella. Por el contrario, el Humus libera nutrientes de manera progresiva, priorizando el llenado lateral y la precocidad, lo cual limita el desarrollo en la dimensión polar (Muñiz, 2023).

Figura 6

Medias para el peso de la pella (PPE) para el factor A, tipos de abonos.



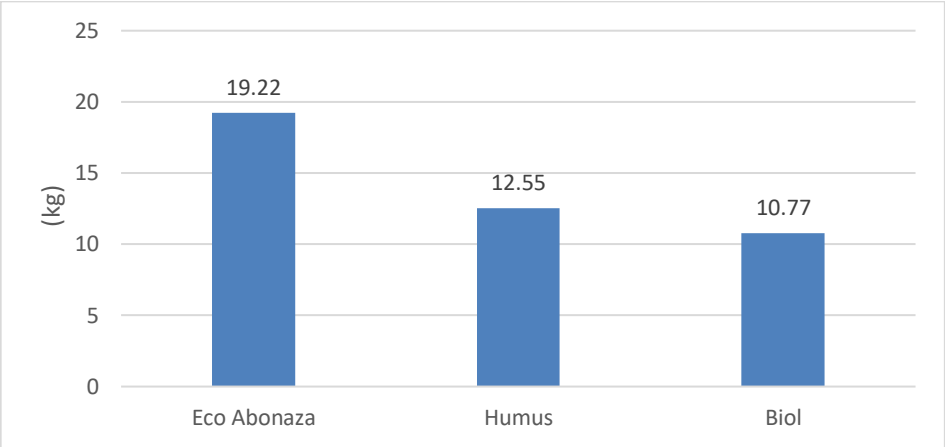
Los resultados obtenidos evidencian que los tipos de abonos orgánicos empleados ejercieron un efecto significativo sobre el peso de la pella en los tratamientos evaluado, Eco Abonaza alcanzó el mayor promedio con 538.1 g, lo que demuestra su mayor eficiencia en la acumulación de biomasa en el cultivo, comparado con el Biol que registró el valor más bajo con 321.01 g, reflejando una menor influencia en esta variable, con un coeficiente de variación de 8.27.

En este estudio realizado el tipo de abono incide directamente en la acumulación de biomasa de la pella, lo cual repercute en un mayor rendimiento con la aplicación de Eco Abonaza, incrementando en un 40 %, en comparación con el Biol.

Esto se debe a que Eco Abonaza aporta nutrientes esenciales (nitrógeno, fósforo, potasio y micronutrientes) de forma más disponible para el cultivo, estimula la actividad microbiana del suelo y mejora la eficiencia fisiológica de la planta, favoreciendo un aumento de peso en la pella, ya que libera los nutrientes de forma constante durante su desarrollo, aumentando el potencial de rendimiento del brócoli (Tasipanba, 2024).

Figura 7

Medias para peso de campo por parcela (PCP) para el factor A, tipos de abonos.



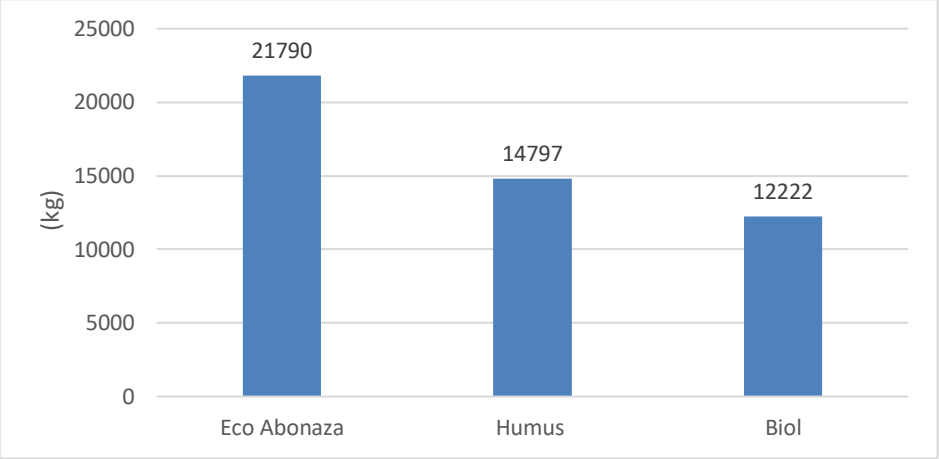
El peso de capo por parcela (PCP) fue significativamente alterado por el uso de los tipos de abonos orgánicos, identificando un comportamiento muy diferente en el cultivo de brócoli, los resultados con Eco Abonaza comprendió la media más alta de 19.22 kg, en relación al Biol demostrando la media más baja con respecto al peso de campo por parcela que concierne a los 10.77 kg con un coeficiente de variación de 8.91.

Esta interpretación demuestra que el tipo de abono si influye en esta condición, siendo más eficiente en la ganancia de peso de campo por parcela, el uso de Eco Abonaza por su contenido y aporte al cultivo, incrementando aproximadamente el 43,9% en comparación al Biol.

Eco Abonaza incrementa la producción en el cultivo de brócoli porque aporta una combinación balanceada de nutrientes esenciales de liberación lenta, mejora la estructura del suelo y favorece la actividad microbiana benéfica, lo que optimiza la disponibilidad de nitrógeno, fósforo potasio durante el ciclo del cultivo, además incrementa a retención del agua y la aireación de las radicular, favoreciendo un desarrollo vegetativo más vigoroso y una pella de mayor tamaño y calidad, lo que en conjunto se traduce en un mayor rendimiento en campo (Peréz, 2024).

Figura 8

Medias para rendimiento por hectárea (RT) para el factor A, tipo de abonos.



El análisis del rendimiento por hectárea muestra diferencias significativas entre los tratamientos evaluados lo que demuestra que esta cualidad si depende del tipo de abono, observar que la Eco Abonaza dio un promedio de 21790 kg, lo que evidencia una alta producción y su efectividad para maximizar el rendimiento del cultivo. Mientras que el Biol ha demostrado un menor rendimiento promedio de 12222 kg con un coeficiente de variación de 7.88.

Según los análisis realizados se puede mencionar que, al utilizar, el Eco Abonaza en el cultivo de brócoli incrementó un 43% en rendimiento, esto indica que la nutrición de las plantas influye directamente en la cantidad y calidad del producto final, en comparación con el Biol.

El uso de Eco Abonaza en el cultivo de brócoli aumenta el rendimiento por hectárea porque enriquece el suelo con materia orgánica y nutrientes de liberación lenta, mejora su estructura y capacidad de retención de agua, estimula la actividad microbiana benéfica que facilita la absorción de minerales, y favorece el desarrollo radicular de la planta, lo que se traduce en brócolis más vigorosos, con mayor peso de pella y mayor número de plantas comerciales cosechadas (Tenesaca, 2022).

Tabla 2

Resultados del análisis de varianza para el factor B, porcentaje de prendimiento (PP), altura de planta (AP), días a la cosecha (DC), días a la formación de la pella (DFP), porcentaje de incidencias de plagas y enfermedades (PIP), diámetro ecuatorial de la pella (DEP), longitud polar de la pella (LP), peso de la pella (PPE), peso de campo por parcela (PCP), rendimiento por hectárea (RT)

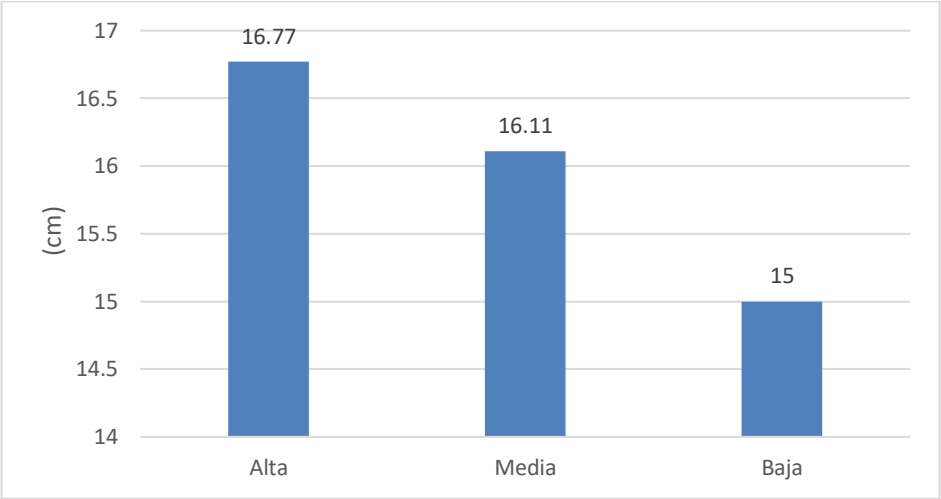
VIARIABLES	F	*P*-Valor	CV (%)
PP(NS)	4,17	0,0348	3.05
AP(**)	35,64	0,0000	2.83
DC(NS)	0,57	0,5758	0.77
DFP(NS)	0,00	1,0000	1.40
PIP(NS)	0,20	0,8187	30.44
DEP(**)	12,84	0,0005	4.92
LP(**)	9,35	0,0020	6.30
PPE(**)	39,94	0,0000	8.27
PCP(**)	11,25	0,0009	8.91
R/ha(**)	14,65	0,0002	7.88

Nota: *** Altamente significativo p< 0.01; NS No significativo; CV Coeficiente de variación; GL Grados de libertad.*

Según la tabla 2, se puede mencionar que las variables, AP, DEP, LP, PPE, PCP, R/ha, se ha comportado con diferencias altamente significativas (***p< 0.01)*** para los tratamientos evaluados, mientras que las variables, PP, DC, DFP, PIP no se presentaron diferencias estadísticamente significativas.

Figura 9

Medias para altura de planta (AP) para el factor B, diferentes dosis.



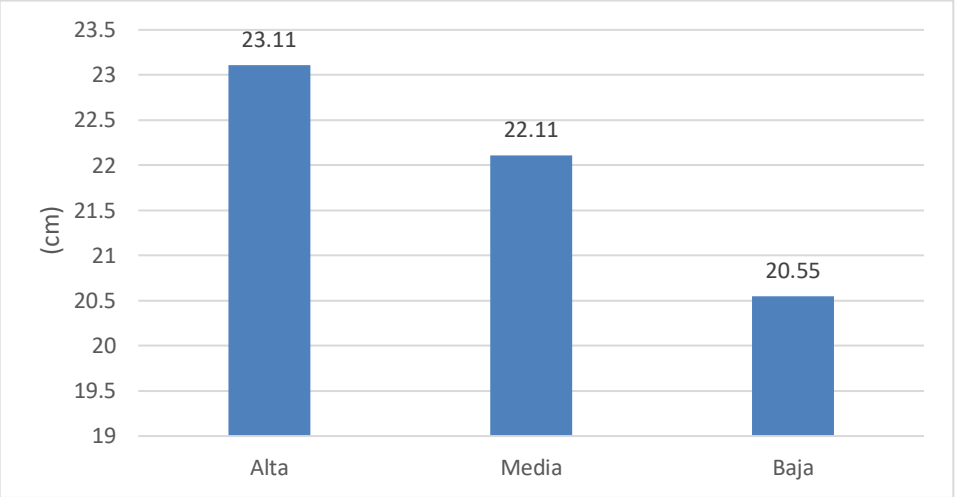
En la altura de planta (AP) se registraron diferencias estadísticamente relevantes entre los tratamientos. El mayor valor se obtuvo con la dosis alta 16.77 cm, en relación a la dosis baja de 15 cm, con un coeficiente de variación de 2.83.

Estos resultados muestran que el nivel de fertilización influyó de manera evidente en el desarrollo vegetativo del cultivo, con la aplicación de la dosis alta de los fertilizantes orgánicos, obtiene un aumento en torno al 10 % en relación a la dosis baja.

Estas diferencias se deben a que los niveles altos de fertilización proporcionan mayor disponibilidad de nutrientes esenciales, como nitrógeno, fósforo y potasio, que estimulan, potencian, promueven el crecimiento del tallo y el follaje, permitiendo que las plantas alcancen mayor altura y mejor desarrollo (Pereira, 2024).

Figura 10

Medias para diámetro ecuatorial de la pella (DEP) para el factor B, diferentes dosis.



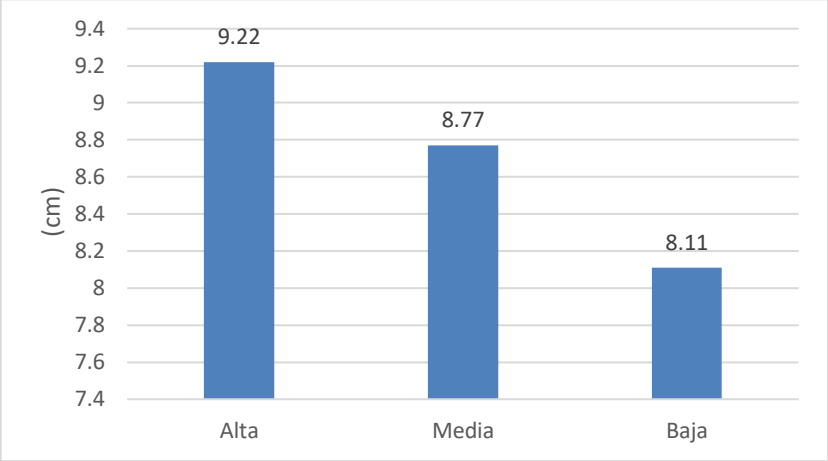
El diámetro ecuatorial de la pella (DEP) mostró diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados, evidenciando que el uso de dosis alta presentó un valor superior con una media de 23.11 cm, mientras que la dosis baja alcanzó de 20.55 cm con un coeficiente de variación de 4.92.

Esto indica que la reducción de la dosis aplicada afecta negativamente el desarrollo del diámetro de la pella, mientras que mantener dosis altas permiten obtener pellas de mayor tamaño sin muchas diferencias significativas entre ellas lo que permite incrementar esta característica, con una diferencia mayor del 11.08% comparado con la dosis baja.

El mayor diámetro de la pella obtenido con la dosis alta se debe a que una mejor disponibilidad de nutrientes constantes favorece procesos fisiológicos esenciales como la división y elongación celular. Estos niveles de fertilización aseguran un aporte balanceado de nutrientes durante el desarrollo del cultivo, promoviendo una mayor acumulación de biomasa en la pella; en cambio, la dosis baja limita la disponibilidad nutricional, restringiendo el crecimiento celular y resultando en pellas de menor diámetro según (Aguilar,2020).

Figura 11

Medias para longitud polar de la pella (LP) para el factor B, diferentes dosis.



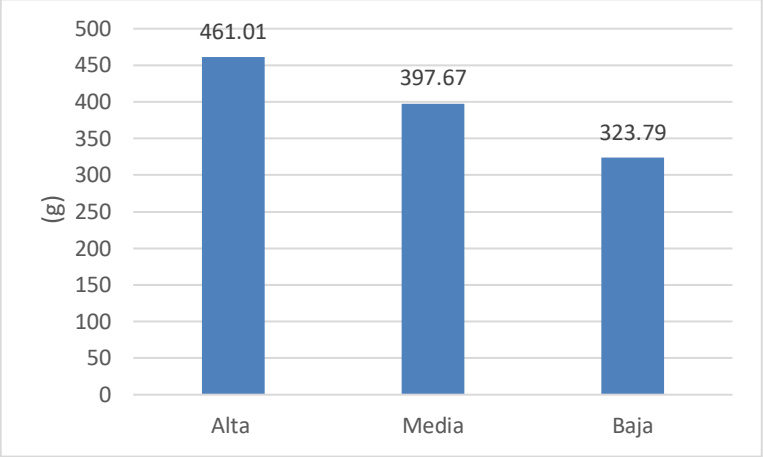
En relación a las dosis utilizadas es altamente significativo de los tratamientos evaluados. Al emplear la dosis alta con un promedio de 9.22 cm, lo que indica que con este tratamiento las pellas tienden a ser más largas, en comparación con la dosis baja representando una media de 8.11 cm, con un coeficiente de variación de 6.30.

Estos resultados indican que el tipo de dosis influye directamente en la longitud de la pella, favoreciendo el desarrollo de la planta de brócoli de forma efectiva, logrando un incremento en longitud de aproximadamente el 12% en relación a la dosis baja.

Una fertilización alta, se debe principalmente a la mayor disponibilidad de nutrientes esenciales aportados por los abonos orgánicos. Este tipo de fertilización mejora las condiciones físico-químicas y biológicas del suelo, lo que favorece la absorción de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), elementos indispensables para el crecimiento y desarrollo de las estructuras florales del brócoli. (Cornejo, 2024).

Figura 12

Medias para peso de la pella (PPE) para el factor B, diferentes dosis.



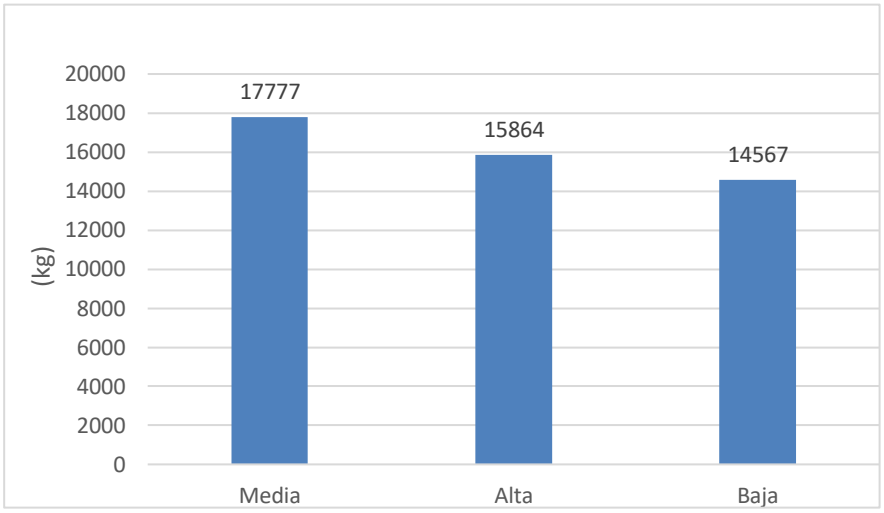
De acuerdo a las dosis utilizadas se observa diferencias estadísticamente notorias entre los tratamientos evaluados. La dosis alta obtuvo un promedio de 461.01 g, mostró un rendimiento superior en comparación con la dosis baja de 32379 g, con un coeficiente de variación de 8.27.

Este resultado demuestra que la aplicación de una mayor dosis favoreció de manera significativa a la formación de pellas de mayor tamaño y peso, reflejando en un 29%, en contraste con la dosis baja.

Esta diferencia se debe a que una mayor disponibilidad de nutrientes favorece la síntesis de biomasa, el desarrollo celular y el llenado de la pella, lo que se traduce en estructuras más compactas y pesadas, el suministro adecuado de abonos orgánicos incrementa el peso de la pella de brócoli al mejorar la disponibilidad de nitrógeno, fósforo y potasio, nutrientes claves en la formación de inflorescencias, Según Ramos y Ramírez (2020).

Figura 13

Medias para rendimiento por hectárea (RT) para el factor B, diferentes dosis



El análisis rendimiento por hectárea evidencio diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. Al usar la dosis media, promovió un mayor rendimiento con 17777 Kg, evaluado respecto a la dosis baja que evidencio la media más baja respecto a esta característica, que para este caso fue de 14567 Kg, con un coeficiente de variación de 7.88.

Estos análisis indica que el tipo de dosis y manejo actúa directamente en la cantidad del producto obtenido por hectárea, de forma efectiva con la aplicación de la dosis media en un 18 %, en comparación con la dosis baja.

Una dosis media de fertilizantes orgánicos aporta una cantidad equilibrada de macronutrientes (nitrógeno, fósforo y potasio), micronutrientes (como calcio, magnesio, hierro y zinc) y microorganismos benéficos, mejorando la estructura, aireación y retención de agua, favoreciendo el crecimiento vegetativo y la formación de la pella sin generar excesos ni desequilibrios en el suelo (Sawant, 2025).

Tabla 3

Resultados del análisis de varianza de la interacción AxB, porcentaje de prendimiento (PP), altura de planta (AP), días a la cosecha (DC), días a la formación de la pella (DFP), porcentaje de incidencias de plagas y enfermedades (PIP), diámetro ecuatorial de la pella (DEP), longitud polar de la pella (LP), peso de la pella (PPE), peso de campo por parcela (PCP), rendimiento por hectárea (RT).

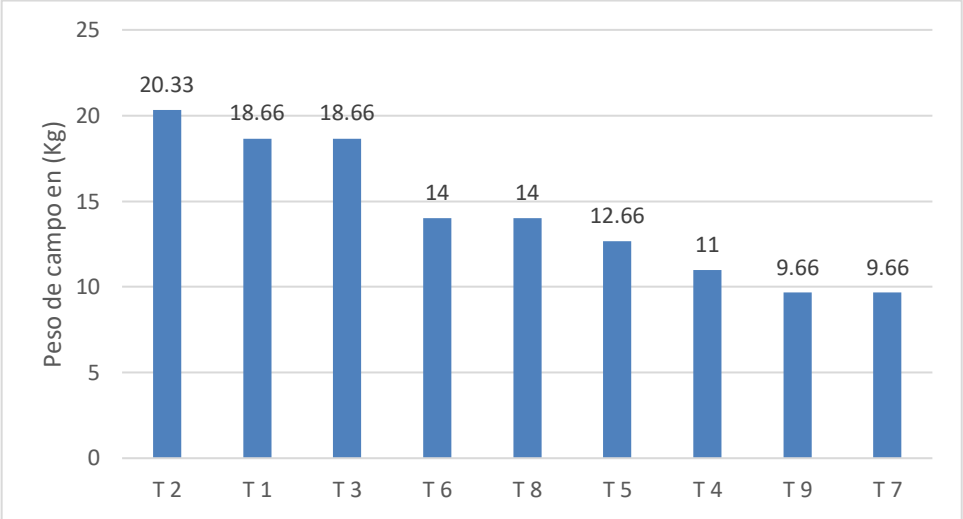
VIARIABLES	F	*P*-Valor	CV (%)
PP(NS)	1,89	1.1620	3.05
AP(NS)	0,73	0.5862	2.83
DC(NS)	0,57	0.6872	0.67
DFP(NS)	0,00	1.0000	1.40
PIP(NS)	0,06	0.9924	30.14
DEP(NS)	1,47	0.2587	4.92
LP(NS)	1,42	0.2739	6.30
PPE(NS)	1,27	0.3208	8.27
PCP(*)	4,34	0.0144	8.91
R/ha(NS)	5,38	0.0061	7.88

Nota: *** Altamente significativo p< 0.01; NS No significativo; CV Coeficiente de variación; GL Grados de libertad.*

De acuerdo a la tabla 2, se puede mencionar que las variables PCP se ha comportado con diferencias altamente significativas (***p< 0.01)*** para los tratamientos evaluados, mientras que las variables, PP, AP, DC, DFP, PIP, DEP, LP, PPE, R/ha no se presentaron diferencias estadísticamente significativas.

Figura 14

Medias para peso de campo por parcela (PCP) de la interacción de factores AxB, tipos de abonos y sus dosis.



Los resultados obtenidos en el peso de campo por parcela (PCP) muestran que los tipos de abonos orgánicos y las dosis influyen significativamente en el cultico de brócoli. La aplicación del tratamiento T2 (Eco Abonaza + dosis media) registró el mayor valor de peso de campo con una media de 20.33 Kg por parcela, superando a T7 (Biol + dosis baja) representado estadísticamente una media de 9.66 Kg demostrando un coeficiente de variación de 8.91.

Los resultados evidencian que la combinación específica de factores determina el comportamiento de estas características aplicadas, el T2 tiene un efecto positivo de un 52%, incrementando el rendimiento final del cultivo en relación al T7.

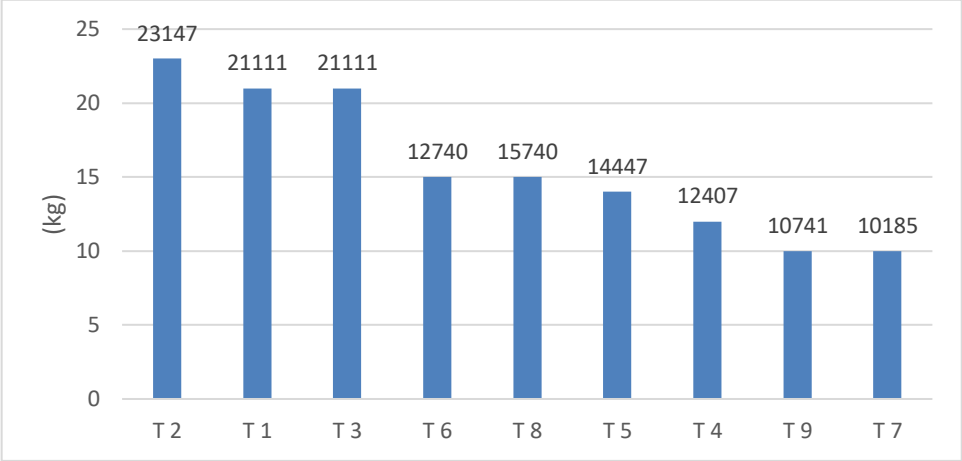
El mejor desempeño se debe al uso de Eco Abonaza y a la dosis equilibrada, ya que la planta absorbe mejor los nutrientes de forma constante, en cambio la aplicación de dosis alta puede generar efectos adversos como un crecimiento vegetativo desbalanceado con hojas muy desarrolladas y pellas menos compactas.

En relación a una dosis baja de fertilizante en el cultivo de brócoli limita la disponibilidad de nutrientes esenciales, lo que provoca un crecimiento reducido, follaje pequeño, clorótico, pellas menos compactas, además de retrasos en el ciclo del cultivo, estas deficiencias nutricionales disminuyen significativamente el rendimiento y la calidad del cultivo, demostrando que una fertilización insuficiente

impide que la planta exprese su potencial productivo (Tasipanba, 2024).

Figura 15

Medias para rendimiento por hectárea (R/ha) de la interacción de factores AxB, tipos de abonos y sus dosis.



De acuerdo a los resultados obtenido del rendimiento por hectárea, el tratamiento 2 (Eco Abonaza + 6 t/ha) alcanzó el mayor rendimiento con 23147 Kg/ha, seguido de T1 y T3 con 21111 Kg/ha, lo que evidencia que el uso de Eco Abonaza en dosis media promovió una mejor respuesta productiva, en relación a los tratamientos T7 (10 185 Kg/ha) y T9 (10 741 Kg/ha) que presentaron los valores más bajos.

Los resultados muestran que los tratamientos con dosis intermedias de abonos orgánicos favorecen significativamente el rendimiento, demostrando la importancia de una adecuada combinación entre tipo y cantidad de abono para obtener una mayor productividad.

Una disponibilidad equilibrada y sostenida de nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo, potasio y micronutrientes, favorecen el crecimiento vegetativo y la formación de pellas más compactas y pesadas, esto permite una liberación gradual de nutrientes y mejora la actividad microbiana del suelo, optimizando la absorción por las raíces. Esto se traduce en una mayor eficiencia fisiológica de la planta, incremento el rendimiento y un mejor aprovechamiento del abono aplicado (Sandoval, 2021).

Análisis de correlación y regresión lineal

Resultados del análisis de correlación y regresión lineal de la variable independientes (Xs) que presentaron diferencias estadísticamente significativas con el rendimiento (variable dependiente Y).

Variables independientes (xs) componentes del rendimiento, Kg/ha	Coeficiente de correlación (r)	Coeficiente de regresión (b)	Coeficiente de determinación $(R)^2$
DEP (**)	0,5600	0,5905	31,36
PCP (**)	0,9969	0,000	99,38

Coeficiente de correlación (r)

En el presente estudio se logró determinar una correlación positiva (**) en la variable; diámetro ecuatorial de la pella, peso de campo por parcela, vs el rendimiento Kg/ha.

Coeficiente de regresión (b)

Los análisis de la investigación presentan que por cada centímetro en el diámetro ecuatorial de la pella produce un aumento aproximado de 0,59 Kg de rendimiento, reflejado un efecto directo y favorable sobre la producción, mientras que en el peso de campo por parcela no presentaron cambios en el rendimiento.

Coeficiente de determinación $(\boldsymbol{R})^{\mathbf{2}}$

En el presente ensayo el mayor incremento en el rendimiento Kg/ha se obtuvo por la variable peso de campo por parcela con un valor de coeficiente de determinación del 99.38%, de igual forma la variable diámetro ecuatorial de la pella influye, con un menor aumento del 31.36% de la variación del rendimiento.

Análisis económico de la relación B/C

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
Rendimiento Kg/ha	21111	23148	21111	12407	14444	15740	10185	15740	10740
Ingreso Bruto	13895	15807	14571	7475	957	10296	6790	11057	7728
Costo A + B	11992	15243	12784	9042	10653	12143	8108	11164	10148
Ingreso Neto	1903	2564	1786	-1567	-1395	-1847	-1318	-107	-2419
Beneficio Costo	0,158	0,193	0,139	-0,173	-0,131	-0,152	-0,162	-0,009	-0,238

En relación con el análisis beneficio costo, demuestra la pérdida o ganancia por cada unidad invertida, el tratamiento con mejor beneficio fue al T2 (Eco abonaza + 6 t/ha)), lo que significa que el agricultor de brócoli por cada dólar invertido tiene una relación económica positiva de $ 0.19, mientras que el T9 (Biol + 5%) presentaron ingresos netos negativos evidenciando que los costos de producción superaron los ingresos obtenidos.

4.2 Comprobación de la hipótesis

De acuerdo a los resultados estadísticos obtenidos, en esta investigación se evidencia que los abonos orgánicos inciden significativamente en las variables agronómicas, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, ya que la eficiencia productiva y económica depende del tipo de abono y sus dosis demostrando un comportamiento diferente sobre estas características.

CAPÍTULO V

5.1 CONCLUSIONES

- El tipo de abono orgánico con mejor respuesta productiva fue la Eco abonaza con 21790 Kg/ha, que influencio en las siguientes características agronómicas evaluadas como el, diámetro ecuatorial de la pella de 25.44 cm, peso de pella 538.11g y peso de campo por parcela de 19.22 Kg, esto indica que la nutrición adecuada influye directamente en la calidad y cantidad del producto final.
- De acuerdo a los resultados obtenidos la mejor respuesta agronómica fue la dosis media de abonos orgánicos, con un promedio de 17777 Kg/ha, ya que una cantidad equilibrada de fertilizante, promueve los nutrientes de manera eficiencia en el cultivo, lo que se refleja en un mejor rendimiento.
- En la interacción de factores para el rendimiento en Kg/ha, la respuesta determino diferencias significativas, en los datos obtenidos del peso de campo por parcela de 20.33 Kg, debido a la combinación positiva, con el T2(Eco Abonaza + 6 t/ha).
- En relación al beneficio costo el mejor tratamiento que genero un mayor ingreso económico fue el T2 Eco Abonaza +6 t/ha), con $ 2564, lo que significa que los productores de brócoli por cada dólar invertido tienen una respuesta económica positiva de 0,19.

5.2 RECOMENDACIONES

- Antes de implementar el cultivo es indispensable realizar un análisis de suelo (físico químico), para comprender la necesidad de la misma e implementar las enmiendas.
- Se recomienda la aplicación de Eco Abonaza en el cultivo de brócoli a una dosis de 6 t/ha, dado que este tratamiento evidenció los mejores resultados en cuanto a rendimiento.
- El uso de Eco Abonaza con dosis de 6 t/ha representa una alternativa viable y sostenible para los agricultores, la dosis media mantiene una buena productividad con menor inversión, lo que la convierte en una opción recomendable para pequeños y medianos productores.

BIBLIOGRAFÍA

Adams, J. (2023). Cabbage, Broccoli & Other Cole Crop Insect Pests.Obtenido de https://www.corpmontana.com/m-conecta/ agricultura/ guia-completa-sobre-las-plagas-en-los-cultivos-de-col-y-brocoli

Admin. (2023). Enfermedades más comunes en brócoli, prevención y tratamiento. Obtenido de https://agrotica.es/enfermedades-mas-comunes-en-brocoli-prevenci on-y-tratamiento

Agrimportec. (2025). Tecnología Ambientalque Potenciala Agricultura.Obtenido de https://agrimportec.com/quienes-somos/

Agrocampo. (2023). Morfología del brócoli (*Brassica oleracea* var. Itálica). Obtenido de https: //www.agro.com/agrocampobolivia/posts/mor folog% C3%ADa- del-br% C3%B 3coli-brassica -oleracea-var-it% C3%A1licara% C3%ADz el- sistema -radicu lar -de-/5320973784670217/

Aguilar, G., Castañeda, L., & Pérez, M. (2020). Efecto de fertilizantes de liberación controlada sobre el diámetro del tallo en plántulas forest ales. Re vista Cha pingo Serie Ciencias Fore stales y del Ambiente, 2 6(3), 455–468.Obtenido de h ttps:/www.redalyc. org/journal/253 0/253068033028

Anderson, L. (2023). Abono orgánico: tipos, beneficios y cómo hacerlo. Obtenido dehttps://eco360.info/botanica-y-jardineria/abono-organico-tipos-beneficios-y-como-hacerlo

Atecio, E. (2025). Evaluación de productos a base de silicio en el comportamiento agronómico del cultivo de brócoli. Obtenido de https://repositorio.uta.edu.ec/items/e133408d-ae86-47c9-9499d1a4bbd87 62

Atencio, R. (2022). *Plutella xylostella* - IDIAP. Obtenido de https://proyectos.idiap.gob.pa/uploads/adjuntos/Triptico_*plutella_xylostella* .pdf

Axayacatl, O. (2023). Principales plagas y enfermedades del cultivo del brócoli.Obtenido de https://blogagricu ltura.com/pl agas-enferme dades-brocoli/

Bastida, O. (2025). Estadísticas mundiales de producción de brócoli.Obtenido de https://blogagricultura.com/esta disti cas-bro coli-produ ccion/

Bioky. (2023). Tipos de abonos orgánicos.Obtenido de https://bioky.es/tipos-de-

abonos-organicos

Bustamante, C. (2025). Abonos orgánicos: clave para una agricultura sostenible.Obtenido de https://www.bbva.com/es/sostenibilida d/abono s-organicos- aliados-de-la-agricultura-sostenible/

Casa, R. (2022). El género *Colletotrichum*: avances y perspectivas para cultivos.Obtenidodehttps://aa fit opatol ogos.com.ar/wp/wp- co nte nt/uploads/2022/ 04/Bol eti n-N11- AAF- 04-20 22.pdf

Castillo, A. (2022). ¿Qué es la turba y para qué se utiliza? Obtenidode https://www.castilloarnedo.com/blog/general/que-es-la-tur ba-y-para-que-se-utiliza

Chasi, A. (2024). Evaluación de tres abonaduras orgánicos con tres dosis en el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* willd) en el barrio la Me rced cantón Pujilí Cotopaxi.Obtenido de https ://repositor io.utc.ed u.ec/items/4dae518d-3864-444f-8851-e80c075733c2

Cherlinka, V. (2024). Condiciones ideales para el cultivo del brócoli.Obtenido de https://eos.com/es/blog/cultivo-de-brocoli/

Cornejo, A. (2024). Determinación de la dosis óptima de N, P y K en el cultivo de brócoli híbrido Avenger (*Brassica oleracea* var Itálica) en Ecuador.Obtenido de http://scielo.senesc yt.gob.ec/scielo.php?s cript=sci_arttext&pid=S247 7-88502024000300009

Dilmar, J. (2021). El humus de lombriz.Obtenido de https: //www.fertilab .com. mx/Sitio/notas/El-Humus-de-Lombriz.pdf

Dixon, D. (2023). Ventajas y desventajas de utilizar humus de lombriz en jardínería. Obtenido de https://homegrownoutlet.com/worm-castings-pros-cons/

Ecología. (2024). Abono orgánico: qué es, tipos, beneficios y cómo hacerlo.Obtenido de https://www.ecologiaverde.com/abono-organico-que-es- tipos-bene ficios-y-como-hacerlo-1992.html

FAO. (2024). Plataforma de conocimientos sobre agricultura familiar .Obtenido de https://www.fao.org/family-farm ing/detai l/es/ c/17 09720/

Fierro, F. (2021). Características taxonómicas y morfológicas de tres verduras de la familia de las crucíferas: el brócoli.Obtenido de https://es.scri bd.com/docu ment/385983192/ Taxonomia y Morf ologia

García, M., Torres, J., & Peña, L. (2021). Efecto de biofertilizantes en el rendimiento de *Brassica oleracea* var. Italica. *Revista de Ciencias Agrícolas*,38(2),45-53. Obtenido de https://dspace. espoch. edu.ec:80 80/ server/api/ core/bitstreams/ 4ef72761-03f1-4433-9602 -2 694f f40 ce52/ content.

Gómez, M. (2022). Guía práctica y completa para el diagnóstico de la podredumbre negra de las brasicáceas .Obtenido de https://a psjournal s.apsnet.org/do i/10.1094/PHP-08-21-0109-DG

Gonzales, M. (2023). Manejo integrado del pulgón del repollo. Obtenido de cómo eliminarel pulgón verde de tus plantas:https://multiplag.com/blogs/ informacion-de-plagas/como-eliminar-el-pulgon-verde.

González, O. (2020). ¿Cuál es el costo real de aplicar pollinaza y gallinaza cruda?Obtenido de https://www.abonamos.com/blog/2020 /3/12/cul-es-el-costo-real-de -ap licar- p ollinaza-y-gallinaza-cruda

Haro, E. (2021). Los abonos orgánicos: ventajas y desventajas en cultivos hortícolasdelacostaecuatoriana.Obtenidodehttps://dspace.utb.eduec/handle/ 49000/928 4

Herogra. (2021). Fertilización del cultivo de brócoli.Obtenido de https://www.herogra.com

Hervario. (2020). Universitario Acosta.Obtenido de https:// biblioteca.uajms. edu.bo/bi blioteca/opac_css/doc_nu m.p hp?exp lnum_id=17269

Holdribge. (1979). Zonas de vida según holdridge en Ecuador g5 compressed.Obtenido de https://es.slideshare.net/slideshow/zonas-de-vida-segn- holdridge-en-ecuador-g5-compressed/250232888

Huerto, P. (2025). Cultivo del brócoli: Cómo plantar brócoli fácil.Obtenidode https://www.planetahuerto.es/revista/cultivo-del-brocoli_00164

Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMHI (2023). (s.f.). Clima y tiempo en Ecuador.Obtenido de https://www. inamhi.gob.ec

INTAGRI. (2023). Cultivos de brócoli y coliflor.Obtenido de https://www.intagr i.com/articulos/hortalizas/cultivos-de-brocoli-y-coliflor

Jiménez, E. (2024). Efecto de cuatro niveles de biol como complemento a la fertilización nitrogenada en la producción de brócoli (*Brassica oleracea*

var italica L.) en condiciones del valle Santa Catalina. Obtenido de https://rep ositorio.upao .edu.pe/backend/ api/core/bitstream s/aca830af-bd69-4672-8679-dc8e63bd03d 2/con tent

Johana, C. A. (2024).Obtenido de chrome-extension://efaidn bmnnnibpcajp cglclefi ndmkaj/https://re positorio.utc.edu.ec/server /api/core/bitstream s/8 932a3 03-45dd-4ff3-bf92-a72e 9 b e 5 4 a a 0 /cont ent.

Laudie, B. (2024). Cómo cultivar brócoli: 4 consejos para obtener el mejor brócoli casero.Obtenidode https://sowrightseeds-com.tra n s late.goog

Lema, C. (2021). Evaluación de producción de Brócoli (*Brassica oleracea* L.) utilizando fuentes orgánicas "Caballaza, Biocompost y Eco-Abonaza" a diferentes dosis con fines de recuperación y conservación de suelos en el CEASA, Latacunga, Cotopaxi 2021.Obtenido de https://reposito rio.utc.edu.ec/item s/93b11b-cd00-4bb1-bce1- 10a998c13e67

Lema, D. (2022). Calibración de la dosis de nitrógeno mediante dos abonos orgánicos y el nitrato de calcio, utilizando el cultivo de brócoli (*Brassica oleraceae* L. Var. Avenger), en el cantón Riobamba, provincia de Chimborazo.Obtenido de https://dspac e.espoch.edu.ec:8080/serve r/api/core/bitstreams/4ef72761-03f1-4433-9602-2694ff40 ce52/content

León, M. (2021). Potencial productivo de la lombriz roja (*Eisenia foetida*).Obtenido de https://dspac e.espoch.edu.ec

Llamuca, R. (2022). Evaluación de formulaciones potásicas en el rendimiento y calidad del cultivo de brócoli.Obtenido de https://dspace.espoch.edu.ec

López, Y. (2022). Evalución de tres abonos orgánicos en el rendimiento del cultivo de Brócoli (*Brassica oleracea* L.) en La Argelia, cantón Loja. Obtenido dehttps://dspace.unl.edu.ec/server/api/core/bits treams/512f75cc-00da-4a0b-b065-980070c43d75/content

López, J. (2025). Determinación de los requerimientos hídricos del cultivo de brócoli. (Tesis de grado). Universidad de Tungurahua.

MAG. (2023). Boletín situacional cultivo de brócoli. Obtenido de https://fliphtml 5.com/ijia/uwcn/

María, J. (2020). Biol: Mejorar el rendimiento y calidad de los productos.Obtenidode https://www.agrorural.gob.pe

Megagro.(2020).Eco abonaza.Obtenido de http s / /megag ro.com. e c/ p roduct/eco-abonaza/

Merlin, L. (2023). Guía huerto: ¿Qué es el guano? Obtenido de https://www.lero ymerlin.es

Morales, E. (2022). La resistencia ante hongos en el brócoli y la coliflor. Obtenido de de https://mycsainc.com

Muñiz, C. (2023). Beneficios del biol en el cultivo de pepino.Obtenido de https://dspace.utb.edu.ec

Muñoz, K. (2021). ¿Qué es el Biol?Obtenido de https://es.linkedin.com/pul se/qu%C3%A9-es-el-biol-kattyana-mu%C3%B1oz-rapu

Pereira, S. (2024). Estrategias nutricionales para mejorar la producción y calidad del brócoli en Ecuador.Obtenidopor https://dspace. Utb. edu.e c/bitstr eam/ha ndle/49000/16052/E-UTB-FACIAG-AG RON-0 00136.pdf?seque nce=1&isAllowed=y

Pereira.R. (2019). Control e integrado de *Sclerotinia sclerotiorum*. Obtenido de https://www.sidalc.net/search/Record/dig-alice-doc-667245/Description

Peréz, D. (2024). Efecto de los abonos orgánicos en el rendimiento de dos variedades de brócoli *(Brassica oleraceae* L.) bajo cobertura mulch en el fundola BandaHuasacache, Arequipa. Obtenido de https://repositori o.ucsm.edu.pe/i tems/4861b 5ac-3a0 6-49a6-81c8- 0e47173d2615

Plaza, M. (2025). Abonos orgánicos como alternativa para la conservación de suelos. Obtenido de https://dspace.utb.edu.ec

Probelte. (2020). Sembrar brócoli: cultivo, cuidados y riego. Obtenido de https://probelte.com

Ramírez, A. (2020). Ficha técnica de gallinaza. Obtenido de https://abonosconag ricola.com

Ramírez, F. (2023). Exploración del filtro de kalman como herramienta de predicción en la cosecha de brócoli (Exploration Of The Kalman Filter As AP rediction Tool In The Broccoli Harvest).Obtenido de https://pistas educativas.celaya.tecnm.mx/index.php/pistas/article/view/3034

Ramos, W., & Ramírez, J. (2020). Evaluación del comportamiento agronómico del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* Var. Avenger sakata) con dos

abonos. Obtenido de https://repos itorio.utc.ed u.ec/items/97944e1f-bd95-410e-91f8- dce8e755dbf3

Reitz, S. (2020). *Frankliniella occidentalis* (Western flower thrips). Obtenido de https://www.cabidigitallibrary.org

Ruiz, E. (2020). Estudio económico productivo de un cultivo de brócoli (*brassica olerácea* var. Itálica), en el sector cotama, Parroquia el Jordan, Cantón Otavalo, Provincia de Imbabura. Obtenido de https://dspace.u nl.edu.ec/se rver/api/co re/bitstrea ms/c867a9b0-59b 9-4114-bd18-35b70e49 2410/c ontent

Sawant, A. (2025). Agricultura Guruji. Obtenido de https://agricultu reguruji.com/broccoli-farming/#:~:text=A%20good%20quality% 20brocc oli%20crop,hectare%2C%20depending%20 uponz%20the%20variety.

Sabando, J., & Ramos, W. (2020). Evaluación del comportamiento agronómico del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea*) var. Avenger sakata con dos abonos orgánicos. Obtenido de https://repositorio.utc.edu.ec /serve r/api/core/bitstre ams/898e24 e6-627e-4eda-b 9fa-88b0 45e d8d1c/content

Sandoval, I. (2021). Evaluación de tres dosis de fertilizante (N, P, K) fraccionadas en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var italica Plenck.) bajo condiciones de invernadero. Obtenido de https://repositorio un sm .edu.pe/backend/api/c ore/bitstr eams/bbdbf 6aa-ec21-4 7bd- 9fed-b2a2c2 6e9a 4f/co ntent

Scribd. (2021). Aporque de la planta de brócoli. Obtenido de https://es.scribd. com

Sikora, E. (2024). Moho blanco en la col y otras crucíferas. Obtenido de https://www.aces.edu/blog/topics/crop-production/white-mold-on-cabbage-and-other-crucifers/

Tasipanba, N. (2024). Evaluación de la eficacia de fertilizantes foliares orgánicos a diferentes dosis de aplicación en brócoli (*Brassica oleracea* L.) var. itálica, en gatazo zambrano, cantón, colta. Obtenido de https://dspace.espoch.ed u.ec:808 0/server/a pi/core/bitstreams/7c7c5d74-1fd2-43c6-b06d-9 ee3f 755b958/c ont ent

Tenesaca, D. (2022). Calibración de la dosis de nitrógeno mediante dos abonos orgánicos y el nitrato de calcio, utilizando el cultivo de brócoli (*Brassica*

oleraceae L. var. Avenger), en el cantón Riobamba, provincia de Chimborazo. Obtenido de https://dspace.espoch.edu.ec/items/83c5bf0d-2072-4c80-aa15-2682de7886ec

Vasyl, C. (2025). Agricultura orgánica: modelo sostenible sin químicos. Obtenido de https://eos.com

Vermiduero. (2024). Agricultura sostenible. Obtenido de https://vermiduero.es

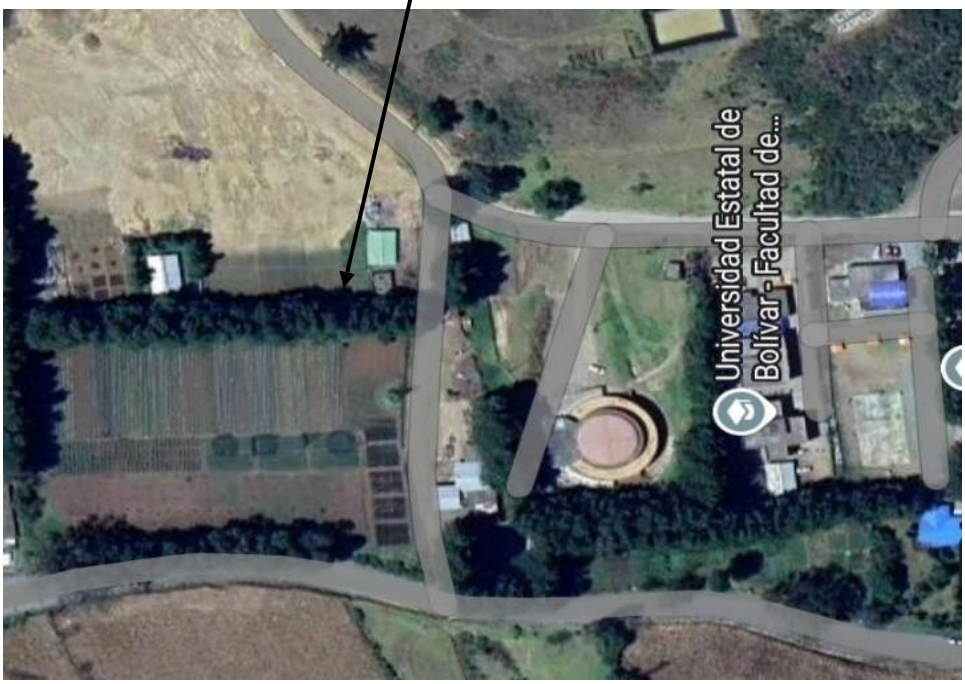
Villacis, K. (2023). Características del híbrido Avenger. Obtenido de https://repositorio.uta.edu.ec

Wikifarmer. (2024). Brócoli: cultivo y manejo. Obtenido de https://wikifarmer. comZamora, E. (2020). El cultivo del brócoli. Obtenido de https://dagus.unison.mx/Zamora/BROCOLI-DAG-HORT-010.pdf

ANEXOS

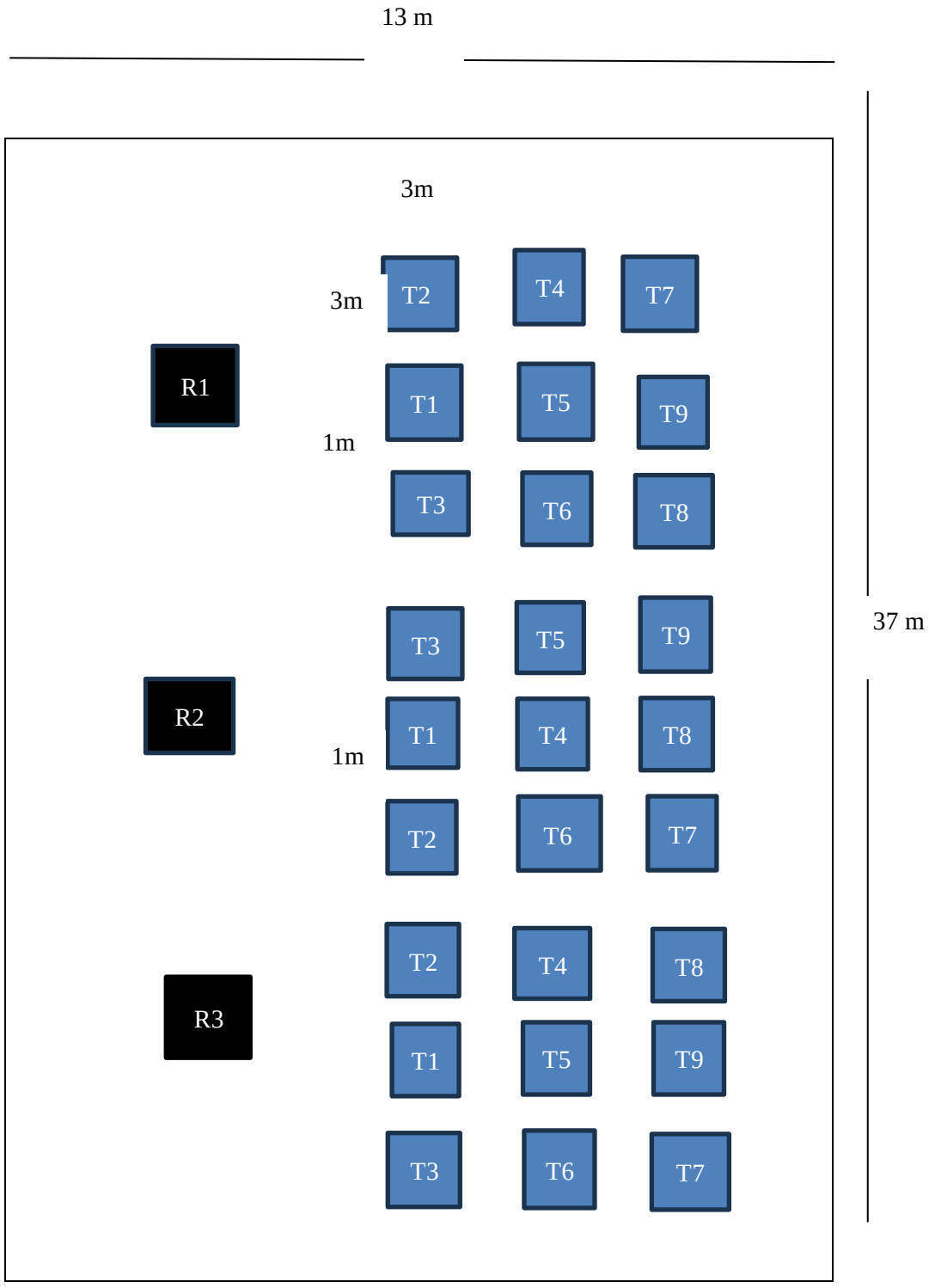
Anexo 1. Mapa de ubicación de la investigación





Fuentge: https://www.google.com/maps/place/UEB+Laguacoto/

Anexo 2. Croquis de ensayo



Anexo 3. Bases de datos

T	Re	PP	AP	DC	DFP	PIP	DEP	LP	PPE	PCP	T/ha
1	1	94,00	15,00	101,00	79,00	18,00	22,60	7,10	406.6	17,50	19,44
2	1	94,00	16,80	101,00	78,00	15,00	26,20	9,00	476.8	20,50	22,78
3	1	97,00	17,50	101,00	77,00	11,00	27,60	8,50	606.4	18,00	20,00
4	1	97,00	16,00	90,00	65,00	11,00	17,10	9,10	257.2	11,00	12,22
5	1	92,00	17,80	90,00	64,00	18,00	16,20	9,80	271,00	12,50	13,89
6	1	92,00	18,60	87,00	63,00	12,00	18,60	11,00	334.5	14,00	15,56
7	1	100,00	13,70	108,00	84,00	25,00	19,80	7,50	204.6	8,50	9,44
8	1	97,00	14,50	108,00	85,00	17,00	24,00	8,10	312.1	14,50	16,11
9	1	94,00	15,80	108,00	86,00	12,00	25,30	9,10	399.9	10,00	11,11
1	2	100,00	15,70	101,00	78,00	14,00	26,10	7,90	507.5	22,50	25,00
2	2	94,00	16,00	101,00	77,00	24,00	27,20	8,40	624.8	21,50	23,89
3	2	90,00	17,60	101,00	79,00	17,00	26,90	8,40	583.9	21,50	23,89
4	2	92,00	16,50	87,00	64,00	18,00	16,10	9,60	251.5	11,50	12,78
5	2	94,00	18,00	87,00	63,00	15,00	17,80	10,10	364.8	13,00	14,44

6	2	92,00	18,70	87,00	65,00	22,00	19,40	11,90	414.8	14,50	16,11
7	2	100,00	14,00	108,00	85,00	8,00	23,60	8,30	258,00	9,50	10,56
8	2	100,00	15,20	108,00	86,00	14,00	24,10	8,60	315,00	14,00	15,56
9	2	86,00	15,80	108,00	84,00	19,00	25,50	9,00	416.4	10,00	11,11
1	3	94,00	15,60	101,00	77,00	18,00	25,50	8,20	519.9	17,00	18,89
2	3	92,00	17,00	101,00	79,00	15,00	25,70	8,60	565.9	20,50	22,78
3	3	97,00	17,80	101,00	78,00	19,00	25,10	8,80	560.2	17,50	19,44
4	3	94,00	16,00	87,00	63,00	18,00	16,60	10,60	270.8	11,00	12,22
5	3	92,00	17,80	87,00	65,00	19,00	17,40	11,50	324,00	13,50	15,00
6	3	94,00	18,30	87,00	64,00	12,00	19,60	11,80	412.5	14,00	15,56
7	3	100,00	15,10	108,00	86,00	14,00	21,40	8,20	238,00	9,50	10,56
8	3	94,00	15,80	108,00	84,00	15,00	23,30	8,50	324.6	14,00	15,56
9	3	94,00	16,00	108,00	85,00	15,00	24,80	8,50	420.5	9,00	10,00

Anexo 4. Fotografías

Preparación del suelo



Establecimiento del ensayo



Trasplante



Control de plagas y enfermedades





Control de malezas



Identificación



Diámetro ecuatorial de la pella



Longitud polar de la pella



Cosecha



Peso de campo por parcela



Anexo 5. Glosario de términos técnicos

Absorción: Es el proceso mediante el cual las plantas toman agua y nutrientes esenciales del suelo a través de sus raíces, principalmente a través de los pelos absorbentes.

Ácidos húmicos: Son compuestos orgánicos naturalmente presentes en el suelo, formados durante la descomposición de materia orgánica. Son parte de las sustancias húmicas, un componente clave del Humus.

Corimbo: Es un tipo de inflorescencia en botánica, donde las flores están dispuestas de manera que todos los pedúnculos, que nacen a diferentes alturas en el eje central, terminan a la misma altura.

Inflorescencia: Conjunto de flores en una planta en el brócoli, es la parte cosechada y consumida.

Demanda: Es la cantidad de un bien o servicio que los consumidores están dispuestos a comprar en un período de tiempo determinado, a un cierto precio.

Eficiente: La capacidad de disponer de alguien o de algo para conseguir un efecto determinado.

Fibra: La fibra es una sustancia que se encuentra en los alimentos de origen vegetal, como frutas, verduras, granos y legumbres, que el cuerpo no puede digerir ni absorber.

Fermentación anaeróbica: Es un proceso biológico que produce energía en ausencia de oxígeno. En este proceso, los microorganismos como bacterias y levaduras descomponen compuestos orgánicos, como azúcares, para obtener energía.

Fitorregulador: Es una sustancia que modula el crecimiento y desarrollo de las plantas, ya sea estimulándolo o inhibiéndolo.

Beta-caroteno: El beta-caroteno es un carotenoide, un pigmento natural que da a las frutas y verduras su color amarillo, naranja y rojo.

Prematura: Se refiere a algo que ocurre antes de tiempo, antes de lo esperado o antes de estar completamente desarrollado.

Permeabilidad: Es la propiedad que tiene el suelo de transmitir el agua y el aire y es una de las cualidades más importantes que han de considerarse para la piscicultura, mientras más permeable sea el suelo, mayor será la filtración.

Intercambio catiónico: Cuanto mayor sea la CIC, mayor es la capacidad del suelo de almacenar nutrientes y ponerlos a disposición de las plantas sin que se pierdan fácilmente por lixiviación.

Hibrido: Es el resultado del cruce entre dos variedades o especies diferentes. Este cruce puede ser natural o puede ser realizado por el hombre en programas de mejoramiento genético.

Maduración fisiológica: Se refiere al punto en el desarrollo de un fruto o semilla en el que ha alcanzado su máximo desarrollo y está listo para la reproducción.

Marchitez: Síntoma común de enfermedad vegetal causada por la pérdida de agua en hojas y tallos.

Necrosis: Es la muerte de células o tejidos visibles cómo áreas secas, marrones o negras.

Parasitoides: Insectos que, en su estado larval, se desarrollan dentro o sobre otro insecto (hospedador), causando su muerte y completando su propio ciclo de vida.

Pesticidas: Son sustancias químicas diseñadas para matar o repeler plagas, como insectos, plantas, hongos y roedores no deseados.

Productividad: Se refiere a la eficiencia con la que se utilizan los recursos para producir bienes o servicios.

Solubilización: Capacidad de una sustancia para disolverse en otra, formando una solución, que es una mezcla homogénea donde sus componentes individuales se distribuyen uniformemente.

Variedad: Es una subdivisión dentro de una especie vegetal que presenta características específicas y heredables.