



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS RECURSOS
NATURALES Y DEL AMBIENTE**

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

TEMA:

“COMPARACIÓN PRODUCTIVA DEL CULTIVO DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea var itálica*) CON FERTILIZACION QUÍMICA Y ABONADURA ORGANICA, EN EL CANTÓN AMBATO PROVINCIA DE TUNGURAHUA”

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO OTORGADO POR LA UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR, A TRAVÉS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS, RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE, CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

AUTORA:

ADRIANA CAROLINA ESPIN PILAMUNGA

DIRECTOR:

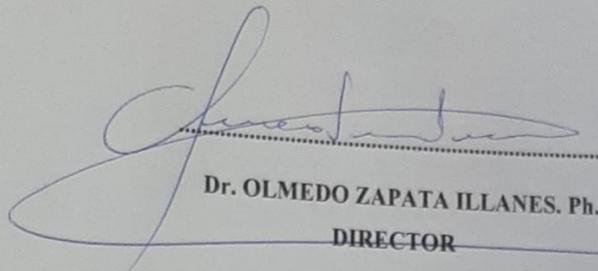
Dr. OLMEDO ZAPATA ILLANES. Ph. D

GUARANDA – ECUADOR

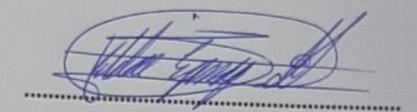
2023

**"COMPARACIÓN PRODUCTIVA DEL CULTIVO DE BRÓCOLI
(*Brassica oleracea var itálica*) CON FERTILIZACIÓN QUÍMICA
ABONADURA ORGÁNICA, EN EL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE
TUNGURAHUA"**

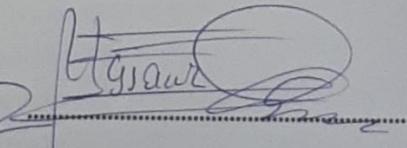
REVISADO Y APROBADO POR:



Dr. OLMEDO ZAPATA ILLANES. Ph. D
DIRECTOR



ING. KLEBER ESPINOZA MORA Mg.
ÁREA DE BIOMETRÍA



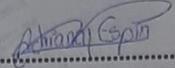
ING. HUGO VASQUEZ. Ph. D
ÁREA DE REDACCIÓN TÉCNICA

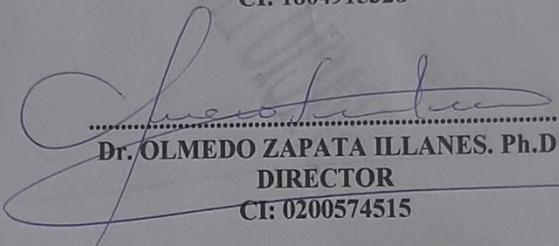
CERTIFICACIÓN DE LA AUTORÍA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

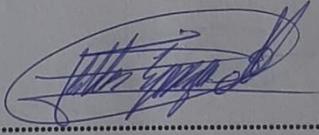
Yo, Adriana Carolina Espín Pilamunga, con CI: 1804915328 declaro que el trabajo y los resultados presentados en este informe no han sido previamente presentados para ningún grado o calificación profesional; y que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas y citadas con su respectivo autor (es).

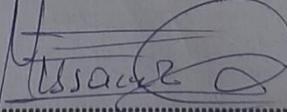
La Universidad Estatal de Bolívar puede hacer uso de los derechos de publicación correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, su Reglamentación y la Normativa Institucional vigente.




.....
ADRIANA CAROLINA ESPÍN PILAMUNGA
AUTORA
CI: 1804915328


.....
Dr. OLMEDO ZAPATA ILLANES. Ph.D
DIRECTOR
CI: 0200574515


.....
ING. KLEBER ESPINOZA MORA Mg.
ÁREA DE BIOMETRÍA
CI: 0200989630


.....
ING. HUGO VASQUEZ. Ph.D
ÁREA DE REDACCIÓN TÉCNICA
CI: 0200852523

**ESCRITURA PÚBLICA
DECLARACION JURADA
SEÑORITA ADRIANA CAROLINA ESPIN PILAMUNGA**

En la ciudad de Guaranda, Capital de la Provincia de Bolívar, República del Ecuador, hoy día SÁBADO DIEZ DE JUNIO DE DOS MIL VEINTE Y TRES, ante mí, Doctor GUIDO FABIAN FIERRO BARRAGAN, NOTARIO PÚBLICO PRIMERO DEL CANTÓN GUARANDA, comparece la señorita **ADRIANA CAROLINA ESPIN PILAMUNGA**, portadora de la cédula de ciudadanía uno ocho cero cuatro nueve uno cinco tres dos guion ocho. La compareciente es de nacionalidad ecuatoriana, mayor de edad, de estado civil, soltera, capaz de contraer obligaciones, domiciliada en la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua y de tránsito por esta ciudad y Cantón, móvil número 0969386032 , a quien de conocerlo doy fe en virtud de haberme exhibido su cédula de ciudadanía y papeleta de votación cuyas copias adjunto a esta escritura. Advertida por mí el Notario de los efectos y resultados de esta escritura, así como examinados en forma separada, de que comparece al otorgamiento de la misma sin coacción, amenazas, temor reverencial, ni promesa o seducción, juramentada en debida forma, prevenida 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 Ingeniera Agrónoma , que los criterios e ideas emitidas en el presente trabajo de investigación titulado "**COMPARACIÓN PRODUCTIVA DEL CULTIVO DE BROCOLI (Brassica Oleracea var itálica) CON FERTILIZACIÓN QUÍMICA Y ABONADURA ORGÁNICA, EN EL CANTÓN AMBATO PROVINCIA DE TUNGURAHUA**", son de mi exclusiva responsabilidad en calidad de autora. Es todo cuanto puedo decir en honor a la verdad." (Hasta aquí la declaración juramentada rendida por la compareciente, 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 le fue a la compareciente íntegramente por mí el Notario, se ratifica en todo su contenido y firma conmigo en unidad de acto. Incorporo esta escritura pública al protocolo de instrumentos públicos, a mi cargo. De todo lo cual doy fe.-



Adriana Espin

**SRTA. ADRIANA CAROLINA ESPIN PILAMUNGA
C.C.180491532-8**

Guido Fabian Fierro Barragan
**Doctor Guido Fabián Fierro Barragán
NOTARIO PÚBLICO PRIMERO DEL CANTÓN GUARANDA.**



Document Information

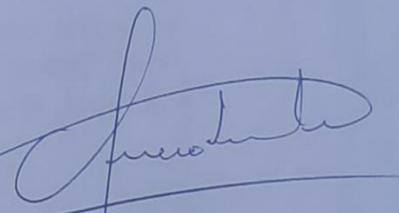
Analyzed document	CORRECON FINAL ESPIN ADRIANA.pdf (D142679423)
Submitted	6/05/2023 10:12:00 AM
Submitted by	adespin@mailes.ueb.edu.ec
Submitter email	
Similarity	9.0%
Analysis address	victorbarcenes2021@analysis.arkund.com

Sources included in the report

Entire Document

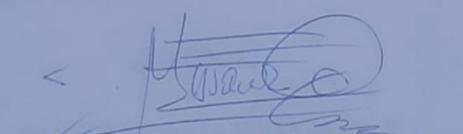
Hit and source - focused comparison, Side by Side

Submitted text	As student entered the text in the submitted document.
Matching text	As the text appears in the source.



Ing. Alejandro Bosquez

Dr. Olmedo Zapata
DIRECTOR



Ing. Hugo Vásquez
AREA DE REDACCION TECNICA

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación lo dedico a Dios, quien ha guiado mi vida con sabiduría, salud y fuerzas para seguir adelante superando cada una de las dificultades que se han presentado, lo que ha permitido cumplir con mi meta de ser una profesional.

A mis padres con todo mi corazón Elvia Pilamunga y Humberto Espín por su apoyo incondicional y el sacrificio en proporcionarme durante todos estos años con los recursos económicos necesarios para estudiar, tengo que reconocer que hicieron un esfuerzo enorme para llevarme hasta aquí, felicitarlos me es insuficiente ya que este logro no es solo mío sino de ustedes.

A mis hermanos Alexander y Omar, por estar siempre presentes con su apoyo en los buenos y malos momentos; a mis tío/as, primos y abuelitos. Finalmente, a mis maestros, amigas y compañeras de estudio, mismos que contribuyeron durante la vida estudiantil para llegar a ser una profesional.

Adriana

AGRADECIMIENTO

A los miembros del tribunal de proyecto de investigación Dr. Olmedo Zapata Illanes (Director), Ing. Kleber Espinoza (Biometrista) y Dr. Hugo Vásquez (Área de Redacción Técnica), quienes contribuyeron en la planificación, ejecución, revisión y sistematización de esta investigación.

A mis padres por su amor, por haberme inculcado valores y ser parte fundamental de mis logros, a mi familia, a mi compañero de vida, quienes han sido mi soporte y me han dado la fuerza para seguir adelante, guiándome y apoyándome para lograr la meta establecida.

Un agradecimiento muy especial a la Universidad Estatal de Bolívar y en especial a la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Ingeniería Agronómica, a sus autoridades por abrirme las puertas y permitirme ser parte de tan prestigiosa institución; mil gracias a todos sus docentes, quienes me han guiado en mi formación como profesional, preparándome para un futuro competitivo.

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Pág.
Índice de cuadros.....	XIV
Índice de gráficos.....	XV
Índice de anexos.....	XVI
RESUMEN Y SUMMARY	XVII
Resumen	XVII
Summary	XVIII
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. PROBLEMA.....	3
III. MARCO TEÓRICO.....	4
3.1. Origen del brócoli.....	4
3.2. Clasificación taxonómica del brócoli.....	4
3.3. Características Fisiológicas del Brócoli.....	4
3.4. Morfología de la Planta	5
3.4.1. Raíces	5
3.4.2. Tallo	5
3.4.3. Hojas	5
3.4.4. Flores	6
3.4.5. Inflorescencia	6
3.4.6. Fruto	6
3.4.7. Semillas.....	6
3.5. Requerimientos Edafoclimáticos	6
3.5.1. Suelo.....	6
3.5.2. Temperatura	7
3.5.3. Luminosidad	7

3.5.4.	Humedad relativa	7
3.5.5.	Precipitación	7
3.5.6.	pH.....	7
3.6.	Valor Nutricional	7
3.7.	Variedades de Brócoli en el Mercado Comercial.....	8
3.8.	Hibrido en Estudio	9
3.8.1.	Avenger.....	9
3.9.	Manejo Agronómico del Cultivo.....	10
3.9.1.	Análisis de suelo	10
3.9.2.	Preparación del suelo	10
3.9.3.	Desinfección del suelo.....	11
3.9.4.	Siembra.....	11
3.9.5.	Siembra directa.....	11
3.9.6.	Siembra indirecta	11
3.9.7.	Trasplante	12
3.9.8.	Densidad de siembra	12
3.9.9.	Riego	12
3.10.	Abonadura orgánica	12
3.10.1.	Relación Carbono/Nitrógeno	13
3.10.2.	Beneficios de los abonos orgánicos	13
3.10.3.	Efectos físicos.....	13
3.10.4.	Efectos químicos.....	14
3.10.5.	Efecto biológico	14
3.11.	Ecoabonaza	14
3.11.1.	Físicas.....	15
3.12.	Humus	16

3.12.2. Características del humus	17
3.12.3. Beneficios del humus.....	18
3.13. Fertilización química	19
3.13.1. Nitrógeno en la planta	19
3.13.2. Exceso de nitrógeno	19
3.13.3. Deficiencia de nitrógeno	20
3.13.4. Fuentes de nitrógeno.....	20
3.14. El fósforo en la planta	21
3.14.1. Exceso de fósforo.....	21
3.14.2. Deficiencia de fósforo.....	21
3.15. Potasio en la planta	21
3.15.1. Exceso de potasio	22
3.15.2. Deficiencia de potasio	22
3.16. Azufre	22
3.16.1. Exceso de azufre.....	22
3.16.2. Deficiencia de azufre.....	22
3.17. Calcio.....	23
3.17.1. Deficiencia de calcio.....	23
3.18. Boro	23
3.18.1. Exceso de boro.....	23
3.18.2. Deficiencia de boro.....	24
3.19. Molibdeno	24
3.19.1. Exceso de molibdeno.....	24
3.19.2. Deficiencia de molibdeno.....	24
3.20. Magnesio	24
3.20.1. Deficiencia de magnesio.....	24

3.21.	Control de malezas.....	25
3.22.	Plagas y enfermedades que afectan al cultivo de brócoli	25
3.23.	Cosecha.....	26
3.24.	Postcosecha	27
IV.	MARCO METODOLÓGICO.....	28
4.1.	Materiales.....	28
4.1.1.	Localización de la investigación	28
4.1.2.	Situación geográfica y climática	28
4.1.3.	Zona de vida.....	28
4.1.4.	Materiales experimentales	28
4.1.5.	Materiales de campo.....	29
4.1.6.	Materiales de oficina	29
4.2.	MÉTODOS	30
4.2.1.	Factores en estudio	30
4.2.2.	Tratamientos.....	30
4.3.	Tipo de Diseño Experimental Estadístico	30
4.3.1.	Procedimiento	30
4.3.2.	Tipos de análisis.....	31
4.4.	MÉTODOS DE EVALUACIÓN Y DATOS TOMADOS	31
4.4.1.	Porcentaje de prendimiento (PP).....	31
4.4.2.	Número de hojas por planta (NHP)	32
4.4.3.	Longitud de hoja (LH)	32
4.4.4.	Ancho de la hoja (AH).....	32
4.4.5.	Diámetro de tallo (DT)	32
4.4.6.	Días a la formación de la pella (DFP).....	32
4.4.7.	Diámetro de pella (DP).....	32

4.4.8.	Peso de la pella (sin hojas)	33
4.4.9.	Color de la pella (sin hojas)	33
4.4.11.	Número de corimbos/pella (NCP).....	33
4.4.10.	Días a la cosecha (DC)	33
4.4.11.	Número de pellas cosechadas (NPC).....	33
4.4.12.	Rendimiento (RH).....	34
4.5.	MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN	34
4.5.1.	Análisis físico químico del suelo	34
4.5.2.	Preparación del suelo	34
4.5.3.	Distribución de las unidades experimentales	34
4.5.4.	Desinfección del suelo.....	35
4.5.5.	Trasplante	35
4.5.6.	Fertilización química.....	35
4.5.7.	Abonadura orgánica.....	35
4.5.8.	Aporque	36
4.5.9.	Control de Malezas.....	36
4.5.10.	Riego.....	36
4.5.11.	Controles fitosanitarios	36
4.5.12.	Cosecha	37
V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	38
5.1.	Variabes agronómicas.....	38
5.2.	Descriptores morfológicos	47
5.3.	Coefficiente de variación (CV%)	48
5.4.	Análisis económico del presupuesto parcial y la tasa marginal de retorno	49
VI.	COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS.....	51

VII.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	52
7.1.	Conclusiones	52
7.2.	Recomendaciones	53
VIII.	BIBLIOGRAFÍA	54
	Anexos.....	67

Índice de cuadros

Cuadro No.	Página
Cuadro No.1. Clasificación taxonómica del brócoli	5
Cuadro No.2. Información nutricional (100 G)	10
Cuadro No.3. Dosis de aplicación del Eco Abonaza	18
Cuadro No.4. Composición del Eco Abonaza	19
Cuadro No.5. Dosis de humus	20
Cuadro No.6. Composición del humus	22
Cuadro No.7. Plagas y enfermedades que afectan al cultivo de brócoli	31
Cuadro No.8. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar promedios de los tratamientos en las variables: Porcentaje de prendimiento (PP), Altura de planta (AP), Número de hojas por planta (NHP), Longitud de hoja (LH), Ancho de hoja (AH), Diámetro de tallo (DT), Días a la formación de la pella (DFP), Diámetro de la pella (DP), Peso de la pella (PP), Numero de corimbos por pella (NCP), Días a la cosecha (DC), Número de pellas cosechadas (NPC), Rendimiento (RH). Ambato 2022.	42
Cuadro No.9. Resultados de la caracterización morfológica en el cultivo de brócoli: Color de la pella (CP). Ambato 2022.	51
Cuadro No.10. análisis de costo beneficio	52
Cuadro No.11. Cálculo de la Tasa Marginal de Retorno	53

Índice de gráficos

Gráfico No.	Página
Gráfico No. 1. Resultados promedios de la comparación productiva del cultivo de brócoli en respuesta a la fertilización química y abonadura orgánica en la variable Altura de planta. Ambato 2022.	44
Gráfico No. 2. Resultados promedios de la comparación productiva del cultivo de brócoli en respuesta a la fertilización química y abonadura orgánica en la variable Número de hojas por planta. Ambato 2022.	45
Gráfico No. 3. Resultados promedios de la comparación productiva del cultivo de brócoli en respuesta a la fertilización química y abonadura orgánica en la variable Longitud de hoja. Ambato 2022.	46
Gráfico No. 4. Resultados promedios de la comparación productiva del cultivo de brócoli en respuesta a la fertilización química y abonadura orgánica en la variable Ancho de hoja. Ambato 2022.	47
Gráfico No. 5. Resultados promedios de la comparación productiva del cultivo de brócoli en respuesta a la fertilización química y abonadura orgánica en la variable Peso de la pella. Ambato 2022	48
Gráfico No. 6. Resultados promedios de la comparación productiva del cultivo de brócoli en respuesta a la fertilización química y abonadura orgánica en la variable Número de corimbos por pella. Ambato 2022.	49
Gráfico No. 7. Resultados promedios de la comparación productiva del cultivo de brócoli en respuesta a la fertilización química y abonadura orgánica en la variable Rendimiento. Ambato 2022.	50

Índice de anexos

Anexo No.1. Mapa de la ubicación del ensayo

Anexo No. 2. Base de datos

Anexo No.3. Resultados de Análisis físico químico del suelo

Anexo No. 4. Fotografías

Anexo No. 5. Glosario de términos técnicos

RESUMEN Y SUMMARY

Resumen

Zonas de climas templados y suelos que contengan gran cantidad de materia orgánica son favorables para el cultivo de brócoli. En los años de la década 90 empieza en Ecuador a tomar fuerza la horticultura, de las tres regiones de Ecuador su mayor producción se presenta en la sierra con un 86 % seguido de la costa con un 13 %, finalmente el oriente con el 1%. Dando una superficie de 30 hectáreas reflejando así una producción de 556 toneladas, este resultado se obtiene de las siguientes provincias productoras de la región sierra: Tungurahua, Azuay, Pichincha, Chimborazo. En Tungurahua se presentan problemas para la producción de brócoli debido al inadecuado manejo agronómico del cultivo del brócoli, siendo un inconveniente para los agricultores ya que reduce el valor de la hortaliza y por lo tanto la rentabilidad desciende. Para esta investigación se plantearon los siguientes objetivos: Evaluar el comportamiento agronómico del cultivo de brócoli en cada uno de los tratamientos, determinar el rendimiento de la fertilización química y abonadura orgánica sobre el rendimiento del cultivo de brócoli y realizar un análisis económico de la relación beneficio costo B/C. Se evaluó las siguientes variables: Porcentaje de Prendimiento, Altura de planta, Número de hojas por planta, Longitud de hoja, Ancho de hoja, Diámetro de tallo, Días a la formación de la pella, Diámetro de la pella, Peso de la pella, Numero de corimbos por pella, Días a la cosecha, Número de pellas cosechadas, Color de la pella y Rendimiento. Para comparar el promedio entre los tratamientos se efectuó un análisis con la prueba de Tukey al 5% y Análisis Económico de Presupuesto Parcial (AEPP) y cálculo de la Tasa Marginal de Retorno (TMR%). Las deducciones que se obtuvieron en cada uno de los tratamientos fueron diferentes y muy diferentes, destacando con el mayor promedio de rendimiento el T1 (Eco Abonaza) con 114525 kg/ha. De acuerdo al análisis económico del presupuesto parcial el tratamiento que tuvo los mejores beneficios económicos fue el T1 (Eco Abonaza) con un valor de \$31491,1 kg/ha a diferencia de los otros tratamientos que tuvieron valores más bajos. El resultado del cálculo de la Tasa Marginal de Retorno, demostró que el T1 (Eco Abonaza), presento el valor más alto que equivale al 1098,63 %, con lo que se puede determinar que el productor por cada unidad de dólar invertida, recuperará la unidad invertida y tendrá una ganancia de \$10.98 USD. Por lo que se recomienda cultivar brócoli con el abono Eco Abonaza para obtener excelentes cosechas.

Palabras claves: Brócoli, fertilización, tratamientos, producción.

Summary

Zones with temperate climates and soils that contain a large amount of organic matter are favorable for growing broccoli. In the 1990s, horticulture began to gain strength in Ecuador. Of the three regions of Ecuador, its highest production occurred in the mountains with 86%, followed by the coast with 13%, and finally the east with 1%. Giving an area of 30 hectares, thus reflecting a production of 556 tons, this result is obtained from the following producing provinces in the Sierra region: Tungurahua, Azuay, Pichincha, Chimborazo. In Tungurahua there are problems for the production of broccoli due to inadequate agronomic management of the broccoli crop, being an inconvenience for farmers since it reduces the value of the vegetable and therefore profitability decreases. For this research, the following objectives were established: Evaluate the agronomic behavior of the broccoli crop in each of the treatments, determine the performance of chemical fertilization and organic fertilization on the yield of the broccoli crop and perform an economic analysis of the benefit relationship. B/C cost. The following variables were evaluated: Percentage of Engagement, Plant height, Number of leaves per plant, Leaf length, Leaf width, Stem diameter, Days to the formation of the pellet, Diameter of the pellet, Weight of the pellet, Number of corymbs per pellet, Days to harvest, Number of pellets harvested, Color of the pellet and Yield. To compare the average between the treatments, an analysis was carried out with the Tukey test at 5% and Economic Analysis of Partial Budget (AEPP) and calculation of the Marginal Rate of Return (TMR%). The deductions obtained in each of the treatments were different and very different, highlighting the T1 (Eco Abonaza) with the highest average yield with 114525 kg/ha. According to the economic analysis of the partial budget, the treatment that had the best economic benefits was T1 (Eco Abonaza) with a value of \$31,491.1 kg/ha, unlike the other treatments that had lower values. The result of the calculation of the Marginal Rate of Return, showed that the T1 (Eco Abonaza), presented the highest value that is equivalent to 1098.63%, with which it can be determined that the producer for each dollar unit invested, will recover the invested unit and you will have a profit of \$10.98 USD. Therefore, it is recommended to grow broccoli with the Eco Abonaza fertilizer to obtain excellent harvests.

Keywords: Broccoli, fertilization, treatments, production.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial se presentó una producción de brócoli de 25.531,274 toneladas, esto como consecuencia de una superficie cosechada de 1.357,186 hectáreas, dando un promedio de rendimiento de 18.8 toneladas por hectárea, de acuerdo a la información que presento FAOSTAT en el año 2020. (Axayacatl, 2022)

China simboliza una producción mundial de más de la mitad tanto en brócoli y coliflor y esto equivale a un impulso comercial multimillonario para la potencia asiática, de acuerdo a los últimos 5 años China ha presentado un incremento en la producción de brócoli y coliflor, con un crecimiento durante este tiempo que se estima en alrededor de 20%, para dar una producción anual próxima a los 10.000.000 de toneladas. India sigue a China en segundo lugar, aunque a una distancia considerable. (Wise, 2022)

El cultivo de brócoli en Ecuador es transitorio, en los años 2017-2019 se obtuvo una cosecha equivalente al 99.8% esto como resulta de la siembra de más de 9.000 hectáreas. Cotopaxi representa un 90% de cultivo de brócoli a nivel del país, Chimborazo representa el 4,7% y Tungurahua con el 2,6% luego tenemos a Imbabura, Pichincha, Azuay, Cañar y Loja. Loja empieza la producción de brócoli en el año 2018 con 28 toneladas métricas y en el año 2019 obtuvo un resultado de 62 toneladas. (Sanchez, Bayas, Mayorga, & Freire, 2020)

La provincia de Tungurahua cuenta con una superficie de 30 hectáreas de brócoli; dando así una producción de 556 toneladas. (ESPAC, 2020)

En el Mediterráneo y Asia menor se originó esta hortaliza, las primeras cosechas de brócoli provenientes de coles y coliflores se presentó en Italia, Libia y Siria. Son cultivos que se adaptan a zonas de climas templados y suelos que contengan materia orgánica. Su aporte nutricional es significativo ya que presenta grandes cantidades de vitaminas, minerales y proteínas. Las empresas procesadoras, distribuidoras, comercializadoras y exportadoras que se dedican al cultivo de brócoli requieren de una alta demanda de mano de obra lo cual ha permitido generar empleo. (Maldonado, 2017)

La horticultura en el Ecuador ha ido tomando un incremento a partir de la década de los 90, debido a que la población aumentado el consumo de esta hortaliza por su valor nutricional, de acuerdo a las exportaciones tanto del brócoli, esparrago y palmito. Por los productos que se derivan de esta hortaliza se está realizando la industrialización especialmente para el mercado externo. (Suarez, 2020)

Para el desarrollo del cultivo de brócoli se necesitan elementos nutricionales esenciales para un buen desarrollo, entre ellos tenemos la presencia de los macronutrientes primarios como el nitrógeno, potasio, fosforo también se requiere de macronutrientes secundarios como el calcio, azufre, magnesio y micronutrientes como el manganeso, cobre, cloro, molibdeno, zinc, hierro y boro, dependiendo de la capacidad de captar cada uno de ellos. Todos los nutrientes desempeñan una función diferente en el desarrollo adecuado de la planta, la falta o exceso de los mismo puede causar daños en el cultivo. (Herogra, 2020)

En la presente investigación, se trazaron los siguientes objetivos:

- Evaluar el comportamiento agronómico del cultivo de brócoli en cada uno de los tratamientos.
- Determinar el rendimiento de la fertilización química y abonadura orgánica sobre el rendimiento del cultivo de brócoli.
- Realizar un análisis económico de la relación beneficio costo B/C.

II. PROBLEMA

El desconocimiento de fuentes nutricionales para la implementación del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea Var. italica*), son un limitante para obtener un buen resultado en el rendimiento y calidad del cultivo.

Dentro de los primordiales problemas es el inadecuado manejo agronómico del cultivo, siendo un inconveniente para los agricultores ya que reduce el valor de la hortaliza y por lo tanto la rentabilidad desciende, para que el productor obtenga un buen rendimiento se requiere implementar un conjunto de prácticas culturales como una adecuada distancia de siembra, el número de plantas que se utilizara por hectárea, escoger una variedad adecuada para la zona de siembra, una fertilización adecuada entre otras prácticas culturales que serán útiles para mejorar las condiciones del cultivo a campo abierto y la producción de ejemplares con mayor precocidad, color, tamaño, con características comerciales.

Los agricultores del sector no cuentan con capacitaciones sobre el manejo de cultivo para conseguir productos de mejores características, por consiguiente, se aplicará distintos fertilizantes que ayuden a comprender el uso adecuado de los mismos; lo que evitará el costo elevado de la producción.

Con la presente investigación se pretende evaluar la fertilización que presente los mejores resultados en el desarrollo de esta hortaliza, a través de la utilización de fertilizantes química y abonadura orgánica con diferentes dosis y frecuencias, de esta manera mejorar la productividad para beneficio del productor, tomando en cuenta lo que menciona las buenas prácticas agrícolas.

III. MARCO TEÓRICO

3.1. Origen del brócoli

En el Mediterráneo se originó el brócoli, es una planta de ciclo anual, al pasar el tiempo se lo introdujo a Italia antes del Imperio Romano y posteriormente a varios países de Europa Occidental. En Inglaterra se presentó por el año de 1700 y en Estados Unidos da inicios en el siglo XIX (1806), dentro de las crucíferas están las hortalizas que proceden de un ancestro común en el repollo original, al Mediterráneo y Asia Menor a las peñas calcáreas de Inglaterra posiblemente llegó como una planta silvestre así como también a Francia y España, su origen es muy antiguo. (Huaman , 2018)

3.2. Clasificación taxonómica del brócoli

Cuadro No.1. Clasificación taxonómica del brócoli

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Brassicales
Familia	Brassicaceae (crucíferas)
Género	Brassica L. 1753
Especie	Brassica Oleracea
Subespecie	L. var. Itálica

Fuente: (Acosta, Martínez, Cerdá, Fernández, & Nuñez, 2018)

3.3. Características Fisiológicas del Brócoli

Para un adecuado desarrollo del cultivo se requiere de una región sub-húmeda-temperada por lo cual, necesita condiciones de temperatura moderada, una apropiada fuente de agua, alta humedad relativa y luminosidad moderada del

ambiente que permita tener un desarrollo sin conflictos. Cuando los factores ambientales son anormales pueden retrasar la maduración y las cabezas producidas son desiguales, menos compactadas y de color con menos intensidad. (Acosta, Martínez, Cerdá, Fernández, & Nuñez, 2018)

La mayoría de variedades de brócoli utilizadas se comportan como plantas anuales es decir no requieren de bajas temperaturas para la inducción y diferenciación floral y posteriormente formar la cabeza; así también se presentan variedades de comportamiento tardío llegando a ser plantas bianuales. (Ramirez; Catato, 2020)

3.4. Morfología de la Planta

3.4.1. Raíces

La raíz del brócoli es pivotante con una longitud cercana a 50 cm, las raíces laterales son pequeñas presentan numerosos pelos radicales. Por lo que la capacidad de exploración del suelo no es muy elevada. (Huaman , 2018)

3.4.2. Tallo

La altura del tallo puede alcanzar de 0.6 a 0.75 m, dentro del grupo de las crucíferas es la más alta, termina en una masa globulosa de yemas hipertrofiadas (cabeza principal), en las axilas de las hojas presenta brotes hipertrofiados de yemas florales de menor tamaño que la cabeza principal que aparecen luego del corte del cogollo principal. (Infante, 2018)

3.4.3. Hojas

Su color es verdusca oscura, son erectas, su peciolo y nervadura central bien marcadas, puede o no presentar estipulas. Su lamina es amplia, rizada y se dividen en lóbulos irregulares, sus bordes presentan morfología de onda, los entrenudos en el tallo son cortos por lo que las hojas presentan un aspecto de roseta. (Espinoza, 2020)

3.4.4. Flores

Sus flores son de tamaño pequeño, evidentes, se presentan en gran número, con cuatro sépalos, hipóginas y regulares y de forma completa, presenta cuatro pétalos de color amarillo cercanos a la línea central, doblada hasta atrás formando un ángulo agudo, están dispuestos en forma de cruz. (Ramirez; Catato, 2020)

3.4.5. Inflorescencia

Está compuesta por pedicelos largos con yemas florales de color verde, las cuales dan como resultado una pella compacta y abierta. (Corrales, 2017)

3.4.6. Fruto

Son de tipo silicua dehiscente durante la maduración, son de forma redonda, pequeñas, de color marrón a rojizo. (Gaspar, 2021)

3.4.7. Semillas

Su color va de beige a negro grisáceo y durante la maduración tienen un tono marrón rojizo. (Infante, 2018)

3.5.Requerimientos Edafoclimáticos

3.5.1. Suelo

Los suelos que prefieren las crucíferas son los que presentan acidez y no alcalinidad, pH recomendable entre 6,5 y 7, prefieren suelos con textura media; el brócoli se puede adaptar a diferentes tipos de suelos sin embargo las variedades precoces se adaptan a suelos livianos y las variedades tardías a suelos pesados. Las plantas pueden resistir moderadamente a la salinidad, pero en la etapa del enraizamiento puede resultar difícil. Prefieren suelos profundos en los cuales no se presente el encharcamiento. (Gavilanes, 2017)

3.5.2. Temperatura

El cultivo de brócoli puede adaptarse a temperaturas bajas (0°C) mientras que las temperaturas altas (26°C) pueden afectarlo. La temperatura ideal para su desarrollo va de 15,5°C a 21,5°C. Para evitar el daño de las heladas se utilizan variedades en donde las hojas arropen a la pella hasta el momento que presenten la madurez comercial. (Huaman, 2018)

3.5.3. Luminosidad

Un factor que puede causar inconvenientes en el crecimiento y desarrollo del cultivo es el exceso de luminosidad, el mismo que está asociado con la presencia de altas temperaturas. (Bravo, 2019)

3.5.4. Humedad relativa

Una adecuada humedad relativa mínima debe estar entre 60% a 70%. (Andrade, 2021)

3.5.5. Precipitación

La precipitación anual debe fluctuar entre 800 mm y 1.200 milímetros. (Ramirez; Catato, 2020)

3.5.6. pH

Los suelos por lo general presentan un pH elevado por lo que se recomienda aplicar abonos que ayuden a estabilizar el mismo, el pH óptimo está alrededor del 6.5 a 7 ya que suelos alcalinos pueden presentar problemas al desarrollo del cultivo. (Huaman, 2018)

3.6. Valor Nutricional

Las hortalizas como el brócoli son ricas en nutrientes presentan un alto contenido de vitamina C, K, A, complejo B, fósforo, potasio, cobre, cromo, zinc, hierro, magnesio, proteínas, fibras y fitonutrientes. (EcoInventos, 2021)

Contienen altos porcentajes de antioxidantes como los beto-carotenos, isocianatos y vitamina C; los cuales protegen a los radicales libres que ocasionan el envejecimiento, son bajos en calorías y grasas. (ABC Bienestar, 2019)

Cuadro No.2. Información nutricional (100 G)

Energía	26 kcal
Grasa total	0,4 g
Proteínas	3 g
Agua	90,7 g
Carbohidratos	2,4 g
Fibra dietética	3 g
Vitamina C	110 mg
Vitamina E	1 mg
Vitamina B6	0,19 mg
Vitamina A	69 ug
Potasio	370 mg
Calcio	93 mg
Fosforo	67 mg
Hierro	1,4 mg

Fuente: (ABC Bienestar, 2019)

3.7.Variedades de Brócoli en el Mercado Comercial

Existen diferentes clases de brócoli dependiendo en su mayoría de la ubicación geográfica donde se cultiven. En España por ejemplo se puede encontrar: Parthenon, Caruscu, Chios, Mònano, Belstar. En el estado de México se hallan: Heritage, Ironman, Arcadia, Expo. Y en Ecuador se ha cultivado variedades como: el brócoli Legacy, Domador, Marathon, entre otros. Así como hay variedades de esta verdura también se las conoce con diferentes nombres dependiendo el lugar. También se ha tomado otra clasificación:

- Tempranas: Se recolecta en menos de 90 días su producción

- Intermedias: Se recolecta la cabeza alrededor de los 90 días a 110 días después de la siembra.
- Tardías: sobrepasa los 110 días para realizar la cosecha. (Andrade, 2021)

3.8.Hibrido en Estudio

3.8.1. Avenger

En Sudamérica el productor prefiere la variedad Avenger ya que presenta ciertas características como una única cabeza, grande, compactadas y pesadas, de color verde azulado, grano fino con un sistema radicular adecuado que favorece al desarrollo del cultivo, culminando su ciclo alrededor de los 105 días. También presenta una excelente durabilidad después de la cosecha. (Sakata, 2020).

3.8.1.1.Ventajas

- No presenta pudrición por acumulación de agua.
- Aprovecha de mejor manera los nutrientes.
- Mayor durabilidad después de la cosecha.
- Mayor producción y características para la industria y mercado fresco.
- Perdura en el área de congelamiento.

3.8.1.2.Características agronómicas del híbrido en estudio.

- Cabezas grandes, compactas y pesadas, redondas, muy uniformes.
- Color verde azulado, grano pequeño.
- Ciclo 120 días.
- Muestra muy pocos brotes laterales.
- Su grano va de fino a medio.
- Su color es verde intenso.
- Se puede cosechar a los 90 días después del trasplante.
- La distancia de siembra es de 0,7 x 0,25m.
- En un hectárea entran 50.000 a 55.000 plantas (ARG-AgroSemillera, 2021)

3.9. Manejo Agronómico del Cultivo

3.9.1. Análisis de suelo

Para obtener una adecuada información de los nutrientes que contiene el suelo se recomienda realizar un análisis de suelo el cual es una técnica compleja que une a diversos métodos analíticos con sus respectivas extracciones, los más importantes nutrientes son el nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, sodio, azufre, boro, hierro, cinc, y manganeso y analiza su disponibilidad para la planta. También permite determinar el pH del suelo el cual es un factor importante para determinar la disponibilidad de nutrientes,

Para el adecuado uso de los fertilizantes es útil el análisis de suelo, con ello se evita la pérdida de los mismos, ya que se puede realizar un cálculo de la cantidad de fertilizante a aplicar disminuyendo así la pérdida del mismo. Para enviar una muestra al laboratorio de suelos se debe tomar de 10 a 15 submuestras a una profundidad de 15 a 30 cm de una superficie recién establecida. (AGQ Labs, 2017)

Nos permite:

- Permite saber la disponibilidad de nutrientes en el suelo y de esta manera saber la probabilidad de respuesta que tendrá el fertilizante a aplicar.
- Nos permite realizar una adecuada aplicación de nutrientes.
- En lotes tratados nos permitirá monitorear la fertilidad, así como la salinidad.
- Evaluar la dosis adecuada de enmiendas para la corrección de suelos.
- Mediante pozos de observación se puede realizar la clasificación de los suelos y delimitar los ambientes para el manejo de insumos. (GANO, 2020)

3.9.2. Preparación del suelo

Se realiza la limpieza del terreno eliminando malezas, piedras, etc. Luego se procede a la roturación con la ayuda de maquinaria agrícola realizando dos pasadas de rastra tanto horizontal como vertical, luego se realiza el desterronado y nivelado,

para finalizar se realiza los surcos de acuerdo al cultivo que se va a implementar. (Huaman, 2018)

3.9.3. Desinfección del suelo

Esta actividad se realiza con la finalidad de disminuir la presencia de hongos, nematodos, insectos, bacterias, bacterias, semillas de malezas que estén presentes en el suelo y afecten a la germinación y desarrollo de las plantas. Para esto existen una variedad de técnicas algunas están dirigidas a los semilleros o almácigos y otras se emplean para la siembra directa o trasplante. Con una adecuada desinfección del suelo se podrá evitar la pérdida de la plantación. (Admin, 2022)

3.9.4. Siembra

Para la germinación de las semillas de brócoli se realiza en almácigos en donde se llevará un adecuado manejo, cuando las plántulas presenten una altura de 15 a 20 cm, se realizará el trasplante a sitio definitivo. Se puede utilizar una cantidad de 03 a 04 kg/ha. (Huaman , 2018)

3.9.5. Siembra directa

Para asegurar la germinación de las semillas se colocará por golpe más de dos semillas, en el caso de colocar tres semillas se deberá realizar un raleo de plántulas, con esto podremos determinar el porcentaje de prendimiento. (Gaspar, 2021)

3.9.6. Siembra indirecta

La semilla es colocada en unos semilleros en los cuales permanece de 40 a 45 días hasta que presente una adecuada altura para el trasplante. Una vez colocadas las semillas en los semilleros se procede a cubrir con una capa fina de 1 a 1,5 cm teniendo cuidado de que este brote tenga un desarrollo óptimo. Los riegos deben ser frecuentes para que la planta se desarrolle. Los brotes nacen alrededor de los 10 días. En una hectárea se recomienda utilizar una cantidad de 250 a 300 gr en relación con la plantación y la variedad de la verdura. (Infante, 2018)

3.9.7. Trasplante

La planta antes de poder trasplantarla al terreno debe tener una altura entre 18 y 20 cm, sus hojas deben tener un tamaño entre 6 a 8 cm, siendo esto en los 50 días de siembra. Además, el suelo debe ser fertilizado para que posea los nutrientes necesarios y la planta tenga estabilidad y firmeza. Una vez que las plántulas estén el sitio definitivo se debe eliminar aquellas que estén débiles y las que presenten yema terminal abortada. Para lograr el distanciamiento correcto entre plantas generalmente se usan cantidades de 12.000 a 30.000 plantas por hectárea, esto representa en distancia de siembra 0.80 a 1 metro entre hileras y 0.40 a 0.80 metros entre plantas. (Andrade, 2021)

3.9.8. Densidad de siembra

Para realizar la siembra es importante realizar un surcado adecuado, los surcos deben tener una distancia de 0,70 m. Cuando la siembra es en hilera la distancia entre plantas es de 0,40 a 0,50 m y entre hileras de 0,70 a 1 m y cuando la disposición es de una hilera es de 0,70 m por cama, en dos hileras es de 1,20 m por cama. (Otarola, 2018)

3.9.9. Riego

El riego se debe realizar dos días antes del trasplante esto con la finalidad de mantener el suelo a capacidad de campo. Después de haber realizado el trasplante se lo realiza cada dos semanas para tener una adecuada humedad. (Gaspar, 2021)

3.10. Abonadura orgánica

Para la fertilización orgánica se puede utilizar todas las fuentes de nutrientes entre ellas tenemos el excremento de bovinos, porcinos, avícola y residuos de vegetales; para que se pueda emplear como fertilizantes debe ser convertido en abono para lo cual pasa por un proceso de descomposición. (Arango, 2017)

Los abonos orgánicos presentan una amplia capacidad de absorción de los elementos nutritivos, permaneciendo en el suelo de forma intercambiable para el uso de la planta. Lo cual beneficia al productor ya que presenta mejor rendimiento;

al producir el agricultor el abono reducirá los costos de producción. (Loor & Proaño, 2022)

3.10.1. Relación Carbono/Nitrógeno

Esto refiere a la relación que existe entre el contenido de carbono y nitrógeno en una sustancia. Un ejemplo de carbono/nitrógeno de 10:1 esto significa que se presenta diez unidades de carbono por cada unidad de nitrógeno en la sustancia. Esta relación tiene un efecto significativo en la descomposición de los rastrojos, en la cobertura de suelo y el ciclo de nutrientes en especial del nitrógeno, por lo cual es importante planificar las rotaciones de cultivos. (USDA , 2019)

3.10.2. Beneficios de los abonos orgánicos

Ayuda a la colonización de los suelos por la macro y micro vida, conserva la humedad por lo que reduce los cambios de temperatura, mejoran la permeabilidad y bioestructura.

Aumenta la capacidad de absorción de nutrientes debido al desarrollo masivo del sistema radicular, son una fuente constante de fertilizantes de liberación neta y operación fraccionaria prolongada tanto de macro elementos como micro elementos.

Al utilizar abonos orgánicos se obtienen plantas vigorosas, resistentes a enfermedades ya que se encuentra protegidas por el equilibrio nutricional. (Huanca, 2019)

3.10.3. Efectos físicos

Por su alta porosidad incrementan la capacidad de retención de humedad del suelo, puede retener una cantidad de agua equivalente a veinte veces su peso, la porosidad facilita la circulación del agua y aire a través del perfil de los suelos, promueve el desarrollo del sistema radicular esto se debe a la presencia de la materia orgánica, mejor permeabilidad, aireación, capacidad de almacenar y suministrar agua a las plantas, mejora la estructura del suelo. (Arango, 2017)

3.10.4. Efectos químicos

El origen de los abonos orgánicos influye en la composición química, así tenemos los estiércoles, residuos de las cosechas, etc. Cada uno contienen diferentes elementos. Al aplicar los abonos orgánicos al suelo lo que cambia es el contenido de materia orgánica así tenemos un aumento del nitrógeno total, el pH, la capacidad del intercambio de cationes, concentración de sales. (Infoagro, 2023)

3.10.5. Efecto biológico

Los abonos orgánicos son insolubles por lo que los materiales insolubles no se filtran. Los productos insolubles son los que se pueden eliminar en forma de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, calcio, magnesio, hierro, etc. Por la biodegradación se presenta la actividad biológica la misma que contribuye a mejorar la estructura del suelo. Debido a que la biodegradación se da de forma lenta los subproductos solubles suelen lixiviarse. Los microbios en el suelo, la cantidad de agua y la porosidad del suelo son factores que influyen en la lixiviación de los subproductos de un abono orgánico. Los microbios tienden a cambiar de forma lenta el material orgánico a formas solubles en el agua por lo que los hongos, bacterias y las plantas tienen tiempo para absorber lo que necesitan antes de que se lixivien. (Deoecologia.info, 2020)

3.11. Ecoabonaza

Este abono orgánico proviene de la pollinaza es decir de los pollos de las granjas de engorde, la cual pasa por un proceso en donde se clasifican para obtener mejores resultados. Debido al alto porcentaje de materia orgánica que presenta este abono mejora la calidad de los suelos por lo tanto ofrece a los cultivos elementos básicos que favorecen al desarrollo adecuado. (Guanoluisa, 2017)

Cuadro No.3. Dosis de aplicación del Eco Abonaza

Hortalizas	3 - 6 kg/m ²
Cultivos en general	400 - 600 kg/ha
Árboles frutales	400 - 700 g/planta
Banano	600 - 800 g/planta

Fuente: (Castro, 2015)

3.11.1. Físicas

- Reduce la cohesión en los suelos arcillosos.
- Aumenta la porosidad del suelo y de esta forma facilita la interacción del agua y el aire.
- Codifica la temperatura del suelo.
- Disminuye en las arcillas la fijación de fósforo.
- Ayuda a mejorar las propiedades químicas del suelo y así se reduce la pérdida de nitrógeno.
- Beneficia el movimiento de los nutrientes como el S, K, P, Ca, Mg, y los elementos menores. (Guanoluisa, 2017)

Cuadro No.4. Composición del Eco Abonaza

Materia orgánica	50%
Ph	6.5 – 7.0
Nitrógeno	2.8 – 3.0%
Fosforo	2.3 – 2.55%
Potasio	2.6 – 3.0%
Calcio	2.5 – 3.0%
Magnesio	0.6 – 6.8%

Azufre	0.42 – 0.6%
Boro	40 – 56 ppm
Zinc	250- 280 ppm
Manganeso	340 – 470 ppm
Humedad	21%

Fuente:(<http://www.pronaca.com/site/principalAgricola.jsp?arb=1100&cdgPad=26&cdgCat=1&cdgPr=765>)

3.12. Humus

Dentro del grupo de los invertebrados la lombriz de tierra favorece al hombre en el área de la agricultura, ya que al alimentarse de los residuos de vegetales y estiércoles de diversos animales este al momento de excretar forma lo que viene a ser el humus. Este abono orgánico presenta excelentes propiedades nutricionales lo que favorece a la fertilidad del suelo. (Salazar, 2017)

Al tener el humus una acción biodinámica favorece a la recuperación de las sustancias nutritivas que el suelo contiene de igual forma elimina los elementos que contaminen el mismo. Este abono presenta una textura granulosa, húmeda, al no haber presencia de fermentación no hay presencia de mal olor, al mezclarse con otro tipo de abono no orgánicos no presenta ninguna alteración.

De manera tradicional se ha venido obteniendo la fertilización orgánica siendo esta una de las mejores prácticas para aumentar la presencia de microorganismos en el suelo, a través de la micro fauna del suelo se da la descomposición y transformación de los residuos orgánicos.

La calidad de humus dependerá del tipo de materia orgánica que se utilice para su producción así presentaran diferentes características fisicoquímicas y microbiológicas, por lo que al utilizar una variedad de residuos vegetales y estiércoles se presentara un contenido de nutrientes y microorganismos. (Ramirez; Catato, 2020)

Cuadro No.5. Dosis de humus

Tipo de planta	Cantidad	Frecuencia
Praderas	800 g/m ²	1 vez durante la temporada
Césped	500 gr a 1 kg/m ²	1 vez durante la temporada
Hortícolas	2 kg/m ²	1 vez durante la temporada
Semilleros	20% del sustrato	1 vez durante la temporada
Abono de fondo	8-10 kg/m ²	1 vez durante la temporada
Trasplante	0,5 kg-2 kg	1 vez durante la temporada
Ornamentales	150 gr/planta	1 vez durante la temporada
Rosales y leñosos	0,5 gr-1kg/m ²	1 vez durante la temporada
Recuperación de terrenos	400 kg/ha	1 vez durante la temporada
Árboles frutales	2 kg por árbol	1 vez durante la temporada

Fuente: (Lombrimadrid, 2021)

3.12.2. Características del humus

El humus favorece a la estructura de suelo, debido a la agrupación de partículas en agregados de tamaño medio el cual favorece a la circulación del agua, aire y sistema radicular. El suelo de arcilla forma parte fundamental en la zona de la absorción y regulador de nutrientes de la planta, debido a la formación de fofos húmicos permite que el fosforo este en forma asimilable para las plantas, a pesar de la presencia de cal y hierro libre. (Lucero, 2017)

El humus manifiesta la relación carbono/nitrógeno del sustrato por lo tanto mejora este indicador de manera reveladora, esta relación presenta un índice de la calidad del sustrato orgánico de los suelos, permite verificar el porcentaje de nitrógeno que la planta tiene disponible, al presentar un porcentaje elevado la materia orgánica se descompone de manera lenta por lo que los microorganismos

inmovilizan el nitrógeno por lo que no puede ser utilizado por las plantas. Valores que van de 10 a 14 pertenecen a una mineralizan y ruptura de tejidos por lo que la actividad microbiana se estimula. La relación C/N en cuanto a las bacterias y hongos del suelo es menor a 15 por lo que los microorganismos de la materia orgánica se descompondrán se forma más eficiente. (Pinilla, 2022)

3.12.3. Beneficios del humus

El humus presenta una variedad de beneficios uno de ellos es el alto contenido de nitrógeno, fósforo lo cual favorece a la floración y arraigamiento, para la resistencia de parásitos y enfermedades tenemos el potasio, calcio y magnesio.

Este abono favorece a la retención de humedad y drenaje de agua, existe una buena aireación del suelo lo que favorece al desarrollo del sistema radicular, presenta una cantidad elevada de sustancias antibacterianas, consiguiendo que se desarrollen plantas saludables. (Ramirez; Catato, 2020)

Cuadro No.6. Composición del humus

Humedad	30 – 60 %
Ph	6.8 – 7.2
Nitrógeno	1 – 2.6%
Fosforo	2 – 8%
Potasio	1 – 2.5%
Calcio	2 – 8%
Magnesio	1 – 2.5%
Materia orgánica	30 – 70%
Carbono orgánico	14 -30 %
Ácido fulvonicos	14 -30 %
Ácidos húmicos	2.8 – 5.8%

Sodio	0.02%
Cobre	0.02%
Hierro	0.05%
Manganeso	0.002%
Relación C/N	10 – 11%

Fuente: (Fertilab)

3.13. Fertilización química

A través de la fertilización química se busca dotar al cultivo de los minerales necesarios que necesite para obtener un desarrollo adecuado y lograr llegar a alcanzar un buen rendimiento. El nitrógeno en el cultivo de brócoli es de gran demanda, sin embargo, el consumo del N no es constante todos los días por lo que se debe realizar una guía para saber en qué momento aplicar el fertilizante. (Yara, 2019)

3.13.1. Nitrógeno en la planta

La presencia de nitrógeno en el planeta es de gran cantidad ya que forma parte de más de las cuatro partes de los gases de la atmósfera, pero las plantas necesitan este elemento de forma asimilable en el suelo ya que la gran parte de las plantas no pueden absorber el nitrógeno de la atmósfera, sin embargo, las únicas que pueden fijarlo al suelo son las leguminosas con la ayuda de las bacterias *Rhizobium*. El ciclo del nitrógeno de la atmósfera al suelo se puede lograr a lo largo de diversos procesos y es sumamente necesario ya que de esta forma se puede fijar este elemento, debido a que el nitrógeno se encuentra en pequeñas cantidades en el suelo. (Intriago, 2019)

3.13.2. Exceso de nitrógeno

Al presentar un exceso de nitrógeno en las plantas estas crecerán de forma descontrolada. Sus tallos se lignificarán y presentarán partes blandas. Esta anomalía

será ideal para la presencia de plagas y enfermedades por los cambios de temperatura y humedad llegando hasta morir la planta. El desarrollo de la raíz será menor por lo que la producción de los frutos tardará y se obtendrán bajos rendimientos. (Acosta B. , 2021)

3.13.3. Deficiencia de nitrógeno

En la parte inferior de las plantas las hojas más viejas presentan tonalidad amarillenta y desaparecerán, la clorofila es primordial para que se pueda realizar la fotosíntesis. Cuando la absorción de las raíces es limitada las hojas jóvenes extraen y transportan hacia los puntos de crecimiento. En el caso de repollo las hojas toman un color morado en vez de amarillas, el fruto de las plantas con deficiencia de nitrógeno será de menor tamaño así mismo será vulnerable a la presencia de enfermedades y presencia de insectos. (Vaniperen, 2022)

3.13.4. Fuentes de nitrógeno

Desde el humus, los componentes orgánicos, materia vegetal, animales en descomposición que estén constituidos a base de carbono del suelo tienen presencia de nitrógeno que luego de ser mineralizados podrán ser absorbidos por las plantas. (Rey, 2019)

Nitrógeno atmosférico: es una reserva importante pero no se puede asimilar por las plantas las leguminosas mediante procesos biológicos utilizando bacterias son las únicas que pueden utilizar el nitrógeno atmosférico. Con la lluvia se depositan pequeñas cantidades de nitrógeno al suelo.

Nitrógeno en el suelo: en la materia orgánica se encuentra la mayoría de nitrógeno sin embargo no está disponible para las plantas. Mediante el proceso que realizan las bacterias se puede asimilar el nitrógeno por las plantas ya que lo cambian de nitrógeno orgánico a nitrógeno mineral con la presencia de los factores ambientales como es la humedad, pH temperatura es decir se asimila en forma de nitratos NO_3 y amoníaco NH_4 . (Smart Fertilizer, 2020).

3.14. El fósforo en la planta

Para que se pueda ejecutar la fotosíntesis se requiere la presencia del fósforo el cual desempeña la función de transmitir energía y transportar nutrientes, dentro de los nutrientes esenciales para el desarrollo de las plantas se encuentra el fósforo. Del fósforo depende la estructura de la planta a nivel celular, al presentar una adecuada cantidad de este elemento la planta va a desarrollarse de forma vigorosa y madurara más temprano. (Department of Plant Science, 2021)

3.14.1. Exceso de fósforo

Afectan a la absorción de otros elementos como son el zinc, hierro, manganeso; el exceso de fósforo se puede dar de forma común y en varias ocasiones se recomienda realizar una alta aplicación cuando empleamos NPK o en el momento de acidificar el agua de riego con ácido fosfórico, la deficiencia puede provocar que se absorba el molibdeno.

3.14.2. Deficiencia de fósforo

En deficiencia severas las hojas toman un tono oscuro, apagado, color verde azulado, pálidas con respecto a sus tallos limita el crecimiento. Por la presencia de antocianinas se presentan tonos rojizos o rojo violeta, Los síntomas se dan en las partes viejas de las plantas, las hojas nuevas pueden aparentar estar sanas, pero son de tamaño pequeño, aumentan la relación de la raíz a tallo en las plantas. (Department of Plant Science, 2021)

3.15. Potasio en la planta

El potasio evita que la planta se marchite de manera prematura debido a que se encuentra dentro de la solución de las células, el potasio a diferencia del nitrógeno y el fósforo no se utiliza para la síntesis de la estructura de las moléculas bioquímicamente indispensables. El potasio es fundamental en la formación de estomas esto es cuando las células que están ubicadas en el envés de la hoja se abren y cierran con la finalidad de permitir la salida del vapor de gases residuales y agua actuando como un activador de enzimas. (Lopez, 2021)

3.15.1. Exceso de potasio

Por exceso de potasio se puede presentar antagonismo que llevan a causar deficiencia de otros nutrientes tales como el calcio o magnesio. Al presentar este exceso de debe analizar el sustrato y realizar pruebas a la planta con la finalidad de determinar el contenido de nutrientes y realizar un ajuste en la dosis de fertilizante. (Chen, 2022)

3.15.2. Deficiencia de potasio

Al presentar deficiencia de potasio en las plantas éstas se muestra de forma instantánea ya que la misma requiere de grandes cantidades incluso cuatro veces más que el fósforo y casi al igual que el nitrógeno. Una anomalía por déficit de potasio está relacionada con el crecimiento. (Álvaro, 2019)

3.16. Azufre

Forma parte de la estructura de los compuestos orgánicos, siendo solo algunos sintetizados por las plantas como el de los aminoácidos cisteína, cistina y metionina los cuales son necesarios para sintetizar proteínas, el azufre forma parte de los elementos secundarios. Está involucrado en las reacciones metabólicas ya que actúa como un grupo funcional, desempeña un papel importante para algunas vitaminas y coenzimas. Protegen a las células ya que evitan la deshidratación por la presencia de calor y sequia así también ante la presencia de frío, evita la detoxificación. (Intagri, 2017)

3.16.1. Exceso de azufre

Al presentar un exceso de azufre se da una competitividad alta con el nitrógeno, lo que provoca que la planta no absorba de manera correcta el nitrógeno lo que causaría un déficit de este elemento. (Bellido, 2021)

3.16.2. Deficiencia de azufre

La deficiencia de azufre presenta similares características a la deficiencia de nitrógeno, ya que ambos están relacionados con la formación de proteínas y

clorofila. Debido a que el azufre es un elemento móvil por la deficiencia los síntomas empiezan en las hojas jóvenes y a medida que pasa el tiempo afectan a las hojas viejas por lo que la planta se torna clorótica. (Chen, 2022)

3.17. Calcio

La presencia del calcio agrícola fortalece la estructura de las paredes y la elasticidad del tejido vegetal, el mismo realiza una labor importante en el desarrollo de la planta dando como resultado frutos firmes, plantas resistentes y sanas. (Seipasa Natural Technology, 2017)

3.17.1. Deficiencia de calcio

Del sustrato la planta podrá absorber el calcio durante el proceso de transpiración mediante las raíces, ya que el calcio es no es un elemento móvil, debido al exceso de vapor de agua se puede escapar a través de los estomas, aspectos como la humedad alta o temperaturas bajas pueden disminuir la transpiración lo que causa la deficiencia de calcio así contenga el sustrato niveles altos. Los frutos y las hojas jóvenes manifestaran el déficit de este elemento ya que son las partes de la planta que transpiran poca agua. Un ejemplo se da en el tomate con la pudrición apical. (Buechel, 2021)

3.18. Boro

Dentro de los micronutrientes esenciales para el desarrollo adecuado de la planta se encuentra el boro, también influye de manera importante en el sistema hormonal, comienza la división apropiada de las células por lo que es de vital importancia para el crecimiento de la planta, elongación de las células, fuerza de la pared celular, polinización, floración, producción de las semillas y el traslado del azúcar. (Smart Fertilizer, 2020).

3.18.1. Exceso de boro

En las leguminosas el exceso de boro es altamente sensible ya que el suministro debe ser óptimo, presenta una tonalidad amarillenta en las hojas viejas produciendo

necrosis y los tejidos presentan perforaciones en ciertas partes del tejido. (Promix, 2021)

3.18.2. Deficiencia de boro

En la alfalfa se presentan enfermedades como la escoba de bruja, presencia de brotes laterales anormales eso debido a la deficiencia de boro, otros signos son la presencia de hojas nuevas con deformaciones, de tamaño diminuto, frágiles, follaje maduro que presenta una apariencia brillante y de color verde intenso. (Cherlinka, 2023)

3.19. Molibdeno

3.19.1. Exceso de molibdeno

El exceso de este micronutriente se lo observa de manera muy rara en los cultivos, los tejidos pueden presentar miles de ppm y aun así la planta no presenta ningún síntoma, en el caso de que la planta presente un síntoma será en las hojas con tono amarillo dorado. (Intragi, 2023)

3.19.2. Deficiencia de molibdeno

La deficiencia de este micronutriente se presenta en las hojas intermedias y las hojas viejas, luego se prolongan hacia el tallo llegando afectar a las hojas nuevas esto se debe a que es un elemento es móvil dentro de la planta. (PROMIX , 2022)

3.20. Magnesio

Al presentar toxicidad de magnesio se presentan problemas con la asimilación de otros nutrientes. Uno de los problemas más comunes que la planta demuestra en la pérdida de llegar a tener los niveles correctos de potasio y calcio que son nutrientes que desempeñan una función importante en la planta. (Robledo, 2022)

3.20.1. Deficiencia de magnesio

Al presentar deficiencia de magnesio hay la presencia de amarillamiento intervenal de las hojas viejas, esto se debe a los factores ambientales como la

intensidad de la luz solar ya que la alteración de las intensidades lumínicas aumenta la clorosis intervenal por lo que la planta presenta necrosis. Investigaciones demuestran que las plantas que crecen con mayor presencia de luminosidad necesitan una mayor presencia de magnesio. (DFGRUPO, 2021)

3.21. Control de malezas

Una adecuada limpieza del terreno es necesario para evitar la presencia de plantas que afecten el desarrollo del cultivo, se puede aplicar pendimetalina al 33% ya que es un concentrado de emulsión en una dosis de 3 a 5 L/ha. (Andrade, 2021)

3.22. Plagas y enfermedades que afectan al cultivo de brócoli

Cuadro No.7. Plagas y enfermedades que afectan al cultivo de brócoli

Nombre común	Agente causal	Síntomas	Control químico
Enfermedades			
Mal del almácigo	<i>Phytium</i> , <i>Fusarium</i> , <i>Rhizoctonia</i> .	Estimulan el marchitamiento de las plantas	Benomyl
Mildiu	<i>Peronospora brassicae</i>	Se presenta en la parte inferior de las hojas en forma de manchas pequeñas, hay presencia en áreas húmedas.	Maneb, Mancozeb
Alternaria	<i>Alternaria brassicae</i>	Su trasmisión es través de semillas y a las plántulas afectan a las hojas.	Clorotalonil, Metalaxil
Plagas			

Gusano trozador	<i>Agrotis sp.</i>	Los tallos son cortados por larvas.	Clorpiritos piretroides
Minador	<i>Lyriomiza sp.</i>	El limbo foliar presenta perforaciones.	Dimethoate, Sistémicos
Pulgón	<i>Brevicoryne brassicae.</i>	En época de sequía hay la presencia de insectos chupadores que se agrupan en la parte del envés de la hoja.	Piretroides, Phosphamidon
Polilla de las crucíferas	<i>Plutella xylostela</i>	Al no haber un adecuado control pueden causar daño a la pella, se ubican en el envés de la hoja causando menor daño.	Se emplean trampas de monitoreo con feromonas

Fuente: (Huaman , 2018)

3.23. Cosecha

Dependiendo del clima y la variedad del brócoli se la realizará en el tiempo indicado. Para la cosecha de brócoli se debe realizar con la presencia de seis a ocho hojas esto con la finalidad de que las mismas protejan la pella. El momento adecuado para su cosecha es cuando el tallo presenta una longitud de 5 a 6 cm, una vez cosechada la pella principal luego se va cosechan los rebrotes que presenten las inflorescencias laterales. La inflorescencia al momento de la cosecha debe encontrarse cerrad con un tomo verde oscuro brillante, firme a la presión de la mano y el tallo debe estar cortado de acuerdo a la longitud requerida por el mercado, para la formación de los brotes secundarios se recomienda aplicar compost ya que se pueden formar de dos a tres. (Diaz, 2019).

3.24. Postcosecha

El proceso de la postcosecha tiene varios objetivos como garantizar la inocuidad y la calidad que el producto presente, una vez cosechadas las pellas se lo pasa por diversos procesos antes que llegue al consumidor final. Para su transporte se utilizan gavetas plásticas tomando en cuenta el cuidado necesario para no dañar la pella ni agruparlas de forma excedente. Se debe tener cuidado la cantidad de agua empleada para conservar la humedad a la que estén sometidas las pellas esto con el fin de evitar la decoloración y deshidratación, si se realiza una conservación adecuada el brócoli puede llegar a durar en el mercado 21 días conservando sus propiedades nutritivas. (Luna, 2017)

IV. MARCO METODOLÓGICO

4.1. Materiales

4.1.1. Localización de la investigación

País	Ecuador
Provincia	Tungurahua
Cantón	Ambato
Parroquia	Juan Benigno Vela
Sector	La Merced

4.1.2. Situación geográfica y climática

Altitud	3191 msnm
Latitud Sur	1° 18' 4.4"
Longitud Oeste	78° 41' 40.5"
Temperatura máxima	12°C
Temperatura mínima	6°C
Temperatura media anual	10°C
Precipitación media anual	1200 mm
Heliofanía media anual	1753,9 /h/l/año
Humedad Relativa media anual	77%

Fuente: (Lascano, 2022)

4.1.3. Zona de vida

La zona de vida corresponde a bosque húmedo-Montano Bajo (bs-MB).

(Holdridge, L. 1999).

4.1.4. Materiales experimentales

- Híbrido de brócoli.
- Fertilizante orgánico y química

4.1.5. Materiales de campo

- Flexómetro
- Piola
- Azadón
- Rastrillo
- Palas
- Estacas
- Bombas de mochila
- Baldes
- Tarjetas para la identificación
- Cuaderno de campo
- Rótulos
- Calibrador Vernier
- Pesa o balanza
- Urea (46-0-0)
- Superfosfato triple (0-46-0)
- Muriato de K (0-0-60)
- (Eco Abonaza).
- Humus
- Equipos de bioseguridad

4.1.6. Materiales de oficina

- Laptop
- Calculadora
- Esfero
- Papel A4
- Reglas
- Cd's
- Flash memory
- Impresora

- Programa estadístico: Statistix 9.0.
- Papel boom
- Cámara

4.2.MÉTODOS

4.2.1. Factores en estudio

Fertilización química y abonadura orgánica.

4.2.2. Tratamientos

Trat. No.	Detalle	Dosis g/planta
T1	Eco Abonaza	527 g
T2	Humus	350 g
T3	Urea	4 g
T4	Superfosfato triple	1,4 g
T5	Muriato de potasio	1,2 g
T6	Sin fertilizante	0 g

4.3.Tipo de Diseño Experimental Estadístico

Diseño de bloques Completos al Azar (DBCA) 6x4.

4.3.1. Procedimiento

Localidad	1
Tratamientos	6
Repeticiones	4
Número de unidades experimentales	24
Área total del ensayo/parcela	7.84 m ²
Área total del ensayo con los caminos (12.40 m x 46.6 m)	577.84 m ²
Separación entre bloques	1 m
Distancia entre hilera	0.70

Distancia entre plantas	0.45
Número de plantas/parcela	40 pl.
Número de plantas total	960 pl.

4.3.2. Tipos de análisis

Análisis de varianza (ADEVA) según el siguiente detalle.

Fuentes de variación	Grados de libertad	CME
Bloques (r-1)	3	$\int^2 e+ 4\int^2$ bloques
Tratamientos (t-1)	5	$\int^2 e+ 6\int^2$ bloques
Error (t-1) (r-1)	15	\int^2
Total (t*r)-1	23	

- Prueba de Tukey al 5% para comparar promedios entre tratamientos.
- Análisis Económico de Presupuesto Parcial (AEPP) y cálculo de la Tasa Marginal de Retorno (TMR%).

4.4.MÉTODOS DE EVALUACIÓN Y DATOS TOMADOS

4.4.1. Porcentaje de prendimiento (PP)

Dato que fue registrado a los 15 días posteriores al trasplante, donde se contabilizó las plántulas vivas en cada tratamiento, este dato fue expresado en porcentaje.

Altura de planta (AP)

Esta variable se midió con la ayuda de un Flexómetro desde la base del tallo hasta el corimbo terminal de 12 plantas tomadas al azar de cada parcela neta, a la cosecha, y el resultado se expresó en cm.

4.4.2. Número de hojas por planta (NHP)

Variable que fue evaluada contabilizando el número de hojas, en 12 plantas seleccionadas al azar de cada unidad experimental al momento de la cosecha.

4.4.3. Longitud del Limbo (LL)

Se midió la longitud de tres hojas con la ayuda de un Flexómetro desde la base del peciolo hasta el ápice de la misma, en 12 plantas seleccionadas al azar de cada parcela neta, los resultados se expresaron en cm. Esta variable se tomó en el instante realizar la cosecha.

4.4.4. Ancho de la hoja (AH)

Dato que fue registrado en 12 plantas tomadas al azar de cada parcela neta, con la ayuda de un flexómetro. Las hojas a evaluarse fueron 3, las mismas que fueron medidas de un extremo a otro y sus resultados se expresaron en cm.

4.4.5. Diámetro de tallo (DT)

En esta variable se midió el diámetro del tallo con un calibrador vernier, efectuando la medida en la parte media del mismo en 12 plantas tomadas al azar por tratamiento y sus datos se expresó en cm.

4.4.6. Días a la formación de la pella (DFP)

Variable que se evaluó contabilizando el número de días, desde el trasplante hasta la formación de la pella, se registró cuando más del 50% de las plantas tuvieron formado la pella.

4.4.7. Diámetro de pella (DP)

Se midió el diámetro ecuatorial de la pella (inflorescencia) con la ayuda de un calibrador de vernier, de 12 plantas tomadas al azar de la parcela neta. Este dato fue tomado al momento de la cosecha y sus resultados se expresó en cm.

4.4.8. Peso de la pella (sin hojas)

Variable que se evaluó al momento de la cosecha con la ayuda de una balanza, tomando una muestra de 12 pellas al azar de cada parcela neta y se calculó el promedio de peso por pella.

4.4.9. Color de la pella (sin hojas)

Se valoró visualmente en 12 plantas tomadas al azar de la parcela neta bajo la siguiente escala de colores.

Descripción:

1. Verde oscuro
2. Verde azulado
3. Verde grisáceo
4. Verde puro
5. Verde estándar

4.4.11. Número de corimbos/pella (NCP)

Variable que se evaluó tomando 12 pellas al azar de cada uno de los tratamientos y se contabilizó el número de corimbos para luego calcular el promedio por tratamiento.

4.4.10. Días a la cosecha (DC)

Esta variable se registró tomando en cuenta el tiempo transcurrido desde el trasplante hasta su madures comercial.

4.4.11. Número de pellas cosechadas (NPC)

Cuando el cultivo estuvo listo para cosecharse, se contó el número de pellas cosechadas en cada parcela neta.

4.4.12. Rendimiento (RH)

Para calcular el rendimiento en kg/ha se utilizó la siguiente fórmula matemática:

$$R = PCP \text{ Kg} \times \frac{10000m^2}{ANCm^2}$$

Donde:

- Rendimiento en Kg/ha. = R
 - Peso de campo por parcela en kg. = PCP
 - Área neta cosechada en m² = ANC
- (Monar, C. 2010).

4.5. MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN

4.5.1. Análisis físico químico del suelo

Un mes antes de realizar el trasplante de las plántulas, se extrajó 10 submuestras del suelo a una profundidad de 20 cm a 30 cm, utilizando el método de zigzag, consecutivamente se homogenizó las muestras, se pesó 1 kilogramo, posteriormente se envió las muestras al laboratorio de suelos “TotalChem”.

4.5.2. Preparación del suelo

Se efectuó días antes de realizar la siembra con la ayuda de maquinaria agrícola se procedió arar el terreno esto con la finalidad de facilitar la preparación del mismo, luego en forma manual con la ayuda de azadones se golpeó los terrones de tierra y se eliminó la maleza con el propósito de que el suelo quede bien mullido y listo para el trasplante.

4.5.3. Distribución de las unidades experimentales

La distribución se realizó según el croquis del DBCA en arreglo factorial establecido para este experimento: 4 repeticiones, 6 tratamientos dando como total 24 unidades experimentales, las mismas que tenían un área de 7,84 m².

4.5.4. Desinfección del suelo

Para desinfectar el suelo se aplicó 70 kg de cal agrícola, esparciéndola sobre la superficie del suelo al momento de realizar la preparación, con la finalidad de eliminar agentes patógenos indeseables.

4.5.5. Trasplante

Las plantas utilizadas fueron de la variedad Avenger, se utilizó esta variedad por las características que presenta su producto por lo que es apetecido por el consumidor, se obtuvieron del vivero Israel en la Ciudad de Ambato. Cuando las plántulas en estudio presentaron dos hojas verdaderas se procedió a realizar el trasplante en el sitio definitivo. La distancia para la siembra fue de surcos de 0.70 y entre plantas 0.40 m. El trasplante se realizó abriendo un hoyo en la parte media del surco, colocando las plantas de manera que su base esté lo más cerca posible de la parte inferior del surco. Después del trasplante se aplicó un riego fino para reducir el estrés de la plántula.

4.5.6. Fertilización química

La fertilización química se aplicó, a los 25 – 60 días con las dosis establecidas y como fuentes se utilizó: Urea 46%, superfosfato triple 46% y muriato de potasio 60%. La fertilización fue fraccionada dividiendo las aplicaciones en dos etapas.

La primera aplicación se realizó a los 25 días después del trasplante de urea 4 gramos por planta, superfosfato triple 1,4 gramos por planta y muriato de potasio 1,2 gramos por planta y el restante a los 60 días. Los fertilizantes se aplicaron en cobertera con suelo húmedo en capacidad de campo.

4.5.7. Abonadura orgánica

La Ecoabonaza fue aplicada a los 25 días después del trasplante al 100% con una dosis de 527 gr/planta, luego se cubrió con dos puñados de tierra con el fin de evitar que la planta tenga contacto directo con el abono.

El humus fue aplicado a los 25 días después del trasplante al 100% con una dosis de 350 gr/planta, luego se cubrió con dos puñados de tierra con el fin de evitar que la planta tenga contacto directo con el abono.

4.5.8. Aporque

Esta actividad se realizó manualmente para evitar el exceso de humedad y proporcionar aireación necesaria al suelo para un buen desarrollo de las raíces. El aporque se realizó con azadones a los 30 días, transcurridos a partir del trasplante.

4.5.9. Control de Malezas

El control de malezas se realizó de forma manual utilizando azadillas, un rastrillo, esto con la finalidad de retirar de las parcelas las malezas a los 30, 45, 60 días posteriores al trasplante. El control de malezas en caminos se realizó hasta los 75 días después del trasplante.

4.5.10. Riego

Se realizó a los 15 días después del trasplante con la ayuda de regaderas, a partir de los 25 días se procedió a realizar riego por surcos cada siete días hasta el momento en que se formaron las pellas.

4.5.11. Controles fitosanitarios

Para el control del Trozador (*Agrotis sp*) se aplicó (Clorpirifos + Cipermetrina) una dosis de 8 litros por cada parcela, la aplicación se realizó con una bomba de mochila.

Para el control de la enfermedad Podredumbre blanda (*Corynebacterium sp*) se aplicó sulfato de cobre en dosis 8 gramos por cada 8 litros de agua en cada parcela, la aplicación se realizó con una bomba de mochila.

4.5.12. Cosecha

Se realizó de forma manual con un cuchillo. Cuando la pella presentó las condiciones de madurez comercial es decir las flores cerradas sin considerar su tamaño, de acuerdo a los requerimientos de mercado.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Variables agronómicas

Cuadro No.8. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar promedios de los tratamientos en las variables: Porcentaje de prendimiento (PP), Altura de planta (AP), Número de hojas por planta (NHP), Longitud de limbo (LL), Ancho de hoja (AH), Diámetro de tallo (DT), Días a la formación de la pella (DFP), Diámetro de la pella (DP), Peso de la pella (PP), Número de corimbos por pella (NCP), Días a la cosecha (DC), Número de pellas cosechadas (NPC), Rendimiento (RH). Ambato 2022.

Variables	Tratamientos						MG	CV%
	T1	T2	T3	T4	T5	T6		
PP (NS)	37,25 A	39,75 A	37,74 A	39,50 A	39 A	39,25 A	38,75	3,3
AP (**)	28,65 A	26,38 AB	24,13 ABC	21,38 C	23,20 BC	27,85 A	25,26	7,96
NHP (*)	19 AB	21 A	19 AB	17 B	19 AB	20 A	19	6,78
LL (*)	39,60 A	29,25 B	32,10 B	30,40 B	32,15 B	30,70 B	32,37	6,61
AH (**)	21,13 A	17,63 BC	19,55 AB	15,63 C	16,38 BC	16,85 BC	17,86	8,32
DT (NS)	1,88 A	1,90 A	1,88 A	1,93 A	1,85 A	1,80 A	1,87	16,18
DFP(NS)	80 A	80 A	81 A	80 A	80 A	80 A	80	1,22
DP (NS)	18,30 A	16,10 A	16,05 A	14,68 A	14,73 A	16,30 A	16,03	12,86
PP (*)	897,87 A	590,25 AB	721,60 AB	438,25 B	495,60 AB	647,95 AB	631,92	30,62
NCP (*)	13 AB	14 A	13 AB	13 AB	13 AB	12 B	13	3,34
DC (NS)	91 A	91 A	91 A	91 A	91 A	91 A	91	0
NPC(NS)	35 A	37 A	35 A	38 A	37 A	37 A	36	5,29
RH (*)	114525A	75312 AB	92041 AB	55899 B	63214 AB	82647 AB	80606	10,61

NS = No significativo

* = Significativo al 5%

**= Altamente significativo

Tratamientos (Fertilización química y Abonadura orgánica)

La respuesta agronómica de la comparación productiva del cultivo de brócoli con fertilización química y abonadura orgánica fue muy diferente (**) en cuanto a las variables: Altura de planta (AP) y Ancho de hoja (AH). Mientras que para las variables: Número de hojas por planta (NHP), Longitud de limbo (LL), Peso de la pella (PP), Número de corimbos por pella (NCP) y Rendimiento (RH) fue diferente (*) (Cuadro No.1).

Sin embargo las variables: Porcentaje de prendimiento (PP), Diámetro de tallo (DT), Días a la formación de la pella (DFP), Diámetro de la pella (DP), Días a la cosecha (DC) y Número de pellas cosechadas (NPC) fueron similares (NS) (Cuadro No.1).

Para el PP se calculó una media general de 38,75 % y un valor de coeficiente de variación de 3,3 % (Cuadro No.1). Esta respuesta es porque en esta etapa del cultivo, las plántulas para su prendimiento no dependen de fertilización aplicada; sino más bien de las condiciones de humedad, temperatura, radiación solar, calidad y sanidad de las plántulas.

El DT registró una media general de 1.87 cm y un valor de coeficiente de variación de 16,18 % (Cuadro No.1). El DT es una característica varietal que depende de la variedad y las condiciones edafoclimáticas.

DFP registró una media general de 80 días y un valor de coeficiente de variación de 1,22 % Cuadro No.1). Teniendo en cuenta que este componente depende de su interacción genotipo ambiente, así como la temperatura y la disponibilidad de agua.

Para el NPC se calculó una media general de pellas y un valor de coeficiente de variación de 5,29 % (Cuadro No.1). El componente agronómico NPC está relacionado directamente con el porcentaje de prendimiento.

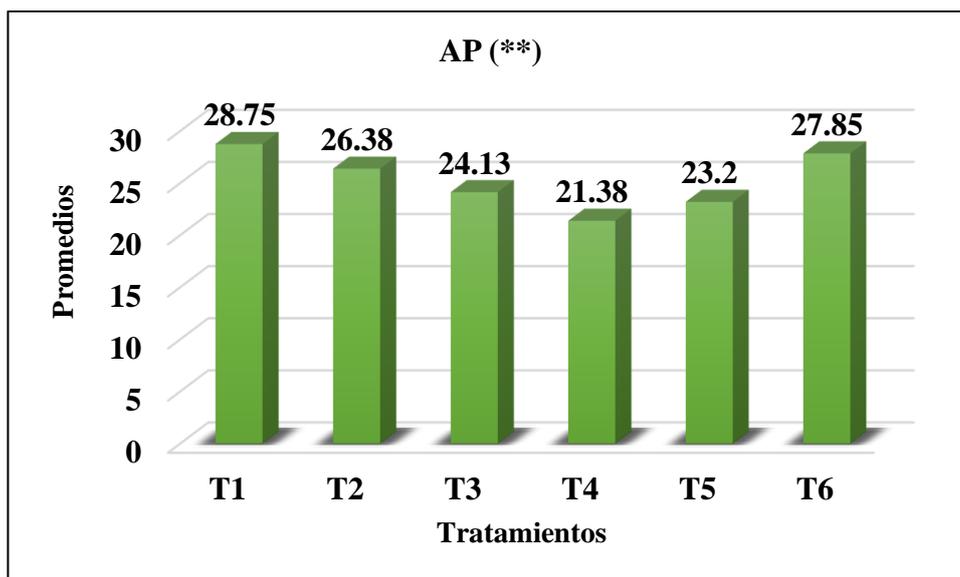


Gráfico No. 1. Resultados promedios de la comparación productiva del cultivo de brócoli en respuesta a la fertilización química y abonadura orgánica en la variable Altura de planta. Ambato 2022.

La respuesta agronómica de los tratamientos en cuanto a la variable Altura de planta fue muy diferente (**), registrando una media general de 25,26 cm y un valor del coeficiente de variación de 7,96 % (Cuadro No. 1).

Con la prueba de Tukey al 5 % se determinó que el mayor promedio de altura de planta, registró el tratamiento T1 (Eco Abonaza) con 28,75 cm mientras que el menor promedio correspondió al T4 (Superfosfato triple) con 21,38 cm (Gráfico No. 1). El ciclo de cultivo es una característica varietal y tiene una relación directa con la altitud, temperatura, calor, cantidad y calidad de luz solar, humedad, sanidad y nutrición del cultivo.

Además (Alvarado, 2019) menciona que la Eco Abonaza es un abono orgánico compostado que proviene de la descomposición de distintos residuos vegetales y animales de la granjas certificadas, tiene un alto contenido de materia orgánica y nutrientes para el suelo, lo que permite mejorar la estructura de los mismos y provee de elementos nutricionales para el desarrollo adecuado de los cultivos.

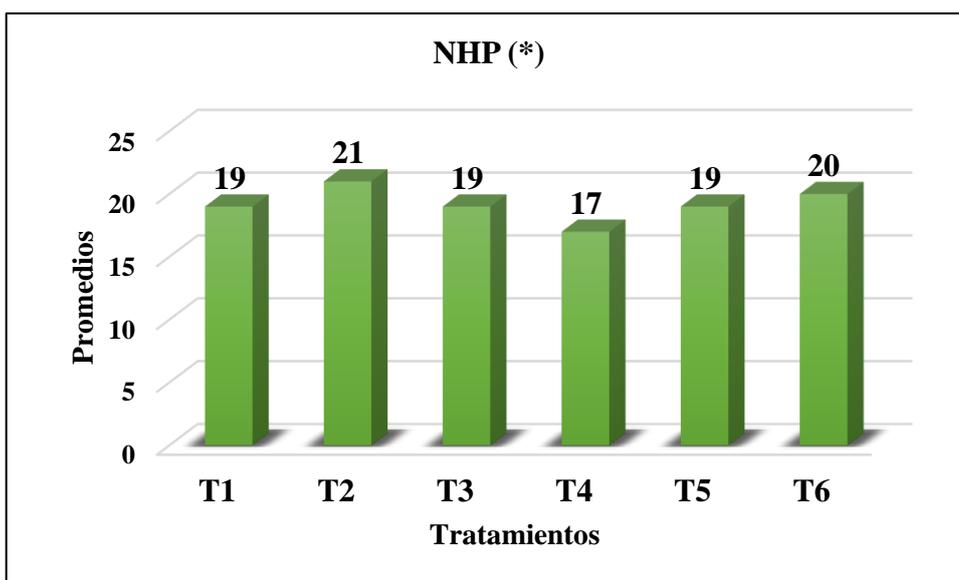


Gráfico No. 2. Resultados promedios de la comparación productiva del cultivo de brócoli en respuesta a la fertilización química y abonadura orgánica en la variable Número de hojas por planta. Ambato 2022.

El componente agronómico, Número de hojas por planta registró una media general de 19 hojas y un coeficiente de variación de 6,78 % y fue estadísticamente diferente (*) (Cuadro No. 1).

Con la prueba de Tukey al 5 % se determinó que el mayor promedio de hojas por planta, obtuvo el tratamiento: T2 (Humus) con 21 hojas, seguido de los tratamientos: T6 (Sin fertilizante) con 20 hojas, T1 (Eco Abonaza), T3 (Urea) y T5 (Muriato de potasio) con 19 hojas. Sin embargo, el menor promedio correspondió al T4 (Superfosfato triple) con 17 hojas (Gráfico No. 1). El componente agronómico número de hojas es una característica varietal que varía de acuerdo a las condiciones ambientales y el manejo agronómico.

Además, se puede deducir que las diferentes fuentes nutricionales utilizadas en esta investigación al ser asimilados por las plantas cumplen diferentes funciones en las mismas. Sin embargo (Garro, 2016) indica que el abono orgánico humus al ser un abono orgánico rico en nutrientes como nitrógeno, fósforo, potasio y magnesio favorece el crecimiento de las plantas, ayuda a mejorar la estructura del suelo, permite retener los nutrientes, favorecen la fijación de carbono en el sustrato y benefician la capacidad del cultivo para absorber agua.

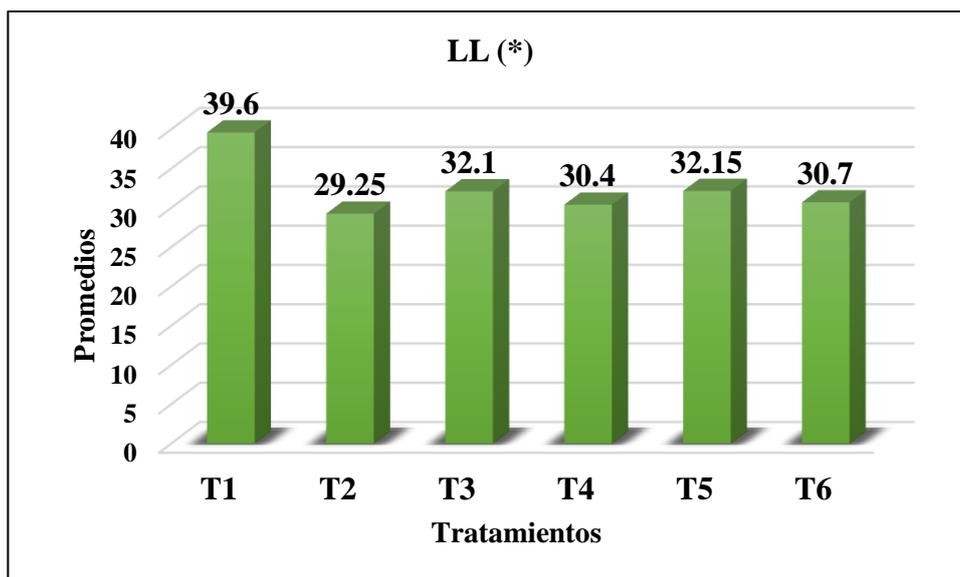


Gráfico No. 3. Resultados promedios de la comparación productiva del cultivo de brócoli en respuesta a la fertilización química y abonadura orgánica en la variable Longitud de limbo. Ambato 2022.

La respuesta agronómica de los tratamientos en cuanto a la variable Longitud de limbo registró una media general de 32,37 cm y un valor de coeficiente de variación de 6,61 % y fue estadísticamente diferente (*) (Cuadro No. 1).

Con la prueba de Tukey al 5 % se determinó que el mayor promedio de longitud de limbo registró el tratamiento T1 (Eco Abonaza) con 39,6 cm mientras que el menor promedio correspondió al T2 (Humus) con 29,25, cm (Gráfico No. 1).

Estos resultados permiten deducir que Eco Abonaza es el fertilizante que influye en el desarrollo de las hojas de manera favorable, comprobando lo manifestado por (PRONACA, 2000) que la Eco Abonaza es un abono ecológico que se proviene de la pollinaza, su composición nutricional provee al suelo de macro y micro elementos básicos para el desarrollo adecuado de los cultivos, mejora la estructura del suelo, disminuye la cohesión de los suelos arcillosos y favorece la movilización de P, K, Ca, Mg, S y elementos menores.

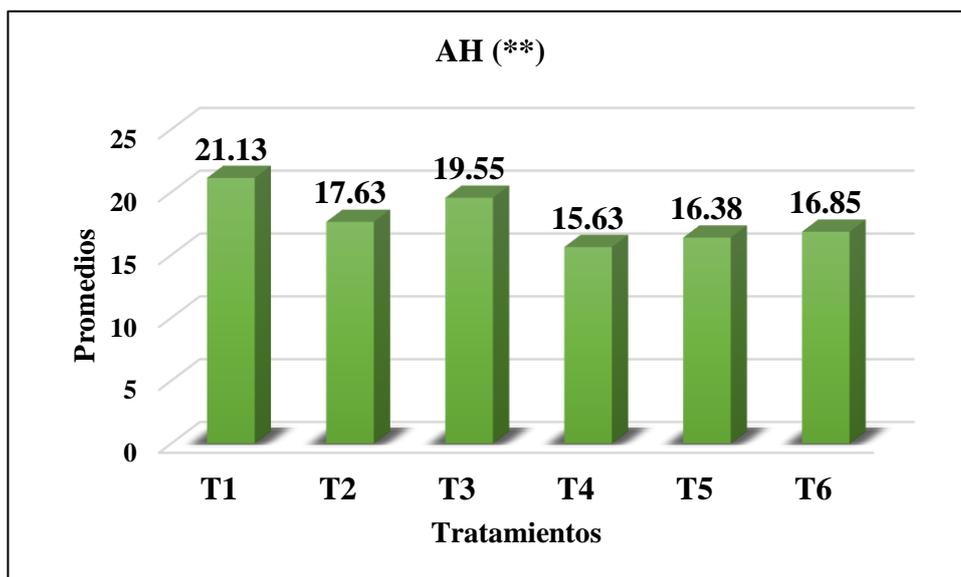


Gráfico No. 4. Resultados promedios de la comparación productiva del cultivo de brócoli en respuesta a la fertilización química y abonadura orgánica en la variable Ancho de hoja. Ambato 2022.

La respuesta agronómica en cuanto a la variable Ancho de hoja, fue muy diferente (**) registró una media general de 17,76 cm y un coeficiente de variación de 8,32 % (Cuadro No. 1).

Con la prueba de Tukey al 5 % se determinó que el mayor promedio de anchura de hoja, registró el tratamiento: T1 (Eco Abonaza) con 21,13 cm. Sin embargo, el menor promedio correspondió al T4 (Superfosfato triple) con 15,63 cm (Gráfico No. 1).

Esta variable ancho de hoja es una característica varietal que depende de la interacción genotipo ambiente como: La temperatura, humedad, densidad de siembra; nutrición, sanidad de plantas y sobre todo el manejo agronómico. Sin embargo, en esta investigación el abono Eco Abonaza influyo en el desarrollo adecuado de las plantas debido a la alta presencia de nitrógeno (PRONACA, 2000).

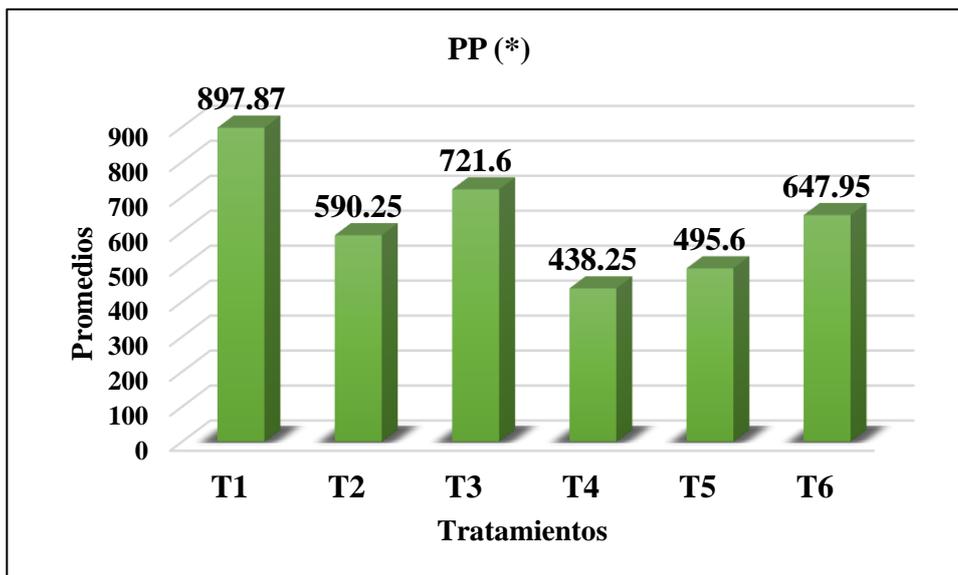


Gráfico No. 5. Resultados promedios de la comparación productiva del cultivo de brócoli en respuesta a la fertilización química y abonadura orgánica en la variable Peso de la pella. Ambato 2022.

La respuesta agronómica de los tratamientos en cuanto a la variable Peso de la pella registró una media general de 631,92 g/parcela y un valor de coeficiente de variación de 30,62 % y fue estadísticamente diferente (*) (Cuadro No. 1).

La prueba de Tukey al 5 % determinó que el mayor promedio del peso de la pella registró el tratamiento T1 (Eco Abonaza) con 897,87 g/parcela mientras que el menor promedio correspondió al T4 (Superfosfato triple) con 438,25 g/parcela (Gráfico No. 1). El peso de la pella es una característica varietal influenciada por la topografía del suelo, sanidad, asimilación de los nutrientes, índice de área foliar y sobre todo compactación de pella.

Además, estos resultados permiten corroborar lo mencionado por (PRONACA, 2000) que Eco Abonaza al ser un abono con micro y macro nutrientes mejoran la calidad de las cosechas debido a que todos los nutrientes están totalmente disponibles y asimilables. Su micro y sus macronutrientes proporcionan a las plantas una nutrición completa y equilibrada.

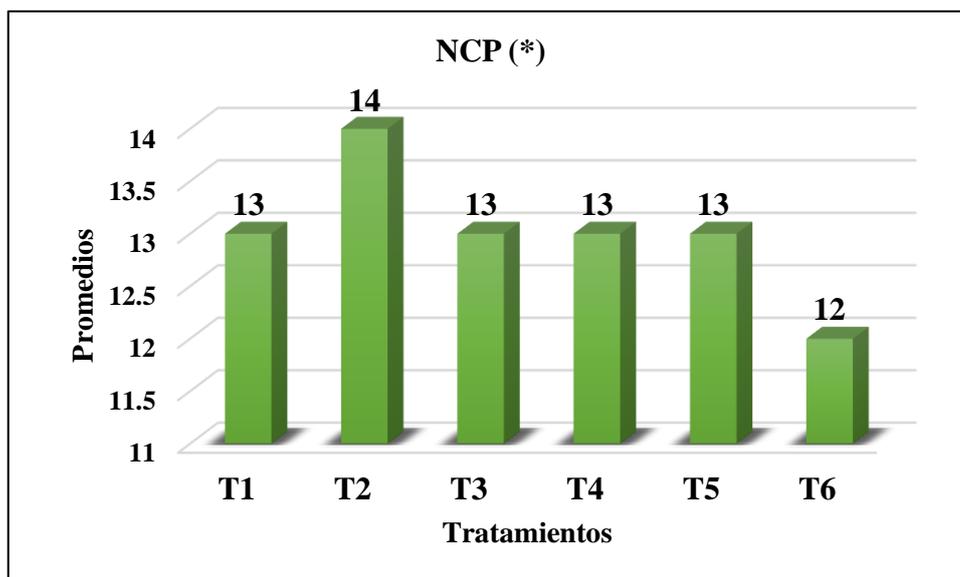


Gráfico No. 6. Resultados promedios de la comparación productiva del cultivo de brócoli en respuesta a la fertilización química y abonadura orgánica en la variable Número de corimbos por pella. Ambato 2022.

El componente agronómico, Número de corimbos por pella registró una media general de 13 corimbos y un coeficiente de variación de 5,29 % y fue estadísticamente diferente (*) (Cuadro No. 1).

Con la prueba de Tukey al 5 % se determinó que el mayor promedio de corimbos por pella registró el tratamiento: T2 (Humus) con 14 corimbos, seguido de los tratamientos: T1 (Eco Abonaza), T3 (Urea), T4 (Superfosfato triple) y T5 (Muriato de potasio) con 13 corimbos por pella. Sin embargo, el menor promedio correspondió al T6 (Sin fertilizante) con 12 corimbos por pella (Gráfico No. 1). El componente agronómico Número de corimbos por pella es una característica varietal que depende de la interacción genotipo ambiente, siendo precisos la altitud, cantidad y buena distribución de la precipitación, rango de temperatura, calor especialmente en la etapa de floración, sanidad, nutrición, densidades de siembra y manejo del cultivo.

Además, se puede deducir que el abono orgánico Eco Abonaza aumenta la capacidad de intercambio catiónico del suelo, ayuda a mejorar las propiedades químicas del suelo, de esta forma evita la pérdida de Nitrógeno lo que favorece a la asimilación de nutrientes por parte de las plantas (Lopez, 2021).

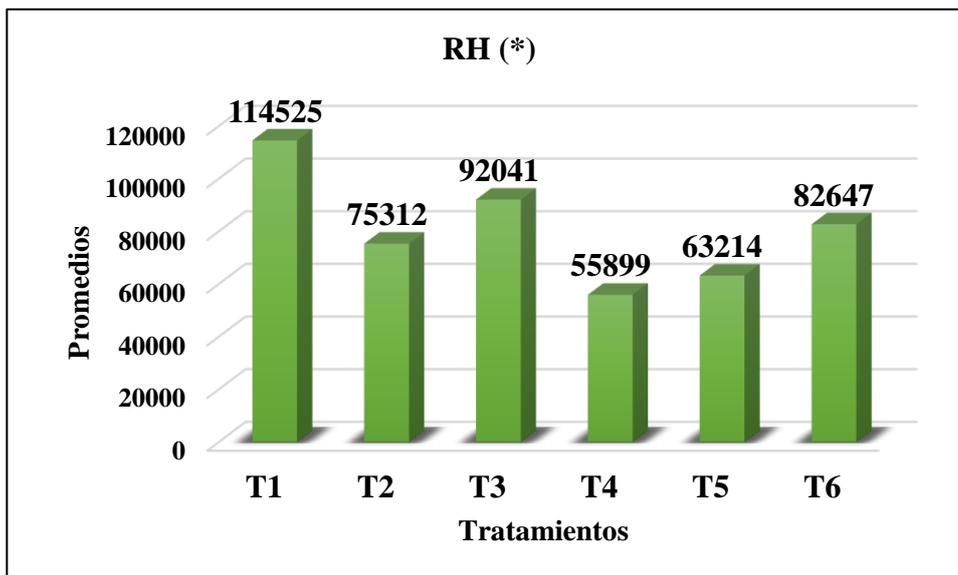


Gráfico No. 7. Resultados promedios de la comparación productiva del cultivo de brócoli en respuesta a la fertilización química y abonadura orgánica en la variable Rendimiento. Ambato 2022.

La respuesta agronómica de los tratamientos en cuanto a la variable Rendimiento registró una media general de 80606 kg/ha y un valor de coeficiente de variación de 10,61 % y fue estadísticamente diferente (*) (Cuadro No. 1).

Con la prueba de Tukey al 5 % se determinó que el mayor promedio de rendimiento registró correspondió al tratamiento T1 (Eco Abonaza) con 114525 kg/ha mientras que el menor promedio correspondió al T4 (Superfosfato triple) con 55899 kg/ha (Gráfico No. 1). Los resultados que presento esta variable dependen del manejo agronómico, tecnológico y las condiciones ambientales como son las temperaturas óptimas, humedad relativa y una adecuada disponibilidad de agua lo cual permitió que se mineralice la materia orgánica disponiendo de nutrientes de fácil asimilación para las plantas.

Se dice que los abonos orgánicos tienen la peculiaridad para liberar nutrientes en forma gradual, por lo tanto, se garantiza un cierto suministro de nutrientes para el cultivo durante su desarrollo. También poseen mayor capacidad de intercambio catiónico (CIC) que las arcillas, por lo que la aplicación de abonos orgánicos tiene la capacidad de incrementar la CIC, además conceden al suelo una mejor capacidad productiva y conservación de su fertilidad. (Intiagri, 2020)

5.2. Descriptores morfológicos

Cuadro No.9. Resultados de la caracterización morfológica en el cultivo de brócoli: Color de la pella (CP). Ambato 2022.

Tratamientos	Descriptor				
	Verde oscuro	Verde azulado	Verde grisáceo	Verde puro	Verde estándar
T1		X			
T2		X			
T3		X			
T4		X			
T5		X			
T6		X			

La respuesta agronómica de la caracterización cualitativa del cultivo de brócoli en cuanto a la variable Color de la pella fue similar, verde azulado para cada uno de los tratamientos (Cuadro No.2.).

La variable CP es una característica varietal que depende de la interacción genotipo ambiente. Sin embargo (Bravo, 2019) menciona que el color de los corimbos presenta distintas tonalidades de verde, dependiendo de la variedad a cultivar.

El color, es un factor que puede determinar la frescura y uniformidad del grano, tanto en intensidad como en uniformidad en el cultivo de brócoli es un aspecto externo más fácilmente evaluado por el consumidor, la maduración inicialmente mejora y ablanda la textura de la inflorescencia, por lo que está involucrado en los cambios en el sabor y color, permite que alcance la máxima calidad comestible. A medida que este proceso continúa, se da la sobre maduración, lo que lleva en última instancia a la desorganización de los tejidos y descomposición del producto (Castelo, 2016).

5.3.Coeficiente de variación (CV%)

En esta investigación se registró un coeficiente de variación inferior al 20 % en las variables: Porcentaje de prendimiento (PP), Altura de planta (AP), Número de hojas por planta (NHP), Longitud de Limbo (LL), Ancho de hoja (AH), Diámetro de tallo (DT), Días a la formación de la pella (DFP), Diámetro de la pella (DP), Número de corimbos por pella (NCP), Días a la cosecha (DC), Número de pellas cosechadas (NPC) y Rendimiento (RH), lo cual es un indicador de confiabilidad de los resultados, por lo tanto las inferencias, conclusiones y recomendaciones que se hagan para esta zona agroecológica, son aceptables.

Mientras que para la variable: Peso de la pella (PP), se registró un coeficiente de variación superior al 20 %, debido a que los valores registrados en la muestra de esta variable fueron muy dispersos.

5.4. Análisis económico del presupuesto parcial y la tasa marginal de retorno

Cuadro No.10. Costo de producción de brócoli en Ambato 2022.

Concepto	Tratamientos					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Rendimiento promedio kg/ha	114525	75312	92041	55899	63214	82647
Ingreso bruto						
Costos Variables por tratamiento	3435,75	2259,36	2761,23	1676,97	1896,42	2479,41
Arriendo del terreno	400	400	400	400	400	400
Análisis de suelo	35	35	35	35	35	35
1. Preparación del suelo						
Herbicida Glifosato	15	15	15	15	15	15
Aplicación del glifosad (2 jornales)	24	24	24	24	24	24
Arada y rastra	150	150	150	150	150	150
Delimitación y surcado (10 jornales)	100	100	100	100	100	100
Desinfección del suelo (Cal)	102	102	102	102	102	102
2. Siembra						
Plantulas	317,4	317,4	317,4	317,4	317,4	317,4
Jornales (10 jornales)	100	100	100	100	100	100
3.Fertilizacion						
Eco Abonaza (1 aplicación)	140	0	0	0	0	0
Humus (1 aplicación)	0	170	0	0	0	0
Urea (2 aplicaciones)	0	0	337,5	0	0	0
Superfosfato triple (2 aplicaciones)	0	0	0	168,75	0	0
Muriato de potasio (2 aplicaciones)	0	0	0	0	125	0
Jornales (10 jornales)	100	100	100	100	100	0
4. Labores culturales						
Control de malezas (10 jornales 3 veces)	300	300	300	300	300	300
Control de plagas (1 aplicación)	31	31	31	31	31	31
Control de enfermedades (1 aplicación)	32	32	32	32	32	32
Aporque (10 jornales)	100	100	100	100	100	100
5. Cosecha						
Jornales (15 jornales)	150	150	150	150	150	150
Gavetas	30	30	30	30	30	30
5. Postcosecha						
Jornales (15 jornales)	150	150	150	150	150	150
Total costos que varían	2276,4	2306,4	2473,9	2305,15	2261,4	2036,4
Total beneficios neto	1159,35	-47,04	287,33	-628,18	-364,98	443,01

Para realizar este análisis se tomó en cuenta únicamente los costos que varían de acuerdo a cada tratamiento, así tenemos principalmente los fertilizantes químicos, abonadura orgánica, mano de obra, controles fitosanitarios y gavetas utilizadas para su transporte y comercialización.

El precio promedio de venta del brócoli fue de 0.03 ctvs./Kg. En función de los costos que varían por cada tratamiento, el Beneficio Neto más alto registrado corresponde al T1 (Eco Abonaza) obteniendo un beneficio neto de \$1159. 35 kg/ha.

Cuadro No.11. Cálculo de la Tasa Marginal de Retorno

Tratamientos	Costos que varían /Tratamiento \$/Ha	Total, beneficios netos	TMR %
T1	2276,4	1159,35	1,51
T2	2306,4	-47,04	0,98
T3	2473,9	287,33	1,12
T4	2305,15	-628,18	0,73
T5	2261,4	-364,98	0,84
T6	2036,4	443,01	1,22

La Tasa Marginal de Retorno (TRM), se calculó con la fórmula:

$$\text{TMR} = \frac{\Delta \text{BN}}{\Delta \text{CV}} \times 100 \text{ Donde:}$$

BN=Incremento en el beneficio neto (\$/ha.).

CV =Incremento en los costos que varían (\$/ha.).

100 = Porcentaje (Perrin, 2002)

Con el cálculo de la TMR, el tratamiento con el valor más alto fue el T1 (Eco Abonaza) con 1,51% es decir que el productor por cada unidad de dólar invertida, recuperará la unidad invertida y tendrá una ganancia de \$ 0,51 USD.

VI. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS

De acuerdo con los resultados agronómicos, estadísticos y económicos obtenidos en este proyecto de investigación, se acepta la hipótesis alterna la misma que indica que las características agronómicas y productivas del cultivo de brócoli dependió de los fertilizantes químicos y abonadura orgánica y su interacción genotipo-ambiente.

VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. Conclusiones

Una vez realizado los diferentes análisis estadísticos de los componentes agronómicos, se sintetizan las siguientes conclusiones:

- La respuesta agronómica de la comparación productiva del cultivo de brócoli fue diferente en cada uno de los tratamientos y componentes agronómicos evaluados.
- El mejor rendimiento promedio se obtuvo en el tratamiento T1 (Eco Abonaza) con 114525 kg/ha. Debido a que el Eco Abonaza es un abono compostado, con alto contenido de materia orgánica y nutrientes para el suelo, el cual por su alto contenido mejora la estructura de los mismos y provee de elementos nutricionales para el desarrollo apropiado de los cultivos.
- El tratamiento que generó mayor ingreso económico fue: T1 (Eco Abonaza) con un valor de \$1159,35 kg/ha.
- La Tasa Marginal de Retorno, demostró que el T1 (Eco Abonaza), presentó el valor más alto que equivale al 1,51%, con lo que se puede determinar que el productor por cada unidad de dólar invertida, recuperará y tendrá una ganancia de \$0,51 USD, no sin antes mencionar que estos resultados son preliminares y se deberán corroborar en futuras investigaciones.
- Finalmente, esta investigación demostró que el cultivo de brócoli se adaptó en esta zona agroecológica, lo que permite incrementar con mayor seguridad la eficiencia de los sistemas de producción locales, contribuyendo a mejorar la economía de la zona.

7.2.Recomendaciones

En base a los resultados obtenidos se sintetizan las siguientes recomendaciones:

- Cultivar brócoli con el abono Eco Abonaza es recomendable para obtener excelentes cosechas, debido a los resultados obtenidos en esta investigación.
- Es de vital importancia realizar un análisis físico, químico del suelo antes de realizar un cultivo de brócoli para determinar su composición química y así suministrar lo que necesita de acuerdo a las recomendaciones y exigencias del cultivo
- Impulsar a través de la transferencia de tecnologías a: estudiantes, docentes, productores y organizaciones el uso de abonos orgánicos especialmente el Eco Abonaza que por su eficiencia, mejora las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo, considerándose como una alternativa principal en el mejoramiento de nuestros suelos a mediano y largo plazo, aportando productos de gran valor nutricional y contribuyendo con el manejo de productos saludables, salvando el medio ambiente y al consumidor de toxicidad.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, B. (2021). El exceso de nitrógeno en las plantas .Obtenido de <https://www.ecologiaverde.com/funcion/del/nitrogeno/en/las/plantas/y/su/importancia2704.html>.ABC Bienestar. (2019). Brocoli. Obtenido de <https://www.abc.es/bienestar/alimentacion/abci-brocoli201909261054noticia.html?ref=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F>
- Acosta, B. (2021). El exceso de nitrógeno en las plantas.Obtenido de <https://www.ecologiaverde.com/funcion/del/nitrogeno/en/las/plantas/y/su/importancia2704.html>.
- Acosta, J., Martínez, B., Cerdá, A., Fernández, B., & Nuñez, E. (2018). Alimento de la región de Murcia: Brócoli. -Santander: Universidad de Murcia .
- Admin. (2022). Libros y Manuales de Agronomía. Obtenido de 5 Formas de desinfectar el suelo para el huerto.Pdf Gratis: <https://www.librosymanualesdeagronomia.com/author/willian/>
- Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro - Agrocalidad. (2015). Guía de buenas prácticas agrícolas para hortalizas y verduras .
- AGQ Labs. (2017). Análisis de suelos agrícolas y porqué hacerlos. Obtenido de <http://www.agq.com.es/article/es/analisis-suelos-agricolas-porque-hacerlos>.
- AGQ Labs. (2017). La importancia del análisis de suelos agrícolas. Obtenido de <https://agqlabs.co/2017/02/03/laimportanciadelanalisisissuelosagricolas/#:~:text=El%20an%C3%A1lisis%20de%20suelos%20agr%C3%ADcolas%20es%20una%20t%C3%A9cnica%20compleja%20que,mide%20su%20disponibilidad%20para%20la>.
- AGQLabs. (2018). El papel del molibdeno en la horticultura. Obtenido de <http://www.agq.com.es/doc/es/papel-del-molibdeno-horticultura>
- Alvarado, G. (2019). Tribbox agrícolas. Obtenido de <https://www.fertibox.net/single-post/fosforo-agricultura>

- Álvaro, G. (2019). El potasio y su importancia en el crecimiento vegetal. Obtenido de Fertibox Analisis Agricola: <https://www.fertibox.net/single post/potasio agricultura>
- Andrade. (2021). Universidad Nacional de Chimborazo. Obtenido de análisis de sistemas de almacenamiento para brócoli (*Brassica oleraceae*) y apio (*Apium graveolens*) en centros de distribución del cantón Ambato: <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/7906/1/TESIS%20FINAL%20Juan%20Carlos%20Andrade.pdf>
- Arango. (2017). Corporación Universitaria Lasallista. Obtenido de Abonos orgánicos como alternativa para la conservación y mejoramiento de los suelos: <http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/2036/1/Abonos organicos alternativa conservacion mejoramiento suelo.pdf>
- Arango, M. (2017). Repositorio de la Corporación Universitaria Lasallista. Obtenido de Abonos orgánicos como alternativa para la conservación y mejoramiento de los suelos: <http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/2036/1/Abonos orgánicos alternativa conservación mejoramiento suelo.pdf>
- Arcos, J. (2016). El agro Autentico. Obtenido de Los beneficios del humus de lombriz en la agricultura: <https://agroautentico.com/2016/04/humus lombriz abono agricultura/>
- ARG-AgroSemillaria. (2021). Obtenido de <https://www.arg agro.com.ar/product info.php/brocoli avenger para fresco industria productivo p 781>.
- Axayacatl, O. (2022). Blog agricultura. Obtenido de Estadísticas mundiales de producción de brócoli: <https://blogagricultura.com/estadisticasbrocoliproduccion/>
- Batidas, M. (2015). Repositorio de la universidad de guayaquil. Obtenido de “Importancia de la producción y exportación de brócoli de la provincia de cotopaxi: estrategias de comercialización hacia los mercados no tradicion

ales años 2010 & 2014”: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/8779/1/%C3%89%20br%C3%B2coli.pdf>

Bayer. (2018). Vegetables España. Obtenido de Origen y Usos del Brocoli: <https://www.vegetables.bayer.com/es/es-es/recursos/noticias/origen-y-usos-del-brocoli2.html#:~:text=El%20br%C3%B3coli%20es%20originario%20de,encuentran%20Grecia%2C%20Turqu%C3%ADa%20o%20Siria.>

Bellido, A. (2021). Sembrar100. Obtenido de <https://www.sembrar100.com/azufre>.

Biocnologia en la agricultura. (2019). Obtenido de <http://sipan.inta.gov.ar/productos/ssd/vc/comarca/ap/brocoli-produccion.htm>

Bravo, R. (2019). Repositorio de la universidad nacional de san agustín de arequipa. Obtenido de rendimiento de cuatro híbridos de brócoli (*Brassica oleracea L. Italica*): <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/10734/AGsobrr.pdf?sequence1&isAllowed=y>

Buechel, T. (2021). Promix. Obtenido de Rol del calcio en el cultivo de plantas: <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/rol-del-calcio-en-el-cultivo-de-plantas/>

Castelo, J. (2016). Cultivo de brócoli. Buenos Aires: Agroindustria.

Castillo, M. (2015). Importancia de la producción y exportación de brócoli de la provincia del Cotopaxi: estrategias de comercialización hacia los mercados no tradicionales años 2010 & 2014. Guayaquil: Universidad de Guayaquil.

Castro, H. (2015). Universidad Técnica de Babahoyo. Obtenido de Respuesta a la aplicación de abonos orgánicos en el cultivo de Amarantho (*Amaranthus caudatus L.*) variedad Iniap alegría en el cantón Cotacachi, provincia de Imbabura: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/1000/T-UTB-FACIAG-AGR-000196.pdf?sequence&1>

- Chen, J. (2022). Rol del potasio en el cultivo de plantas. Obtenido de Promix: <https://www.pthorticulture.com/es/centro de formacion/rol del potasio en el cultivo de plantas/>
- Cherlinka, V. (2023). Deficiencia De Nutrientes En Las Plantas: Cómo Tratarla. Obtenido de <https://eos.com/es/blog/deficiencia de nutrientes en las plantas/>
- Corrales, P. (2017). Repositorio de la Universidad Tecnica de Ambato . Obtenido de “Programación de riego para los híbridos domador y avenger de brócoli (*Brassica oleracea var. Itálica*).”: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25106/1/Tesis155%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20CD%20473.pdf>
- Deoecologia.info. (2020). Obtenido de <https://decoecologia.info/plantas/abonoorganico/>
- Department of Plant Science. (2021). Deficiencia de Fosforo. Obtenido de <https://plantscience.psu.edu/research/labs/roots/methods/metodologia de investigacion/observando los desordenes nutricionales de las plantas /deficiencia de fosforo>
- DFGRUPO. (2021). Magnesio, el macronutriente olvidado. Obtenido de <https://www.dfgrupo.com/magnesio-el-macronutriente-olvidado/>
- Diaz, S. (2019). AgroHuerto. Obtenido de Brócoli: Cultivo y Manejo del Brócoli en el huerto paso a paso: <https://www.agrohuerto.com/brocoli cultivo y manejo en el huerto/>
- EcoInventos. (2021). Beneficios y propiedades del Brócoli. Obtenido de <https://ecoinventos.com/beneficios y propiedades del brocoli/>
- ESPAC. (2020). Tabulados de la Encuesta de Superficie y Produccion Agropecuaria continua ESPAC 2020. Obtenido de C:\Users\Usuario\Downloads\Tabulados ESPAC 2020.xlsx

- Espinoza, G. (2020). Animales y Biología . Obtenido de Brócoli, (*Brassica oleracea var. Italica*), cultivo, beneficios y propiedades: <https://naturaleza.animalesbiologia.com/plantas/verduras/brocoli-brassica-oleracea-var-italica>
- Ferratto, J., & Cristina, M. (2008). Producción, consumo y comercialización de hortalizas en el mundo. *Agromensajes*, 14 & 16.
- GANO. (2020). Ventajas de los análisis de suelos. Obtenido de <https://ganosoftware.com/es/blog-soil.html>
- García, V. (2013). Universidad Técnica de Babahoyo. Obtenido de “Comportamiento agronómico del cultivo de la alfalfa (*Medicago sativa L.*) a la aplicación de tres tipos de abonadura orgánica en el cantón Pimampiro provincia de Imbabura”: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/4900/500/T-UTB-FACIAG-AGR-000085.pdf?sequence=6&isAllowed>.
- Gaspar. (2021). Universidad Nacional Agraria. Obtenido de “Rendimiento y calidad de brócoli (*Brassica oleracea var. Italica*) cv. Imperial empleando cuatro densidades de siembra en el valle Chillón”: <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/4993/gasparrios-aquilino-hector.pdf?sequence=1&isAllowed>
- Gaspar, H. (2021). Repositorio de la Universidad Nacional Agraria la Molina. Obtenido de “Rendimiento y calidad de brócoli (*Brassica oleracea var. Italica*) cv. Imperial empleando cuatro densidades de siembra en el valle chillón”: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/993/gasparrios-aquilino-hector.pdf?sequence=1&isAllowed>
- Gavilanes, E. (2017). Repositorio de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo . Obtenido de evaluación de la aclimatación y rendimiento de 8 cultivares de brócoli (*Brassica oleracea L. Itálica*), A campo abierto, en la comunidad la Josefina, cantón Guano, provincia de Chimborazo: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/7646/1/13T0847.pdf>

- Grupo Sacsa. (2016). Importancia del fósforo por las plantas. Obtenido de [https://www.gruposacsa.com.mx/importancia del fosforo por las plantas/](https://www.gruposacsa.com.mx/importancia-del-fosforo-por-las-plantas/)
- Grupolñesta. (2019). Obtenido de <https://www.grupoinesta.com/abononitrogenado/>
- Guanche, A. (2015). Las Lombrices y la agricultura. Obtenido de [https://www.agrocabildo.org/publica/Publicaciones/agec 562 lombrices%20y%20la%20a gricultura2.pdf](https://www.agrocabildo.org/publica/Publicaciones/agec-562-lombrices-20y-20la-20a-gricultura2.pdf)
- Guanoluisa, H. (2017). Repositorio de la Universidad Técnica de Cotopaxi. Obtenido de “Evaluación de tres abonos orgánicos en dos variedades de amaranto (*Amaranthus spp*) originarios de Vniissok & Rusia para la producción de semilla en el barrio patutanprovincia cotopaxi, 2015 & 2016”<http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/4226/1/UTCPC0000141.pdf>.
- Herogra. (2020). Fertilización del cultivo de brocoli. Obtenido de [https:// herografertilizantes.com/fertilizacion del cultivo de brocoli/](https://herografertilizantes.com/fertilizacion-del-cultivo-de-brocoli/)
- Huaman . (2018). Universidad nacional daniel alcides carrión. Obtenido de Adaptación y rendimiento de seis variedades de brócoli (*Brassica oleracea var. Italica*) en el distrito de Yanahuanca: [http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/2154/1/T02670907031 T.pdf](http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/2154/1/T02670907031T.pdf)
- Huaman, A. (2018). Repositorio de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Obtenido de Adaptación y rendimiento de seis variedades de brócoli (*Brassica oleracea var. italica*) en el distrito de Yanahuanca: <http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/2154/1/T02670907031T.pdf>
- Huanca, G. (2019). Repositorio de la Universidad Mayor de San Andrés. Obtenido de efecto de tres dosis de compost en el cultivo de brocoli (*Brassica oleracea*) en ambiente atemperado en el municipio de el alto: <https://repo>

sitorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/23170/T2689.pdf?sequence3
&isAllowed=y

Infante. (2018). Universidad Nacional Agraria. Obtenido de “Rendimiento y calidad de brócoli (*Brassica oleracea* var. **Itálica**) Imperial empleando cuatro densidades de siembra”: <https://core.ac.uk/download/185669065.pdf>

Infoagro. (2023). Obtenido de <https://mexico.infoagro.com/efecto-de-los-abonos-organicos-en-la-agriculturaecologica/#:~:text=Los%20abonos%20org%C3%A1nicos%20influyen%20favorablemente,hidr%C3%A1ulica%20y%20estabilidad%20de%20agregados>.

Intagri. (2017). Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/importancia-del-azufre-en-las-plantas>

Interempresas Media, S.L. (2023). Frutas & hortalizas. Obtenido de Brócoli, (*Brassica oleracea* var. *italica*) / Brassicaceae: <https://www.frutashortalizas.com/Hortalizas/Tipos-variedades-Brocoli.html>

Intragi. (2023). Funciones del Molibdeno en la Nutrición de los Cultivos. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/funciones-del-molibdeno-en-la-nutricion-de-los-cultivos>

Intrago. (2015). El magnesio en el suelo y su Efecto en las Raíces. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/suelos/el-magnesio-en-el-suelo-y-su-efecto-en-las-raices>

Lascano, M. (2022). Repositorio de la universidad técnica de Ambato. Obtenido de efecto de la aplicación de potasio en tres variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) en la parroquia Juan Benigno Vela y Pilahuin, provincia de Tungurahua, Ecuador: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/34518/1/Tesis300%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-%20Lascano%20Mu%C3%B1oz%20Mishel%20Katherine.pdf>

Lombrimadrid. (2021). Obtenido de <https://lombrimadrid.es/lombricultura/humus-de-lombriz-caracteristicas-beneficios/>

- Loor, L., & Proaño, V. (2022). Efectividad de la fertilización orgánica en el cultivo de la fertilización orgánica en el la zona de Santa Teresa-Charapotó. obtenido de Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López: <https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1871/1/TICA10D.pdf>
- Lopez. (2021). Rol del potasio en el cultivo de plantas. Obtenido de promix: <https://www.pthorticulture.com/es/centro de formacion/rol del potasio en el cultivo de plantas/>
- Lopez, J. (2021). Promix. Obtenido de Rol del potasio en el cultivo de plantas: <https://www.pthorticulture.com/es/centro de formacion/rol del potasio en el cultivo de plantas/>
- Lucero, M. (2017). Repositorio de la Universidad Mayor de San Andrés. Obtenido de Comportamiento agronómico del cultivo de canónigo (*Valerianella locusta*) bajo tres niveles de humus de lombriz en ambiente atemperado: <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/1539.5/T2484.pdf?sequence1&isAllowed=y>
- Luna, E. (2017). Repositorio de la Universidad Mayor de San Andrés. Obtenido de Evaluación de dos variedades de brócoli (*Brassica oleracea*) bajo tres densidades de plantación en ambiente a temperado en la estación experimental de cota-cota: <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/12871/T2379.pdf?sequence1&isAllowed=y>
- Maldonado, J. (2017). El sistema de producción del brócoli desde la perspectiva del campo social de Pierre Bourdieu. Scielo.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2021). Boletín situacional cultivo de brócoli. Obtenido de <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/legumbreshortalizas/brocoli>
- Ministerio de Comercio Exterior e Inversiones. (2018). Informe sector brocolero del Ecuador. Quito.

- Molina, A. (2015). Obtenido de <https://docplayer.es/93174398> Universidad de cuenca.html
- Molina, A. (2015). Obtenido de file:///C:/Users/Usuario/Downloads/TESIS.pdf
- Molina, A. (2015). Repositorio de la Universidad de Cuenca. Obtenido de “Rendimiento y calidad del cultivo del brócoli (*Brassica oleraceavar. Itálica*) manejado con abonos orgánicos.: <https://docplayer.es/93174398> Universidad de cuenca.html
- Molina, A. (2015). Repositorio de la universidad de cuenca. Obtenido de “Rendimiento y calidad del cultivo del brócoli (*Brassica oleraceavar. Itálica*) manejado con abonos orgánicos.”.
- Ortega, L., Sánchez, J., Díaz, R., & Ocampo, J. (2010). Efecto de diferentes sustratos en el crecimiento de plántulas de tomate. Ra Ximhai, 365&372.
- Otarola, S. (2018). Repositorio de la Universidad San Pedro. Obtenido de Evaluación de cinco cultivares de brócoli (*Brássica olerácea L. Itálica*), en condiciones del valle de Chancay Huaral 2015: <http://repositorio.usanpedro.edu.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/10422/Tesis58576.pdf?sequence1&isAllowedy>
- Pinilla, C. (2022). Análisis comparativo de humus de lombriz en criaderos de Eisenia foetida. Obtenido de Universidad de Concepción Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas: <http://repositorio.udec.cl/jspui/bitstream/11594/10313/1/Tesis%20Claudia%20Pinilla.pdf>
- PortalFruticola. (2017). Obtenido de <https://www.portalfruticola.com/noticias/2017/08/10/la-turba-el-abono-perfecto-para-las-plantas-usos-en-la-agricultura>.
- PROMIX . (2022). Rol del molibdeno en el cultivo de plantas. Obtenido de <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/rol-del-molibdeno-en-el-cultivo-de-plantas/>

- Promix. (2021). Rol del boro en el cultivo de plantas. Obtenido de [https://www.pthorticulture.com/es/centro de formacion/rol del boro en el cultivo de plantas/](https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/rol-del-boro-en-el-cultivo-de-plantas/)
- Ramirez; Catato. (2020). Universidad Tecnica de Cotopaxi. Obtenido de Evaluación del comportamiento agronómico del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea*) con dos abonos orgánicos orgánicos.: [http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/6924/1/UTC PIM 000265.pdf](http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/6924/1/UTC_PIM_000265.pdf)
- Revista Lideres. (2017). Lideres. El brócoli tiene mercado que aumenta en Europa.
- Rey, I. (2019). Las formas del naturales de nitrógeno. Obtenido de [https://www.tiloom.com/las formas del naturales de nitrogeno/](https://www.tiloom.com/las-formas-del-naturales-de-nitrogeno/)
- Robledo. (2022). Magnesio para las Plantas: [Uso, Ventajas, Exceso y Carencias]. Obtenido de <https://www.sembrar100.com/magnesio/>
- Rosero, A. (2015). Repositorio de la universidad politécnica estatal del carchi. Obtenido de Evaluación de la adaptabilidad de cuatro variedades de brócoli (*Brássica oleracea var. Itálica*) en el Centro Experimental San Francisco Cantón Huaca Carchi Ecuador: <http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/350/1/247%20Evaluaci%C3%B3n%20de%20la%20adaptabilidad%20de%20cuatro%20variedades%20de%20br%C3%B3coli%20%28Br%C3%A1ssica%20oleracea%20var.%20It%C3%A1lica%29%20en%20el%20Centro%20Experimental%20San%20Franci>
- Ruiz, F. (2016). Obtenido de <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/12346789/12980/1/FREDY%20RUIZ%20%28BIBLIOTECA%29.pdf>
- Ruiz, F. (2016). Obtenido de <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/12980/1/FREDY%20RUIZ%20%28BIBLIOTECA%29.pdf>
- Sakata. (2020). Comunicação sakata. Obtenido de [https://www.sakata.com.br/blog/es/2020/07/31/avenger y imperial garantizan una produccion de calidad durante todo el ano/](https://www.sakata.com.br/blog/es/2020/07/31/avenger-y-imperial-garantizan-una-produccion-de-calidad-durante-todo-el-ano/)

- Salazar, V. (2017). Repositorio de la Universidad Técnica de Ambato. Obtenido de enraizamiento de cormos de orito (*Musa acuminata*) mediante el uso de abonos orgánicos líquidos: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25005/1/tesis%20019%20Ingenier%C3%ADa%20Agropecuaria%2020Salazar%20Ver%C3%B3nica%20-%20cd%20019.pdf>
- Sanchez, M., Bayas, T., Mayorga, F., & Freire, C. (2020). Producción de brócoli en Ecuador. Ambato.
- Santoyo, J. (2011). Tecnología de producción de brócoli. Obtenido de file:///C:/Users/Pc/AppData/Local/Temp/Tecnolog%C3%ADa%20de%20producci%C3%B3n%20de%20br%C3%B3coli1.pdf
- Seipasa Natural Technology. (2017). El calcio en los cultivos: por qué es importante una correcta asimilación. Obtenido de <https://www.seipasa.com/es/blog/calcio-los-cultivos-importante-una-correcta-asimilacion/>
- Smart Fertilizer. (2020). El boro en las plantas. Obtenido de <http://www.ks-minerals-and-agriculture.com/eses/fertiliser/advisor-y-service/nutrients/boron.html>
- Smart Fertilizer. (2020). Manejo de nitrógeno. Obtenido de <https://www.smartfertilizer.com/es/articulos/nitrogen/>
- Suarez, J. (2020). “Análisis de cultivos hortícolas como alternativa en la producción agrícola en la región costa del Ecuador”. Obtenido de repositorio de la Universidad Técnica de Babahoyo: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/8429/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON000275.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Telenchana, N. (2015). Universidad Técnica de Ambato. Obtenido de “aplicación de productos sello verde en el manejo de la hernia de las crucíferas (*Plasmiodiophora brassicae*) en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea*), en las condiciones agroecológicas de Izamba”: <https://repositorio.uta.edu.ec>

c/bitstream/123456789/18284/1/Tesis107%20%20%20Ingenier77%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20CD%20349.pdf

Tierra, S. (2010). Evaluación nutrimental de compost proveniente de cuatro combinaciones de desechos orgánicos frente a la aplicación de eco-abonaza en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.). Obtenido de escuela superior politécnica de Chimborazo: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/676/1/13T0699%20.pdf>

Torres, D. S. (2016). Aporte de nitrógeno proveniente de pollinaza al cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* L.). Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/3828/382853527008.pdf>

USDA . (2019). Relación Carbono Nitrógeno en los agroecosistemas. Obtenido de <http://cultivosdeservicios.agro.uba.ar/relacion-carbono-nitrogeno-en-los-agroecosistemas/>

Vaniperen. (2022). Deficiencia de Nutrientes Comunes en las Plantas (I): Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Obtenido de <https://www.vaniperen.com/es/deficiencia-de-nutrientes-comunes-en-las-plantas-nitrogeno-fosforo-potasio/>

Vera, A. (2019). Repositorio de la universidad técnica estatal de Quevedo. Obtenido de “Uso de tres abonos orgánicos en el desarrollo y producción de tres variedades de pimiento (*Capsicum annuum*) en el cantón el Empalme”: <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/1471/1/TUTEQ0025.pdf>

Wise, J. (2022). ¿Dónde se cultiva el brócoli y la coliflor? Obtenido de <https://es.ripleybelieves.com/where-is-broccoli-and-cauliflower-grown-2597>

Yara. (2019). Estás utilizando el N correctamente en tu cultivo de brócoli. Obtenido de <https://www.yara.com.mx/noticias-y-eventos/noticias-mexico/estas-utilizan-do-el-n-correctamente-en-tu-cultivo-de-brocoli/>

Yara. (2021). Nutricion vegetal. Obtenido de [https://www.yara.com.ec/nutricion vegetal/brassicas/produccion mundial/](https://www.yara.com.ec/nutricion-vegetal/brassicas/produccion-mundial/)

Zamora, E. (1 de 2016). Universidad de Sonora. Obtenido de el cultivo de brocoli: [https://dagus.unison.mx/Zamora/BROCOLI DAGHORT 010.pdf](https://dagus.unison.mx/Zamora/BROCOLI-DAGHORT-010.pdf)

Anexos

Anexo No.2. Base de datos

R	TRA	PP	AP	NHP	LH	AH	DT	DFP	DP	PP	CP	NCP	DC	NPC	RH
1	1	39	29,5	19	42	23,8	2,4	79	19,3	1131	v. azulado	14	91	35	144260,20
1	2	40	23,1	19	28	19,2	1,4	81	14,8	489	v. azulado	14	91	37	62359,69
1	3	37	27,8	19	36	23,4	2	80	17,6	876	v. azulado	13	91	36	111709,18
1	4	40	21,8	17	29	15,3	2,1	79	14,4	385	v. azulado	13	91	39	49056,12
1	5	39	23,2	18	33	16,4	1,4	79	15,1	544	v. azulado	13	91	34	69426,02
1	6	39	28,5	22	32	19,1	1,8	81	18,9	820	v. azulado	13	91	34	104528,06
2	1	39	28,8	18	40	21,2	1,6	81	17,1	651	v. azulado	13	91	38	82984,69
2	2	40	29,3	21	32	19,7	1,8	80	18,8	989	v. azulado	14	91	35	126109,69
2	3	38	25,5	20	27	18,2	1,7	81	17,9	938	v. azulado	14	91	35	119604,59
2	4	40	20,8	18	33	14,8	2	79	13,7	374	v. azulado	13	91	37	47691,33
2	5	39	26,5	20	32	17,2	2,3	80	18,5	771	v. azulado	14	91	35	98316,33
2	6	39	31,4	20	32	17,2	1,7	80	13	627	v. azulado	13	91	35	79910,71
3	1	33	28,5	20	37	20,5	1,7	80	18,5	742	v. azulado	13	91	32	94681,12
3	2	40	27,3	22	28	14,6	2,2	79	16,2	483	v. azulado	14	91	38	61645,41
3	3	38	22,4	18	33	18,7	2	81	14,9	610	v. azulado	13	91	35	77793,37
3	4	39	20,3	16	28	16,9	1,8	80	15,5	536	v. azulado	14	91	37	68392,86

3	5	39	22,2	19	31	16	1,9	81	12,4	326	v. azulado	13	91	38	41581,63
3	6	40	24,9	17	29	15,3	1,9	79	15,5	499	v. azulado	13	91	38	63609,69
4	1	38	27,8	20	40	19	1,8	79	18,3	1068	v. azulado	13	91	35	136173,47
4	2	39	25,8	20	30	17	2,2	79	14,6	400	v. azulado	14	91	39	51033,16
4	3	38	20,8	20	33	17,9	1,8	80	13,8	463	v. azulado	13	91	35	59056,12
4	4	39	22,6	17	32	15,5	1,8	81	15,1	458	v. azulado	13	91	37	58456,63
4	5	39	20,9	20	33	15,9	1,8	81	12,9	341	v. azulado	13	91	39	43533,16
4	6	39	26,6	21	31	15,8	1,8	79	17,8	647	v. azulado	12	91	39	82538,27

Anexo No.3. Resultados de Análisis físico químico del suelo



DATOS DEL CLIENTE

Cliente: Adriana Carolina Espin
Dirección: Jua V. Vela **Teléfono:**
Provincia: Tungurahua **Canton:** Ambato **6 2022**

INFORMACION DE LA MUESTRA

Tipo de Muestra: Suelo **Fecha de ensayo:** del 13 al 31 de enero
Fecha de toma de muestra: 13/1/2022 **Dirección de la muestra:** Jua V. Vela
Fecha de recepción en: 13/1/2022
Observaciones: Muestra tomada por el cliente

RESULTADOS

Id. Cliente	Parametros	Resultado	Unidad	Nivel	Técnica analítica	
	K	Ac.Am	0,3	meq/100g	medio	A.atómica
	Ca	Ac.Am	4,5	meq/100g	alto	A.atómica
	Mg	Ac.Am	1,2	meq/100g	alto	A.atómica
	Cu	Olsen mod.	2,0	ppm	medio	A.atómica
	Mn	Olsen mod.	1,0	ppm	bajo	A.atómica
	Zn	Olsen mod.	1,0	ppm	bajo	A.atómica
	PH	H2O 1:2,5	7,51		Ligeram. Alcalino	Conductimetrico
	M.O.	W-B	3,4	%	medio	Gravimetrico
	NT asimilable	kjeldahl	45,6	%	medio	Volumétrica
	P	Olsen mod.	4,5	ppm	alto	Colorimetrico
	Textura	clase textural al tacto	franco arenoso			
	B	Fos-Ca		ppm		Colorimetrico
	Cl	H2O 1:1		ppm		
	S	Fos-Ca		ppm		Turbidimetrico
	N-NH4	Olsen/azul indofenol		ppm		Colorimetrico
	CE	H2O 1:2,5	0,38	mmhos/cm	No Salino	Conductimetrico
	CIC	Ac.Am		meq/100g		volumetrico
	Ca/Mg	calculo	3,8	meq/100g	Optimo	N/A
	Mg/K	calculo	3,9	meq/100g	Optimo	N/A
	(Ca+Mg)/K	calculo	18,4	meq/100g	Optimo	N/A
	Sat. De bases	Cálculo				
	Acidez Int.	KCl				Volumétrica


 Ing. Carlos Mayorga
 TOTALCHEM



TotalChem Se responsabiliza unicamente de los análisis mas no de la toma de muestra
 Estos análisis, opiniones y/o interpretaciones están basado en el material e información provistos por el cliente para quien se ha realizado este informe en forma exclusiva y confidencial

tamizajes fisicoquímicos
 análisis de agua potable y residual
 análisis de suelos, análisis de arrienda agrícolas



Anexo No.4. Fotografías

Limpieza y Preparación del terreno



Delimitación de parcelas



Elaboración de surcos



Adquisición de las plántulas



Estableciendo distancia de plantas



Trasplante de las plántulas



Riego a las plantas de brócoli



Evaluando el porcentaje de
prendimiento



Riego



Control fitosanitario



Pesando la dosis del humus



Pesando la dosis del Eco Abonaza



Pesando la dosis de urea



Pesando la dosis de Super fosfato triple



Pesando la dosis de potasio



Aplicación de la urea



Aplicación del muriato de potasio



Aplicación del superfosfato triple



Aplicación del Eco Abonaza



Aplicación del humus



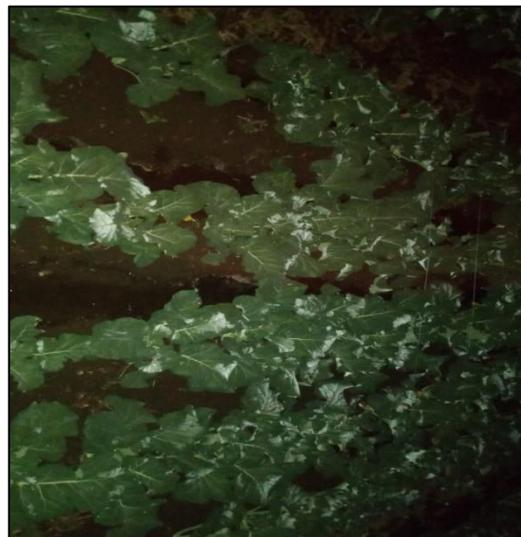
Riego



Control de malezas



Riego



Segunda aplicación de urea



Segunda aplicación de superfosfato triple



Segunda aplicación muriato de potasio



Evaluando la altura de planta



Evaluando el número de hojas



Evaluando la longitud de hoja



Evaluando el ancho de hoja



Evaluando el diámetro de tallo



Evaluando el peso de la pella



Evaluando el color de la pella



Evaluando la variable número de pellas cosechadas



Evaluando el número de corimbos



Visita de campo



Anexo No.5. Glosario de términos

Abono Orgánico: Sustancia o mezcla de productos en descomposición, de origen animal (estiércol) o sin descomponerse (paja o las leguminosas cultivadas que se incorpora al suelo para aumentar la fertilidad de éste y contribuir al restablecimiento de su estructura.

Capacidad de campo: Cantidad de agua mantenida en el suelo después de riego abundante o lluvia fuerte.

Catiónico: Un catión es un ion con carga eléctrica positiva, es decir, que ha perdido electrones. Los cationes se describen con un estado de oxidación positivo. En términos químicos, es cuando un átomo neutro pierde uno o más electrones de su dotación original, este fenómeno se conoce como ionización.

Corimbo: Es el tallo principal que termina en la inflorescencia primaria, conformada por flores dispuestas en un corimbo principal o primario, denominado pan o pella, que corresponde a la parte aprovechada para el consumo.

Clorosis: Es uno de los síntomas más comunes de carencia mineral. Se presenta como un color verde o un amarillamiento de las partes verdes de la planta, particularmente las hojas.

Dosis: Cantidad empleada de un producto.

Estipulas: Se denomina **estípula** a una estructura, usualmente laminar, que se forma a cada lado de la base foliar de una planta vascular. Suele encontrarse una a cada lado de la base de la hoja, a veces más. Usualmente son asimétricas y, en cierto modo, son imágenes especulares una de otra.

Eficiencia química: Es la cantidad de producto que suele obtener de una reacción química.

Eficiencia Agronómica: La eficiencia puede ser expresada como las unidades de producto generado por unidad de nutriente aplicado. En términos generales, se estima que entre el 50 y el 80 % fertilizante aplicado es aprovechado por el cultivo.

Fertilización orgánica: Un abono orgánico es un producto de origen natural, animal o vegetal (por oposición a los abonos sintéticos o minerales), que contiene principalmente nitrógeno, fósforo o potasio en cantidades variables.

Fertilización química: También conocido como abono químico es un producto que contiene, por los menos, un elemento químico que la planta necesita para su ciclo de vida.

Filotaxis: El término botánico filotaxis, se refiere al arreglo o disposición que muestran las hojas en el tallo; existen tres formas básicas que permiten clasificarlas como opuestas, alternas o verticiladas.

Hortaliza: Verduras y demás plantas comestibles que se cultivan en la huerta.

Inflorescencia: Forma en que aparecen colocadas las flores al brotar en las plantas.

Isocianatos: El **isocianato** de metilo es un líquido incoloro volátil, con un fuerte y penetrante olor que causa lagrimeo. Se usa en la fabricación de pesticidas, espumas de poliuretano y plásticos.

Lóbulos: Zonas salientes que poseen las hojas de algunas especies. Las hojas lobuladas son típicas de los robles.

Pedicelos: Es el rabillo que une cada flor al eje de la inflorescencia (pedúnculo).
Pedúnculo: eje principal de una inflorescencia.

Pella: Inflorescencia de la coliflor o el brócoli.

Silicua: En botánica, la silicua es el nombre que recibe el fruto seco dehiscente, más precisamente una cápsula dehiscente paraplacentaria, de ciertas plantas, cuya longitud es al menos el triple que la anchura (es decir, a modo de "vaina", por ejemplo, el fruto de *Diploxys tenuifolia*, la rúcula).

Trasplante: Trasplante (botánica): Traslado de plantas del sitio en que están arraigadas y plantarlas en otro. Trasplante (medicina): Traslado de un órgano desde un organismo donante a otro receptor, para sustituir en este al que está enfermo o inútil. También significa el órgano o tejido trasplantado.